



# **Multimètre numérique modulaire USB Agilent U2741A**

## **Guide d'utilisation**



**Agilent Technologies**

## Avertissements

© Agilent Technologies, Inc., 2008 - 2012

Conformément aux lois internationales relatives à la propriété intellectuelle, toute reproduction, tout stockage électronique et toute traduction de ce manuel, totaux ou partiels, sous quelque forme et par quelque moyen que ce soit, sont interdits sauf consentement écrit préalable de la société Agilent Technologies, Inc.

### Référence du manuel

U2741-90010

### Edition

Quatrième édition, 4 mai 2012

Agilent Technologies, Inc.  
5301 Stevens Creek Blvd.  
Santa Clara, CA 95051 Etats-Unis

### Marques commerciales

Pentium est une marque d'Intel Corporation déposée aux Etats-Unis.

Microsoft, Visual Studio, Windows et MS Windows sont des marques déposées de Microsoft Corporation aux Etats-Unis et/ou dans d'autres pays.

### Garantie

**Les informations contenues dans ce document sont fournies « en l'état » et pourront faire l'objet de modifications sans préavis dans les éditions ultérieures. Dans les limites de la législation en vigueur, Agilent exclut en outre toute garantie, expresse ou implicite, concernant ce manuel et les informations qu'il contient, y compris, mais non exclusivement, les garanties de qualité marchande et d'adéquation à un usage particulier. Agilent ne saurait en aucun cas être tenu pour responsable des erreurs ou des dommages incidents ou consécutifs, liés à la fourniture, à l'utilisation ou à l'exactitude de ce document ou aux performances de tout produit Agilent auquel il se rapporte. Si Agilent et l'utilisateur ont passé un contrat écrit distinct, stipulant, pour le produit couvert par ce document, des conditions de garantie qui entrent en conflit avec les présentes conditions, les conditions de garantie du contrat distinct remplacent les conditions énoncées dans le présent document.**

### Licences technologiques

Le matériel et les logiciels décrits dans ce document sont protégés par un accord de licence et leur utilisation ou reproduction est soumise aux termes et conditions de ladite licence.

### Limitation des droits

Limitations des droits du Gouvernement des Etats-Unis. Les droits s'appliquant aux logiciels et aux informations techniques concédées au gouvernement fédéral incluent seulement les droits concédés habituellement aux clients utilisateurs. Agilent concède la licence commerciale habituelle sur les logiciels et les informations techniques suivant les directives FAR

12.211 (informations techniques) et 12.212 (logiciel informatique) et, pour le ministère de la Défense, selon les directives DFARS 252.227-7015 (informations techniques – articles commerciaux) et DFARS 227.7202-3 (droits s'appliquant aux logiciels informatiques commerciaux ou à la documentation des logiciels informatiques commerciaux).

### Avertissements de sécurité

#### ATTENTION

La mention **ATTENTION** signale un danger pour le matériel. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque d'endommagement de l'appareil ou de perte de données importantes. En présence de la mention **ATTENTION**, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

#### AVERTISSEMENT

La mention **AVERTISSEMENT** signale un danger pour la sécurité de l'opérateur. Si la manœuvre ou la procédure correspondante n'est pas exécutée correctement, il peut y avoir un risque grave, voire mortel pour les personnes. En présence d'une mention **AVERTISSEMENT**, il convient de s'interrompre tant que les conditions indiquées n'ont pas été parfaitement comprises et satisfaites.

## Symboles de sécurité

Les symboles suivants portés sur l'instrument et contenus dans sa documentation indiquent les précautions à prendre afin de garantir son utilisation en toute sécurité.

	Courant continu (CC)		Arrêt (alimentation)
	Courant alternatif (CA)		Marche (alimentation)
	Courant alternatif et continu		Attention, danger d'électrocution
	Courant alternatif triphasé		Attention, risque de danger (reportez-vous à ce manuel pour des informations détaillées sur les avertissements et les mises en garde)
	Borne de prise de terre		Attention, surface chaude
	Terminal conducteur de protection		Bouton-poussoir bistable en position normale
	Borne du cadre ou du châssis		Bouton-poussoir bistable en position enfoncée
	Équipotentialité	<b>Cat. II 300 V</b>	Protection contre les surtensions de catégorie II, 300 V
	Équipement totalement protégé par un double isolement ou un isolement renforcé		

## Consignes de sécurité générales

### AVERTISSEMENT

- **N'utilisez pas l'appareil s'il paraît endommagé. Vérifiez l'état du boîtier avant d'utiliser l'appareil. Recherchez des fissures ou des trous. Ne faites pas fonctionner l'appareil en présence de gaz explosif, de vapeur ou de poussière.**
  - **Utilisez toujours l'appareil avec les câbles fournis.**
  - **Respectez tous les repères figurant sur l'appareil avant de réaliser un branchement.**
  - **Éteignez l'appareil et l'alimentation du système d'application avant de brancher les bornes d'E-S.**
  - **Lors de l'entretien de l'appareil, utilisez exclusivement les pièces de rechange indiquées.**
  - **Ne faites pas fonctionner l'appareil avec son capot démonté ou détaché.**
  - **Afin d'éviter tout danger, utilisez uniquement l'adaptateur de puissance fourni par le fabricant.**
- 

### ATTENTION

- Si l'appareil est utilisé d'une manière non préconisée par le fabricant, il se peut que la protection de l'appareil ne soit plus efficace.
  - Utilisez toujours un chiffon sec pour nettoyer l'appareil. N'utilisez pas d'alcool éthylique ou autre liquide volatil pour nettoyer l'appareil.
  - Ne bloquez aucun des orifices d'aération de l'appareil.
-

## Conditions d'environnement

Cet appareil est conçu pour être utilisé dans des locaux fermés où la condensation est faible. Le tableau ci-dessous illustre les conditions ambiantes générales requises pour cet instrument.

Conditions d'environnement	Exigences
Température de fonctionnement	De 0 à 55 °C
Humidité en fonctionnement	Entre 20 et 85 % HR (sans condensation)
Température de stockage	Entre -20 et 70 °C
Humidité de stockage	Entre 5 et 90 % HR (sans condensation)

### ATTENTION

L'U2741A Multimètre numérique modulaire USB est conforme aux exigences de sécurité et CEM suivantes :

- CEI 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2nd Edition)
- Canada : CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04
- États-Unis : ANSI/UL 61010-1:2004
- IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- Canada : ICES-001:2004
- Australie/Nouvelle Zélande : AS/NZS CISPR11:2004

## Marquages réglementaires

 <p>ISM 1-A</p>	<p>Le marquage CE est une marque déposée de la Communauté Européenne. Ce marquage CE indique que le produit est conforme à toutes les directives légales européennes le concernant.</p>	 <p>N10149</p>	<p>Le marquage C-tick est une marque déposée de l'agence australienne de gestion du spectre (Spectrum Management Agency). Elle indique la conformité aux règles de l'Australian EMC Framework selon les termes de la loi Radio Communications Act de 1992.</p>
<p><b>ICES/NMB-001</b></p>	<p>ICES/NMB-001 indique que cet appareil ISM est conforme à la norme canadienne ICES-001. Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.</p>		<p>Cet instrument est conforme aux exigences de marquage de la directive relative aux DEEE (2002/96/CE). L'étiquette apposée indique que vous ne devez pas le jeter avec les ordures ménagères.</p>
 <p>C US</p>	<p>La mention CSA est une marque déposée de l'Association canadienne de normalisation (Canadian Standards Association).</p>		

## **Directive européenne 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques (DEEE)**

Cet instrument est conforme aux exigences de marquage de la directive relative aux DEEE (2002/96/CE). L'étiquette apposée indique que vous ne devez pas le jeter avec les ordures ménagères.

Catégorie du produit :

en référence aux types d'équipement définis à l'Annexe I de la directive DEEE, cet instrument est classé comme « instrument de surveillance et de contrôle ».

L'étiquette apposée sur l'appareil est présentée ci-dessous :



**Ne le jetez pas avec les ordures ménagères.**

**Pour retourner votre instrument usagé, contactez votre distributeur Agilent Technologies le plus proche ou visitez le site :**

**[www.agilent.com/environment/product](http://www.agilent.com/environment/product)**

**pour de plus amples informations.**

## Contenu de ce guide...

### **1 Mise en route**

Ce chapitre présente l'appareil Multimètre numérique modulaire USB U2741A, notamment ses caractéristiques, ses dimensions et son agencement. Ce chapitre explique comment installer et configurer l'appareil U2741A pour sa mise en route.

### **2 Fonctionnement et caractéristiques**

Dans ce chapitre, vous allez découvrir les modes de fonctionnement et les différentes fonctions qu'offre le modèle U2741A.

### **3 Didacticiel pour la réalisation de mesures**

Ce chapitre présente les causes à l'origine des erreurs de mesure et explique comment les minimiser ou les éliminer.

### **4 Caractéristiques et spécifications**

Ce chapitre présente les caractéristiques et les spécifications de l'appareil U2741A.

## Déclaration de conformité (DDC)

La déclaration de conformité de cet appareil est disponible sur le site Web. Vous pouvez rechercher la DDC par modèle de produit ou par description.

<http://regulations.corporate.agilent.com/DoC/search.htm>

### REMARQUE

Si vous ne trouvez pas la DDC correspondante, contactez votre représentant local Agilent.

---



# Table des matières

	<b>Liste des figures</b>	XIII
	<b>Liste des tableaux</b>	XV
<b>1</b>	<b>Mise en route</b>	<b>1</b>
	Présentation	2
	Brève présentation du produit	3
	Présentation du produit	3
	Dimensions du produit	5
	Dimensions sans pare-chocs	5
	Dimensions avec pare-chocs	6
	Articles standard	7
	Inspection et maintenance	8
	Inspection initiale	8
	Contrôle électrique	8
	Maintenance générale	9
	Installation et configuration	10
	Configuration de l'instrument	11
	Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches	11
	Montage en châssis	12
<b>2</b>	<b>Fonctionnement et caractéristiques</b>	<b>13</b>
	Mise sous tension	14
	Réalisation de mesures	15
	Mesure de la tension en courant continu	15
	Mesure de la tension en courant alternatif	17

	Mesure du courant continu	18
	Mesure du courant alternatif	19
	Mesure de la résistance	20
	Mesure de la fréquence	22
	Test de la continuité	23
	Test des diodes	24
	Mesure de la température	25
	Rétablissement de l'état de l'appareil	27
	Fonction Autozero	27
	Réglage des plages	27
	Réglages par défaut	29
	Déclenchement du U2741A	30
	Fonctionnement lié au système	32
	Situations d'erreur	32
<b>3</b>	<b>Didacticiel pour la réalisation de mesures</b>	<b>33</b>
	Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu	34
	Réjection du bruit	35
	Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance	38
	Mesures de courant alternatif	41
	Autres fonctions de mesure principales	44
	Erreurs de mesure de fréquence	44
	Mesure du courant alternatif	44
	Autres origines d'erreur de mesure	46
<b>4</b>	<b>Caractéristiques et spécifications</b>	<b>49</b>
	Caractéristiques du produit	51
	Spécifications du produit	53

## Liste des figures

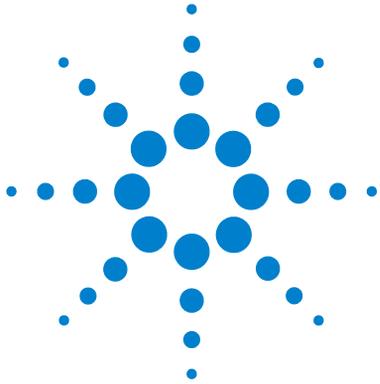
- Figure 1-1 Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches 11
- Figure 3-1 Erreur liée à la source de mode commun 35
- Figure 3-2 Erreur induite par une boucle de terre 37
- Figure 3-3 Chute de tension dans la mesure du courant 45

## **Table des matières**

## Liste des tableaux

Tableau 1-1	Description des broches du connecteur SSI	11
Tableau 2-1	Résumé des réglages par défaut	29
Tableau 3-1	Tension thermoélectrique pour des raccordements avec différents métaux	34
Tableau 3-2	Dissipation de la puissance à différentes plages de résistance	40
Tableau 3-3	Formes des signaux et leurs paramètres	41
Tableau 4-1	Précision en courant continu	53
Tableau 4-2	Précision du courant alternatif pour la tension	54
Tableau 4-3	Coefficient de température pour la tension	55
Tableau 4-4	Précision alternative pour le courant <sup>1</sup>	55
Tableau 4-5	Coefficient de température pour le courant	56
Tableau 4-6	Précision de fréquence	56
Tableau 4-7	Sensibilité de fréquence pour la tension alternative	56
Tableau 4-8	Précision de la température	57

## **Table des matières**



# 1

## Mise en route

Présentation	2
Brève présentation du produit	3
Présentation du produit	3
Dimensions du produit	5
Dimensions sans pare-chocs	5
Dimensions avec pare-chocs	6
Articles standard	7
Inspection et maintenance	8
Inspection initiale	8
Contrôle électrique	8
Maintenance générale	9
Installation et configuration	10
Configuration de l'instrument	11
Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches	11
Montage en châssis	12



## Présentation

Le Multimètre numérique modulaire USB U2741A Agilent est un multimètre numérique modulaire à 5 chiffres qui peut fonctionner de manière autonome ou peut servir d'unité modulaire lorsqu'il est monté sur un châssis.

L'appareil U2741A permet d'effectuer les mesures suivantes :

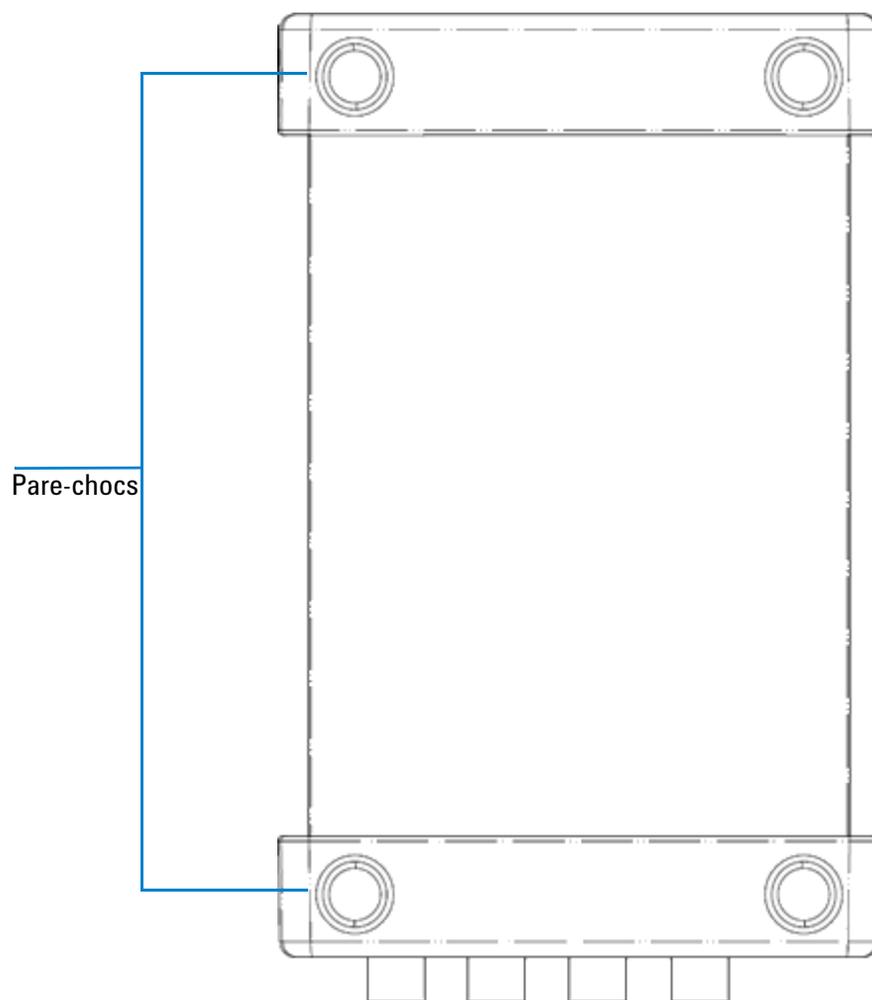
- Tension continue
- Tension alternative
- Courant continu
- Courant alternatif
- Résistance
- Test de diodes
- Test de continuité
- Température

L'appareil U2741A est commandé à distance sur une interface USB par le logiciel Agilent Measurement Manager. De plus, vous pouvez programmer l'appareil U2741A à l'aide des pilotes fournis ou par l'intermédiaire des commandes SCPI de votre application personnalisée.

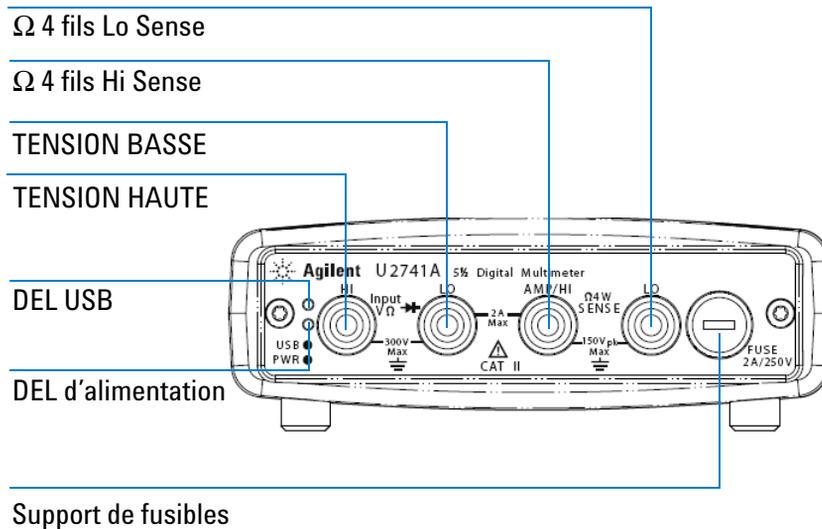
## Brève présentation du produit

### Présentation du produit

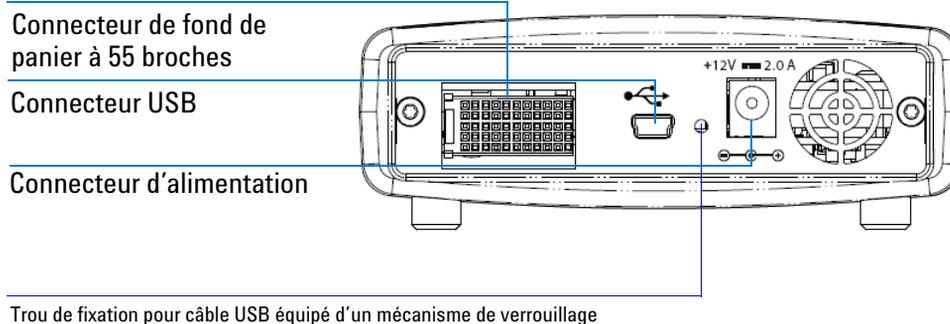
Vue de dessus



### Vue de l'avant



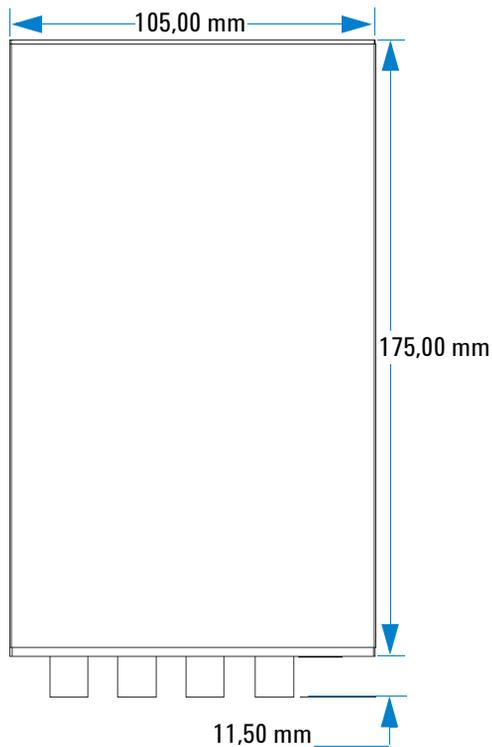
### Vue de l'arrière



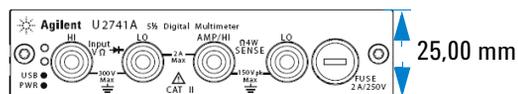
# Dimensions du produit

## Dimensions sans pare-chocs

Vue de dessus

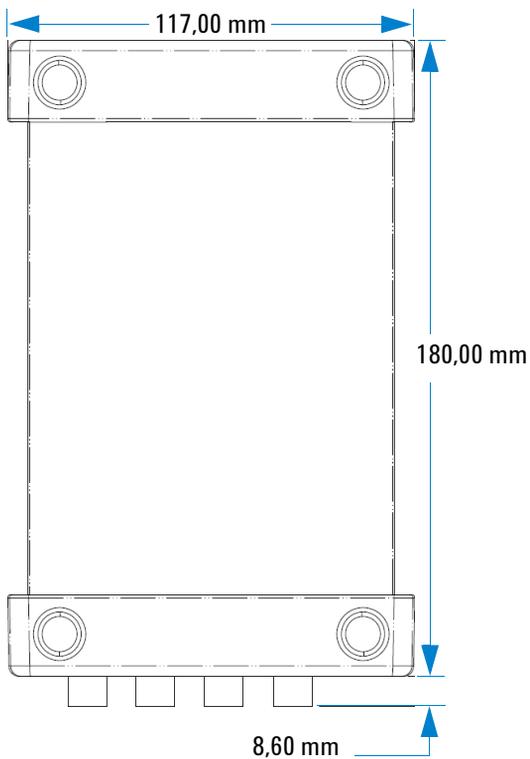


Vue de dessus

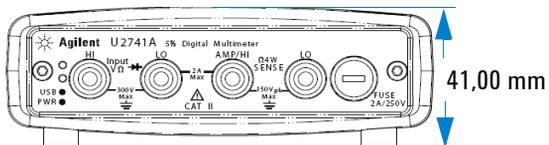


## Dimensions avec pare-chocs

Vue de dessus



Vue de dessus



## Articles standard

Vérifiez que l'appareil est accompagné des éléments suivants. Si un composant est absent ou endommagé, contactez votre distributeur Agilent le plus proche.

- ✓ Adaptateur secteur 12 V, 2 A
- ✓ Cordon d'alimentation
- ✓ Cordon de test standard
- ✓ Câble d'interface USB standard-A / Mini-B
- ✓ Kit de montage en L (utilisé avec le châssis d'instrument modulaire)
- ✓ CD-ROM *Agilent Automation-Ready* (comprend l'Agilent IO Libraries Suite)
- ✓ Guide de mise en route *Produits et systèmes modulaires USB Agilent*
- ✓ DVD-ROM de référence des produits et systèmes modulaires USB Agilent
- ✓ Agilent Measurement Manager Quick Reference Card
- ✓ Certificat d'étalonnage

## Inspection et maintenance

### Inspection initiale

Dès la réception de votre appareil U2741A, inspectez-le à la recherche d'éventuelles détériorations évidentes (bornes cassées, fissures, déformations, rayures, etc.) susceptibles de se produire pendant le transport.

En cas de détérioration, avisez immédiatement votre distributeur Agilent le plus proche. Des informations sur la garantie se trouvent au début de ce manuel.

Conservez l'emballage d'origine au cas où l'appareil U2741A doit être renvoyé ultérieurement à Agilent. Si vous renvoyez l'appareil U2741A pour réparation, attachez-y une étiquette mentionnant le propriétaire et la référence du modèle. Joignez également une courte description du problème.

### Contrôle électrique

Pour connaître les procédures de vérification, reportez-vous au guide *Agilent U2741A USB Modular DMM Service Guide*. Les procédures permettent de vérifier, avec un niveau de confiance élevé, que l'appareil U2741A fonctionne conformément à ses spécifications.

## Maintenance générale

### Maintenance générale

**REMARQUE**

Les réparations non décrites dans les manuels de votre produit modulaire ne doivent être effectuées que par un personnel qualifié.

---

- 1 Mettez le module hors tension, puis débranchez le cordon d'alimentation et le câble d'E/S du module.
- 2 Sortez le module de son boîtier caoutchouc.
- 3 Éliminez la poussière éventuelle accumulée sur le module.
- 4 Essuyez le module avec un chiffon propre et replacez le pare-chocs.

## Installation et configuration

Suivez étape par étape les instructions figurant dans le *Guide de mise en route Produits et systèmes modulaires USB Agilent* pour commencer la configuration et l'installation de votre U2741A.

### REMARQUE

Vous devez installer le pilote IVI-COM si vous utilisez l'appareil U2741A avec Agilent VEE Pro, LabVIEW ou Microsoft® Visual Studio®.

---

## Configuration de l'instrument

### Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches

Le connecteur de fond de panier à 55 broches est utilisé lorsque le module U2741A est inséré dans le châssis d'instrument modulaire USB U2781A. Pour de plus amples informations, reportez-vous au guide *Agilent U2781A USB Modular Instrument Chassis User's Guide*.

TERRE	TERRE	TERRE		TERRE	F						
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	VBUS	TERRE	USB_D-	E
TERRE	TRIG3	TERRE	TRIG2	TERRE	TRIG1	TERRE	TRIG0	TERRE	TERRE	USB_D+	D
TRIG4	TERRE	TRIG5	TERRE	TRIG6	TERRE	TRIG7	TERRE	+12 V	+12 V	TERRE	C
nBPUB	CLK10M	TERRE	STAR_TRIG	GA2	GA1	GA0	NC	+12 V	+12 V	+12 V	B
NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	+12 V	+12 V	+12 V	A
11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	

**Figure 1-1** Configuration des broches du connecteur de fond de panier 55 broches

**Tableau 1-1** Description des broches du connecteur SSI

Signal de synchronisation SSI	Fonctionnalité
TERRE	Masse
NC	Non connecté
VBUS	Entrée de détection d'alimentation du bus USB

**Tableau 1-1** Description des broches du connecteur SSI

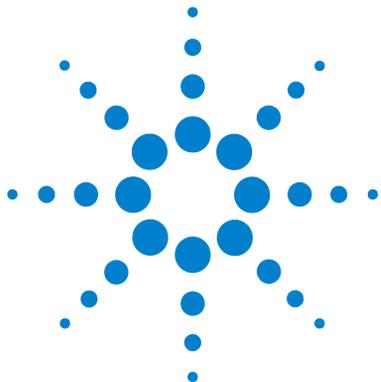
Signal de synchronisation SSI	Fonctionnalité
USB_D+, USB_D-	Paire différentielle USB
TRIG0~TRIG7	Bus de déclenchement
+12 V	Tension +12 V avec courant de 4 A
nBPUB	Détection d'entrée de fond de panier USB
CLK10M	Source d'horloge 10 MHz
STAR_TRIG	Déclenchement en étoile
GA0,GA1,GA2	Broches d'adressage géographique

## Montage en châssis

Le kit de montage en L doit être monté sur le module U2741A.

Les instructions suivantes décrivent la procédure de montage du kit de montage en L et du module dans le châssis.

- 1 Retirez le kit de montage en L de son emballage.
- 2 Sortez le module U2741A de son boîtier caoutchouc.
- 3 À l'aide d'un tournevis Phillips, fixez le kit de montage en L sur le module U2741A.
- 4 Insérez le module U2741A dans le châssis U2781A, connecteur de fond de panier à 55 broches vers le bas du module.
- 5 Une fois le module inséré dans le châssis, serrez les vis du kit de montage en L pour maintenir la fixation.



## 2 Fonctionnement et caractéristiques

Mise sous tension	14
Réalisation de mesures	15
Mesure de la tension en courant continu	15
Mesure de la tension en courant alternatif	17
Mesure du courant continu	18
Mesure du courant alternatif	19
Mesure de la résistance	20
Mesure de la fréquence	22
Test de la continuité	23
Test des diodes	24
Mesure de la température	25
Rétablissement de l'état de l'appareil	27
Fonction Autozero	27
Réglage des plages	27
Réglages par défaut	29
Déclenchement du U2741A	30
Fonctionnement lié au système	32
Situations d'erreur	32

Ce chapitre explique en détail comment configurer votre Multimètre numérique modulaire USB U2741A pour utiliser les différentes fonctions de mesure en vous servant du panneau avant logiciel ou en envoyant des commandes SCPI à distance depuis l'interface USB.



# Mise sous tension

Tenez compte des points suivants lors de la mise sous tension de l'appareil U2741A.

- L'appareil U2741A peut être commandé par l'interface USB uniquement.
- Avant de pouvoir contrôler l'appareil U2741A, vous devez installer le pilote du matériel et la suite IO Libraries Suite 14.2 ou une version supérieure. Ces deux logiciels sont inclus lors de l'achat de l'appareil U2741A. Référez-vous au *Guide de mise en route Produits et systèmes modulaires USB Agilent* pour la procédure d'installation.
- Sur la façade de l'appareil U2741A se trouvent deux DEL. Reportez-vous au [Chapitre 1, « Présentation du produit »](#) à la page 3.
- La DEL d'alimentation s'allume à la mise sous tension de l'appareil U2741A. Elle clignote en cas d'erreur système.
- La DEL USB clignote uniquement en cas d'échange de données entre l'appareil U2741A et l'ordinateur.

Vous pouvez commander le U2741A avec le programme AMM pour U2741A ou à l'aide des commandes envoyées via l'interface USB depuis vos propres applications.

Le U2741A Agilent est conforme aux règles de syntaxe et aux conventions relatives aux commandes SCPI.

Vous pouvez déterminer la version de langue SCPI du U2741A en envoyant la commande `SYSTem:VERSion?`. Commande de l'interface distante.

Pour en savoir davantage sur la syntaxe SCPI du U2741A, reportez-vous à la documentation *Agilent U2741A Programmer's Reference*.

## Réalisation de mesures

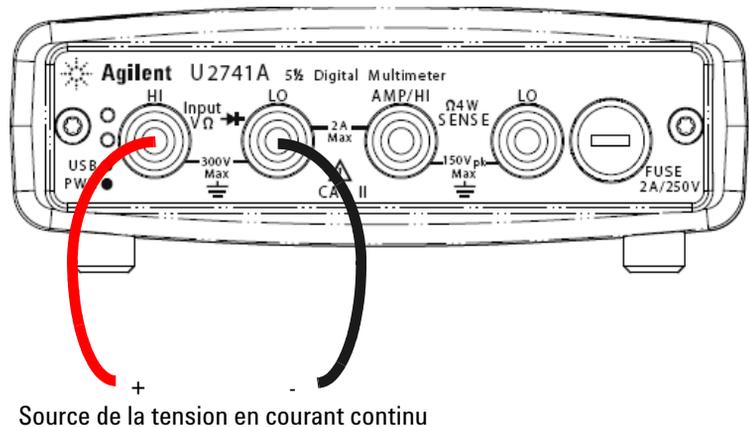
Les pages suivantes expliquent comment réaliser des raccordements de mesure et sélectionner des fonctions de mesure sur le panneau avant, pour chacun des types de mesure.

### Mesure de la tension en courant continu

La fonction de mesure de la tension en courant continu présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de cinq plages : 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V et 300 V ou plage automatique.
- L'impédance d'entrée est de  $10\text{ M}\Omega \pm\%$  pour toutes les plages (standard).
- La protection d'entrée est de 300 V pour toutes les plages (borne HI).

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **DCV** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de tension en courant continu à l'aide des commandes SCPI.

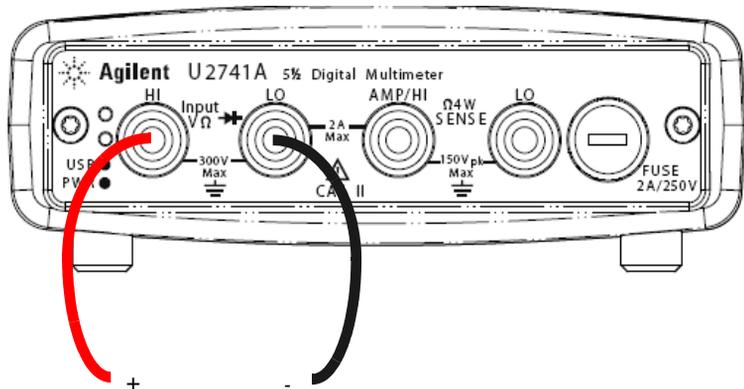
```
MEASure [:VOLTage] :DC?
```

## Mesure de la tension en courant alternatif

La fonction de mesure de la tension en courant alternatif présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de cinq plages : 100 mVeff., 1 Veff., 10 Veff., 100 Veff. et 250 Veff. ou plage automatique.
- Permet de mesurer la valeur efficace vraie couplée en courant alternatif.
- Permet une mesure à la précision indiquée, avec un facteur de crête maximal de 5:1 (puissance max.).
- L'impédance d'entrée est de  $1\text{ M}\Omega \pm 2\%$  en parallèle avec une capacité inférieure à 120 pF sur toutes les plages.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Source de la tension en courant alternatif

### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **ACV** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de tension en courant alternatif à l'aide des commandes SCPI.

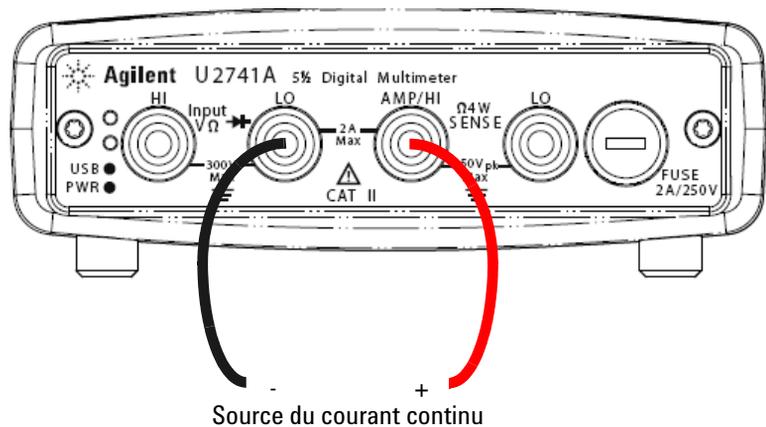
```
MEASure [:VOLTage] :AC?
```

### Mesure du courant continu

La fonction de mesure du courant continu présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de trois plages : 10 mA, 100 mA, 1 A et 2 A ou plage automatique.
- Le fusible de protection d'entrée est de 2A, avec une tension nominale de 250 V pour toutes les plages.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **DCI** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

## Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de courant continu à l'aide des commandes SCPI.

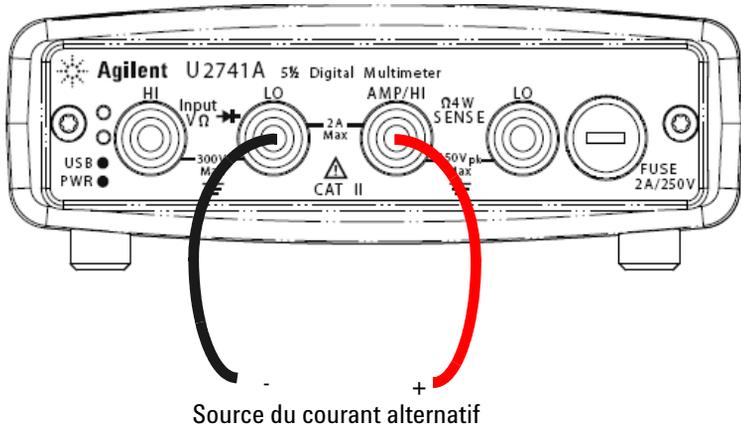
```
MEASure:CURRent [:DC] ?
```

## Mesure du courant alternatif

La fonction de mesure du courant alternatif présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de trois plages : 10 mA, 100 mA, 1 A et 2 A ou plage automatique.
- Permet de mesurer la valeur efficace vraie.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



## Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **ACI** ainsi que la plage souhaitée. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de courant alternatif à l'aide des commandes SCPI.

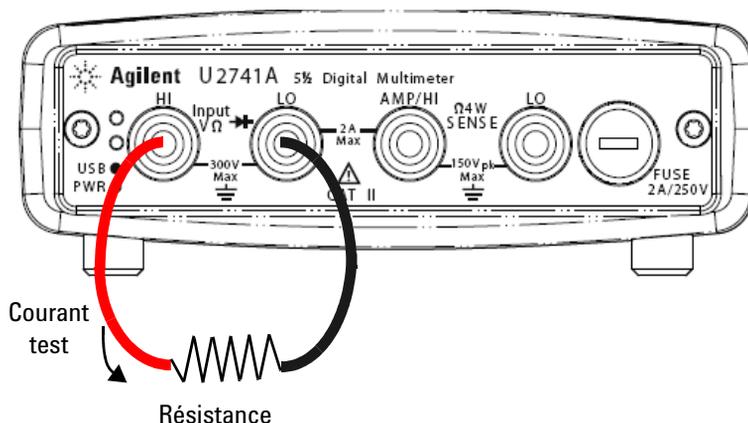
MEASure : CURRent : AC?

### Mesure de la résistance

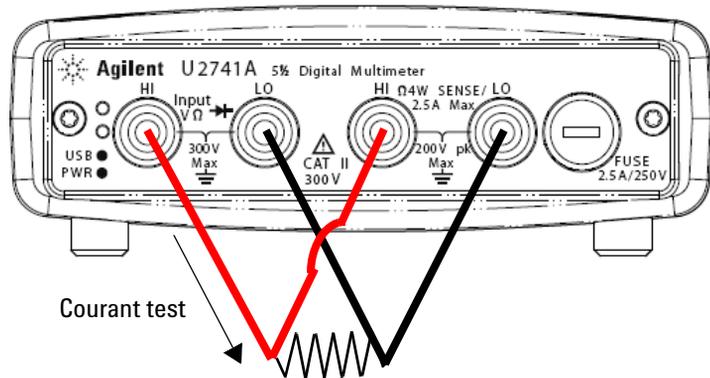
La fonction de mesure de la résistance présente les caractéristiques suivantes :

- Choix de sept plages : 100  $\Omega$  , 1 k $\Omega$  , 10 k $\Omega$  , 100 k $\Omega$ , 1 M $\Omega$ , 10 M $\Omega$  et 100 M $\Omega$  ou plage automatique.
- Accepte une mesure de résistance deux fils ou quatre fils.
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser 4,5 V pour toutes les plages.

La figure ci-dessous illustre un raccordement de mesure pour une résistance deux fils.



La figure ci-dessous illustre un raccordement de mesure pour une résistance quatre fils.



### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **2-Wired  $\Omega$**  ainsi que la plage souhaitée pour une mesure de résistance deux fils. Sélectionnez la fonction **4-Wired  $\Omega$**  ainsi que la plage souhaitée pour une mesure de résistance quatre fils. Il convient de sélectionner une plage qui soit adaptée afin d'obtenir la meilleure résolution de mesure. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de résistance à l'aide des commandes SCPI.

Deux fils : MEASure:RESistance?

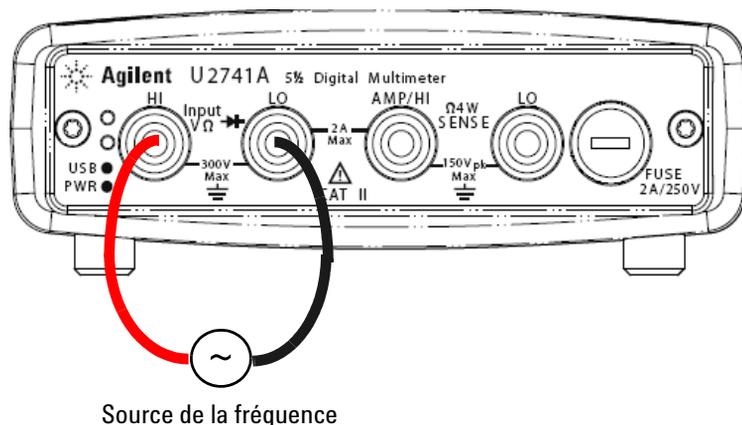
Quatre fils : MEASure:FRESistance?

## Mesure de la fréquence

La fonction de mesure de la fréquence présente les caractéristiques suivantes :

- La plage dépend de l'amplitude du signal.
- Repose sur une technique de comptage réciproque pour les mesures.
- La porte peut être réglée sur 0,1 seconde ou 1 seconde du signal d'entrée.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Freq** ainsi que la plage souhaitée. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de la fréquence à l'aide des commandes SCPI.

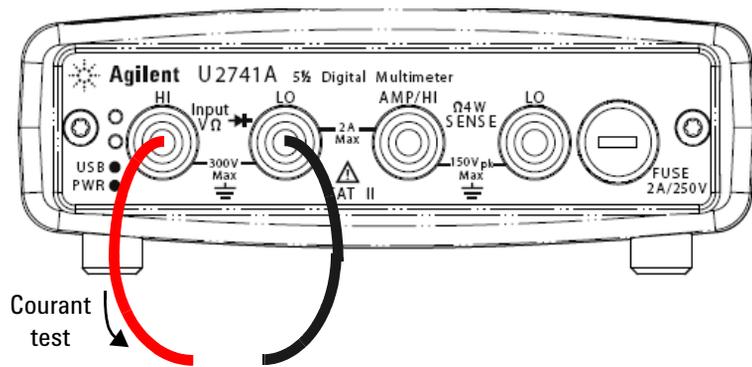
```
MEASure:FREQuency?
```

## Test de la continuité

La fonction du test de la continuité présente les caractéristiques suivantes :

- Utilise une source de courant continu de  $1 \text{ mA} \pm 0,2 \%$ .
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser  $4,5 \text{ V}$  pour toutes les plages.
- Le seuil de continuité est réglé sur  $10 \Omega$ .
- Le temps de réponse est de 60 échantillons par seconde.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



Circuit ouvert ou fermé

### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Cont-))**. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de test de la continuité à l'aide des commandes SCPI.

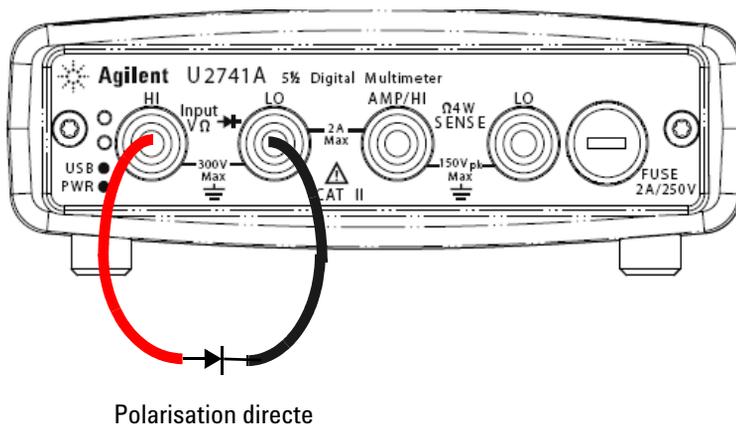
```
MEASure:CONTinuity?
```

### Test des diodes

La fonction du test des diodes présente les caractéristiques suivantes :

- Utilise une source de courant continu de  $1\text{ mA} \pm 0,2\%$ .
- La tension de circuit ouvert ne peut pas dépasser  $4,5\text{ V}$  pour toutes les plages.
- Le temps de réponse est de 60 échantillons par seconde.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



#### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Diode**  $\rightarrow$  . La mesure est affichée et actualisée en continu.

#### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de test des diodes à l'aide des commandes SCPI.

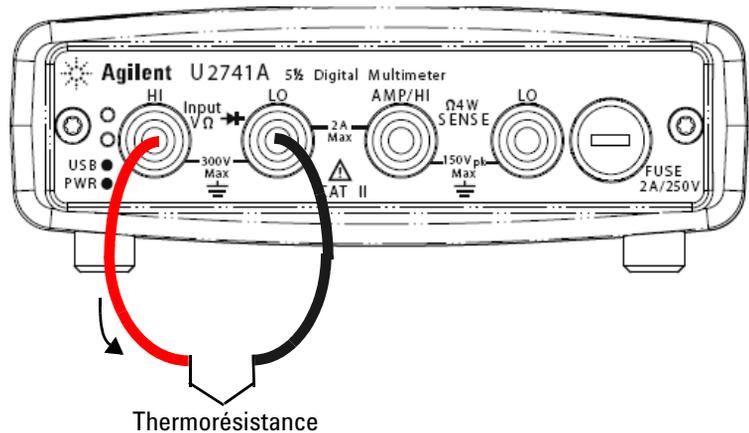
```
MEASure:DIODE?
```

## Mesure de la température

La fonction de mesure de la température présente les caractéristiques suivantes :

- La plage de mesure dépend du type de capteur de température utilisé. Pour connaître toutes les spécifications des capteurs de température, reportez-vous au [tableau 4-8](#) à la page 57.
- Les mesures sont réalisées avec réglage de plage automatique pour une sonde à thermistance de 5 k $\Omega$ .
- Supporte la thermorésistance.

Réalisez le raccordement comme indiqué ci-dessous.



### Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager

Sélectionnez la fonction **Temp** et le type de thermocouple utilisé. La mesure est affichée et actualisée en continu.

### Commandes SCPI

L'exemple suivant montre comment réaliser une mesure de la température à l'aide des commandes SCPI.

```
MEASure:TEMPerature? THER //Convient pour des mesures  
par thermistance
```

## Rétablissement de l'état de l'appareil

Le multimètre numérique U2741A sauvegarde automatiquement la dernière configuration dès qu'une panne de courant se produit. L'appareil reprend l'état dans lequel il se trouvait immédiatement avant la panne de courant.

### Fonction Autozero

Lorsque la mise à zéro automatique est *activée*, le multimètre déconnecte lui-même le signal d'entrée après chaque mesure et affiche une *lecture de zéro*. Il soustrait ensuite la lecture de zéro de la lecture précédente. Cela permet d'éviter que les décalages de tension présents sur les circuits d'entrée du multimètre ne détériorent la précision des mesures.

*Cela s'applique à des mesures de tension en courant continu, de résistance deux fils et de température uniquement.*

#### Commandes SCPI

Les commandes suivantes sont utilisées pour régler la fonction Autozero :

VOLTage:ZERO:AUTO {OFF|ON}

CURRent:ZERO:AUTO {OFF|ON}

RESistance:ZERO:AUTO {OFF|ON}

TEMPerature:ZERO:AUTO {OFF|ON}

### Réglage des plages

Vous pouvez laisser le multimètre sélectionner automatiquement la plage à l'aide de la fonction de *réglage automatique de plage* ou vous pouvez sélectionner une plage fixe à l'aide de la fonction de *réglage manuel de plage*. La fonction de réglage automatique de plage est intéressante car

elle permet au multimètre de sélectionner automatiquement la plage qui convient pour chaque mesure. Toutefois, vous pouvez utiliser le réglage manuel pour réaliser vos mesures plus rapidement puisque, dans ce cas, le multimètre ne doit pas déterminer la plage à utiliser pour chaque mesure.

- Seuils de plage automatique :

Plage la plus petite à : <10 % de la plage

Plage la plus grande à : >120 % de la plage

- Pour le réglage manuel de plage, si le signal d'entrée est supérieur à ce que la plage actuelle permet de mesurer, le multimètre affiche une indication de surcharge « 9.9E+37 » sur l'interface distante. Pour le réglage automatique, le multimètre affiche une indication de surcharge « 9.9E+37 » si le signal d'entrée est supérieur à la plage de mesure la plus grande.
- La plage est réglée pour des tests de continuité (plage 1 k $\Omega$ ) et des tests de diode (plage 1 V<sub>cc</sub> avec une sortie de source de courant de 1 mA).

### Commandes SCPI

Vous pouvez régler la plage à l'aide de l'une des commandes suivantes :

```
CONFigure:<fonction>{<plage>|MIN|MAX|AUTO},  
{<résolution>|MIN|MAX|DEF}
```

```
MEASure:<fonction>?{<plage>|MIN|MAX|AUTO},  
{<résolution>|MIN|MAX|DEF}
```

```
<fonction>:RANGe {<plage>|MINimum|MAXimum|AUTO}
```

```
<fonction>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

## Réglages par défaut

Le tableau suivant résume les réglages du U2741A lorsque vous le recevez de l'usine, lors de sa mise sous tension ou après réception de la commande \*RST sur l'interface USB distante.

**Tableau 2-1** Résumé des réglages par défaut

Paramètre	Réglage usine	État Mise sous tension/Réinitialisation
<b>Configuration de la mesure</b>		
Fonction	V CC	V CC
Plage	AUTO	AUTO
Résolution	5 ½ chiffres	5 ½ chiffres
Unité de température	°C	Réglage utilisateur
<b>Opération de déclenchement</b>		
Source de déclenchement	Déclenchement automatique	Déclenchement automatique
<b>Fonctionnement lié au système</b>		
Fonction Power-Down Recall	Désactivé	Réglage utilisateur
États sauvegardés	0-10 effacés	Pas de changement
Lecture du tampon de sortie	Effacée	Effacée
File d'attente des erreurs	Effacée	Effacée
Effacement de l'état à la mise sous tension	Activé	Réglage utilisateur
Registres d'états, masques et filtre de transition	Effacés	Effacé avec activation de l'effacement de l'état à la mise sous tension
<b>Étalonnage</b>		
État lors de l'étalonnage	Sécurisé	Réglage utilisateur
Valeur d'étalonnage	0	Pas de changement
Chaîne d'étalonnage	Effacée	Pas de changement

# Déclenchement du U2741A

À la mise sous tension, la source de déclenchement par défaut est immédiate. Pour réaliser une mesure, il convient de suivre les étapes ci-après.

- Configurer le U2741A en sélectionnant la fonction, la plage, la résolution, etc.
- Régler la source de déclenchement du multimètre. Vous pouvez sélectionner un déclenchement du bus logiciel ou un déclenchement interne immédiat (source par défaut).
- Assurez-vous que le U2741A est en attente d'un déclenchement (à l'état Wait-for-trigger) avant d'accepter un déclenchement de la source indiquée.

### Déclenchement immédiat

En mode de déclenchement immédiat, le signal du déclenchement est toujours présent. Lorsque vous placez le U2741A à l'état Wait-for-trigger, le déclenchement se produit immédiatement. Il s'agit de la source de déclenchement par défaut.

### Commande SCPI

La commande suivante permet de régler la source du déclenchement de sorte qu'il soit immédiat :

```
TRIGger:SOURce IMMEDIATE
```

### Déclenchement du bus logiciel

Le mode de déclenchement du bus est actif lorsque vous envoyez une commande de déclenchement de bus, après avoir sélectionné BUS comme source de déclenchement.

### Commande SCPI

La commande suivante permet de régler la source du déclenchement sur le bus :

```
TRIGger:SOURce BUS
```

La commande `MEASure?` et `READ?` permet de remplacer le déclenchement de type BUS, de déclencher le multimètre et de renvoyer une mesure.

La commande `INITiate` fait passer l'état du déclenchement sur `Wait-for-trigger`. Les mesures commencent lorsque les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites.

### Déclenchement en étoile

Le déclenchement en étoile s'applique uniquement lorsque le multimètre U2741A est connecté au châssis d'instrument modulaire U2781A. Il permet de déclencher plusieurs unités modulaires montées dans le châssis.

### Commande SCPI

```
TRIGger:SOURce STRG
```

### État de la synchronisation

Permet de configurer la synchronisation de plusieurs unités du module U2741A (esclave uniquement) montées dans le châssis d'instrument modulaire U2781A. Seul un module principal peut être attribué à la fois.

### Commande SCPI

```
CONFigure:SSI {NONE|SLAVE}
```

Reportez-vous à la documentation *Agilent U2741A Programmer's Reference* pour obtenir une description complète de ces commandes et connaître la syntaxe associée.

## **Fonctionnement lié au système**

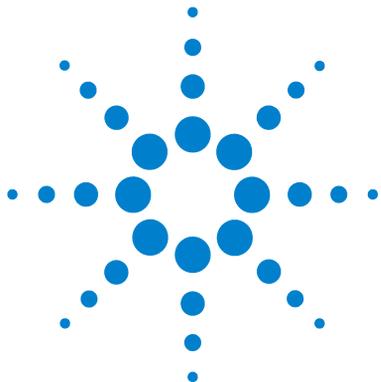
Cette section aborde des sujets qui se rapportent au système proprement dit et décrit notamment la procédure d'auto-étalonnage, ainsi que des situations d'erreur de mesure.

### **Situations d'erreur**

Un journal contenant jusqu'à 20 erreurs peut être stocké dans la file d'attente des erreurs de l'appareil U2741A. Reportez-vous au guide de programmation pour de plus amples informations sur les messages d'erreur.

#### **Utilisation du logiciel Agilent Measurement Manager**

Un message apparaît lorsqu'une erreur se produit si le module U2741A fonctionne avec le programme AMM.



## 3 Didacticiel pour la réalisation de mesures

Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu 34

Réjection du bruit 35

Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance 38

Mesures de courant alternatif 41

Autres fonctions de mesure principales 44

Erreurs de mesure de fréquence 44

Mesure du courant alternatif 44

Autres origines d'erreur de mesure 46

Le modèle U2741A Agilent a la capacité de réaliser des mesures précises, mais pour cela, vous devez suivre les procédures nécessaires permettant d'éliminer les erreurs de mesure susceptibles de se produire. Ce chapitre décrit les erreurs les plus fréquentes et propose des solutions possibles pour les éviter ou les minimiser.



## Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de courant continu

### Erreurs EMF thermiques

Les tensions thermoélectriques sont souvent à l'origine d'erreurs dans les mesures de basse tension continue. Les tensions thermoélectriques sont générées lorsque vous réalisez des raccordements de circuit à l'aide de métaux différents et à des températures différentes.

Chaque tronçon métal à métal forme un thermocouple, ce qui génère une tension proportionnelle à la température du tronçon. Veillez à prendre toutes les précautions nécessaires pour minimiser les tensions de thermocouple et les variations de température lors de vos mesures de basse tension. Dans la mesure où les bornes d'entrée du multimètre sont faites d'un alliage de cuivre, vous réaliserez des raccordements plus fiables en utilisant des raccords cuivre à cuivre poinçonnés. Le tableau ci-dessous présente les différentes tensions thermoélectriques pour des raccordements créés avec différents métaux.

**Tableau 3-1** Tension thermoélectrique pour des raccordements avec différents métaux

Cuivre à -	Environ mV / °C	Cuivre à -	Environ mV / °C
Brasure cadmium/étain	0,2	Aluminium	5
Cuivre	< 0,3	Brasure étain/plomb	5
Or	0,5	Kovar ou alliage 42	40
Argent	0,5	Silicone	500
Bronze	3	Cuproxyde	1 000
Béryllium	5		

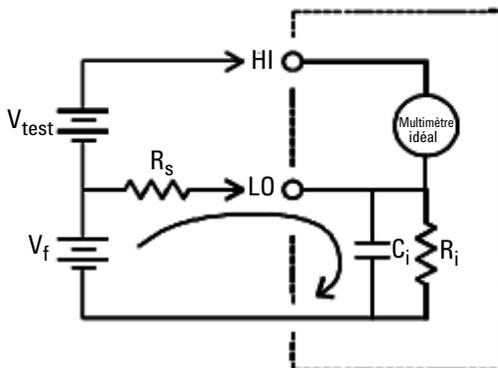
## Réjection du bruit

### Réjection des tensions bruyantes dans les lignes électriques

Les convertisseurs analogiques/numériques ont comme principale caractéristique de rejeter le bruit lié aux lignes électriques présent dans les signaux d'entrée du courant continu. C'est ce que l'on appelle la réjection de bruit de mode normal. Le multimètre réalise cette réjection en mesurant l'entrée c.c. moyenne par « intégration » de l'entrée sur un nombre entier de cycles de ligne électrique.

### Taux de réjection de mode commun (TRMC)

L'idéal est que le multimètre soit complètement isolé des circuits référencés à la terre. Toutefois, il existe une résistance finie entre la borne LO d'entrée du multimètre et la terre, comme indiqué ci-dessous. Cela peut entraîner des erreurs dans la mesure de basses tensions qui flottent par rapport à la terre.



$V_f$  = Tension flottante

$R_s$  = Déséquilibre de la résistance à la source du circuit à tester

$R_i$  = Résistance de l'isolation du multimètre (borne LO-Terre)

$C_i$  = Capacité d'entrée du multimètre

$$\text{Erreur (v)} = \frac{V_f \times R_s}{R_s + R_i}$$

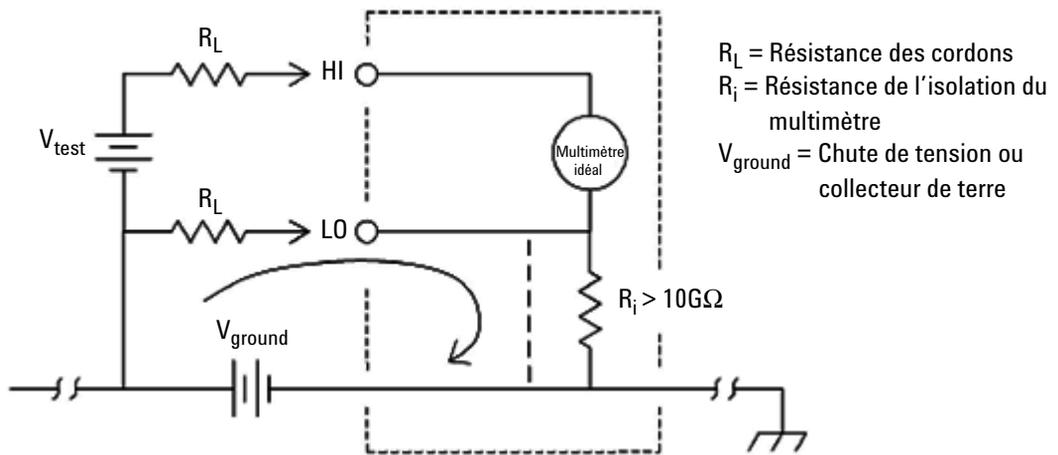
Figure 3-1 Erreur liée à la source de mode commun

#### **Bruit causé par des boucles magnétiques**

Si vous réalisez des mesures à proximité de champs magnétiques, il convient en pratique d'éviter les tensions inductives dans les raccordements de mesure. Les conducteurs porteurs de forts niveaux de courant sont souvent à l'origine d'un champ magnétique. Vous pouvez utiliser des raccordements de câble à paires torsadées sur le multimètre afin de réduire la zone de collecte du bruit ou rapprochez les cordons de test le plus possible. Des cordons de test qui ne sont pas attachés ou qui vibrent produisent des tensions incorrectes. Attachez fermement les cordons de test lorsque le multimètre fonctionne à proximité de champs magnétiques. Dans la mesure du possible, utilisez du matériel protégeant des champs magnétiques ou éloignez l'appareil des sources magnétiques pour minimiser ce type d'erreur.

#### **Bruit causé par des boucles de terre**

Lorsque vous mesurez des tensions dans des circuits où le multimètre et le circuit à tester sont tous les deux référencés à une masse commune, une boucle de terre se forme. Comme le montre la [figure 3-2](#), tout écart de tension entre les deux points de référence à la terre ( $T_{\text{terre}}$ ) fait passer le courant à travers les cordons de mesure. Ce phénomène génère du bruit et une tension de décalage (habituellement liés à une ligne électrique) qui viennent s'ajouter à la tension mesurée.



**Figure 3-2** Erreur induite par une boucle de terre

La meilleure façon d'éliminer les boucles de terre consiste à isoler le multimètre numérique de la terre en ne mettant pas à la masse les bornes d'entrée. Si le multimètre doit être référencé à la terre, raccordez-le, ainsi que le circuit à tester, au même point de masse commune. De plus et dans la mesure du possible, branchez le multimètre et le circuit à tester à la même prise de courant.

## Points à prendre en compte pour réaliser des mesures de résistance

Lorsque vous réalisez des mesures de résistance, le courant test passe par la borne HI d'entrée pour traverser la résistance qui fait l'objet de la mesure. Le multimètre numérique capte lui-même la chute de tension rencontrée au niveau de la résistance que vous mesurez. De ce fait, la résistance des cordons de test est également mesurée.

Les erreurs liées aux mesures de tension en courant continu qui ont été abordées dans ce chapitre sont également rencontrées dans les mesures de résistance. Intéressons-nous à présent aux autres sources d'erreur qui sont propres aux mesures de résistance.

### Mesures de résistance

Le modèle Agilent U2741A offre deux méthodes de mesure de résistance :

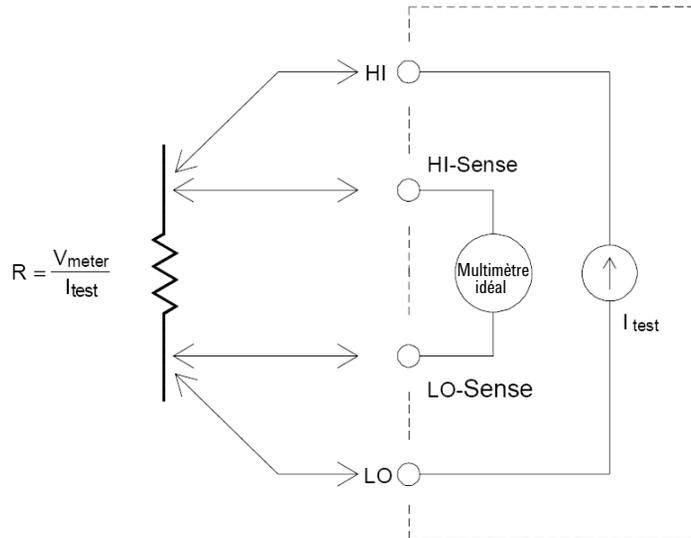
*2 fils et 4 fils.* Avec ces deux méthodes, le courant test passe par la borne HI d'entrée pour traverser la résistance qui fait l'objet de la mesure. Pour une résistance 2 fils, le multimètre numérique capte lui-même la chute de tension rencontrée au niveau de la résistance. De ce fait, la résistance des cordons de test est également mesurée. Pour une résistance 4 fils, des raccordements de « captation » distincts sont nécessaires. Puisque le courant ne traverse pas les cordons capteurs, la résistance de ces cordons ne produit pas d'erreur de mesure.

*Les erreurs liées aux mesures de tension en courant continu qui ont été abordées dans ce chapitre sont également rencontrées dans les mesures de résistance. Dans les pages suivantes, nous nous intéressons aux autres sources d'erreur qui sont propres aux mesures de résistance.*

### Mesures de résistance 4 fils

L'utilisation d'une résistance 4 fils est la méthode qui permet de mesurer de petites résistances avec le plus de précision. Avec cette méthode, les résistances des cordons de test et des contacts sont automatiquement réduites. Une résistance 4 fils est souvent utilisée dans les applications de test automatisées

où de longs câbles, de nombreux raccordements ou commutateurs existent entre le multimètre numérique et le circuit à tester. Les raccordements recommandés pour des mesures de résistance 4 fils sont indiqués ci-après.



### Élimination des erreurs liées à la résistance des cordons de test

Pour éliminer les erreurs de décalage liées à la résistance des cordons de test dans les mesures de résistance 2 fils, suivez les étapes ci-dessous.

- 1 Court-circuitez les bouts des cordons de test. La mesure est celle de la résistance des cordons de test.
- 2 Cliquez sur Null. Le multimètre numérique sauvegarde la valeur de résistance des cordons de test comme valeur nulle de résistance 2 fils, puis il soustrait cette valeur de celle des mesures suivantes.

### Réduction des effets de dissipation de la puissance

Lorsque vous mesurez des résistances conçues pour des mesures de température (ou d'autres appareils résistifs avec des coefficients de température élevés), sachez que le

multimètre numérique dissipe une partie de la puissance dans le circuit à tester.

Si la dissipation de la puissance pose un problème, il convient de sélectionner la plage de mesure suivante du multimètre afin de réduire les erreurs à un niveau acceptable. Le tableau suivant présente plusieurs exemples :

**Tableau 3-2** Dissipation de la puissance à différentes plages de résistance

Plage	Courant test	Circuit à tester puissance maximale
100 $\Omega$	1 mA	100 mW
1 k $\Omega$	0,83 mA	689 mW
10 k $\Omega$	100 mA	100 mW
100 k $\Omega$	10 mA	10 mW
1 M $\Omega$	900 nA	810 nW
10 M $\Omega$	205 nA	420 nW
100 M $\Omega$	205 nA    10 M $\Omega$	35 nW

#### Erreurs rencontrées dans les mesures de haute résistance

Lorsque vous mesurez des résistances importantes, des erreurs conséquentes peuvent se produire en raison de la résistance de l'isolation et de la propreté des surfaces. Veillez à prendre toutes les précautions nécessaires pour maintenir propre le système haute résistance. Les cordons de test et les parties fixes sont susceptibles de fuir en raison de l'absorption d'humidité dans les matériaux d'isolation et les surfaces sales. Le nylon et le PVC sont de mauvais isolants ( $10^9 \Omega$ ) en comparaison avec les matériaux en polytétrafluoroéthylène (PTFE) ( $10^{13} \Omega$ ). Des fuites provenant d'isolants nylon ou PVC peuvent très vite contribuer à une erreur de 0,1 % dans la mesure d'une résistance de 1 M $\Omega$  si le milieu est humide.

## Mesures de courant alternatif

### Mesures de valeur efficace vraie du courant alternatif

Un multimètre numérique réagissant à la valeur efficace vraie, comme le modèle U2741A mesure le potentiel thermique d'une tension appliquée. La puissance dissipée dans une résistance est proportionnelle au carré du signal de tension. Ce multimètre numérique mesure la valeur efficace vraie de la tension ou du courant tant que la forme d'onde contient une énergie négligeable dépassant la bande passante effective de l'appareil.

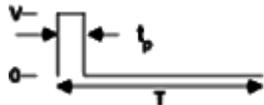
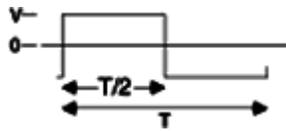
#### REMARQUE

L'appareil U2741A fait appel aux mêmes techniques pour mesurer la valeur efficace vraie de tension que pour mesurer celle du courant.

**Tableau 3-3** Formes des signaux et leurs paramètres

Forme du signal	Facteur de crête (CF)	Valeur efficace de courant alternatif	C.A.+ V eff. C.C.
	$\sqrt{2}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$	$\frac{V}{\sqrt{2}}$
	$\sqrt{3}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$	$\frac{V}{\sqrt{3}}$

**Tableau 3-3** Formes des signaux et leurs paramètres (Suite)

Forme du signal	Facteur de crête (CF)	Valeur efficace de courant alternatif	C.A.+ V eff. C.C.
	$\frac{T}{\sqrt{t_p}}$	$\frac{V}{CF} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{CF}\right)^2}$	$\frac{V}{CF}$
	1	V	V

Les fonctions de tension alternative et de courant alternatif du multimètre numérique mesurent la valeur efficace vraie couplée en courant alternatif où seule la « valeur calorifique » d'uniquement les composantes alternatives du signal d'entrée est mesurée tandis que la composante continue est rejetée. Comme le montre la figure ci-dessus, pour les ondes sinusoïdales, triangulaires et carrées, les valeurs de tension alternative couplée et les valeurs C.A. + C.C. sont égales puisque ces signaux ne contiennent pas de décalage continu. Toutefois, pour les signaux non symétriques, tels que les trains d'impulsions, une tension continue est présente, laquelle est rejetée par les mesures de valeur efficace vraie de tension alternative couplée d'Agilent. Cela peut présenter un énorme avantage. Une mesure de la valeur efficace vraie de la tension alternative couplée est souhaitable si vous mesurez de petits signaux alternatifs en présence d'importants décalages continus.

La mesure d'ondulations alternatives présentes dans les unités d'alimentation en courant continu en est un bon exemple. En revanche, dans certains cas, il est préférable de connaître la

valeur efficace vraie C.A. + C.C. Vous pouvez déterminer cette valeur en combinant les résultats des mesures C.C. et C.A., comme indiqué ci-dessous **Équation 1**.

$$(AC + DC)_{TrueRMS} = \sqrt{AC^2 + DC^2} \quad (1)$$

Pour obtenir les meilleurs résultats de réjection de bruit des tensions alternatives, il convient de réaliser une mesure de courant alternatif à 20 NPLC.

### **Précision de la valeur efficace vraie et contenu du signal haute fréquence**

À tort, il est souvent présumé que si un multimètre numérique C.A. peut mesurer la valeur efficace vraie, alors ses spécifications de précision d'onde sinusoïdale s'appliquent à tous les signaux. En fait, la forme du signal d'entrée peut avoir une incidence considérable sur la précision des mesures, en particulier si ce signal contient des composantes hautes fréquences qui dépassent la bande passante de l'appareil.

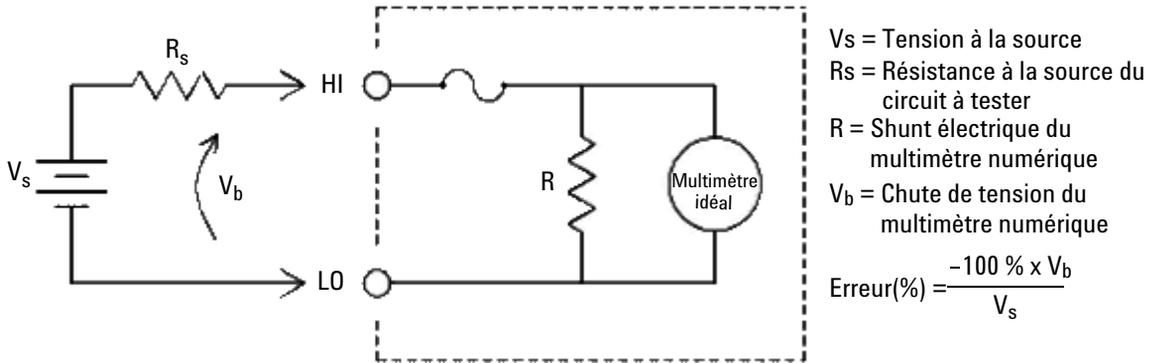
## Autres fonctions de mesure principales

### Erreurs de mesure de fréquence

L'appareil U2741A fait appel à une technique de comptage réciproque pour mesurer la fréquence. Cette méthode génère une résolution de mesure constante pour toute fréquence d'entrée. Tous les fréquencemètres sont sensibles aux erreurs lors de la mesure de signaux à basse tension et basse fréquence. Les effets du bruit interne et de la collecte de bruit externe constituent un facteur déterminant dans la mesure de signaux dits « lents ». L'erreur est inversement proportionnelle à la fréquence. Des erreurs de tension se produisent également si vous essayez de mesurer la fréquence d'une entrée après un changement de tension de décalage continu. Vous devez donc laisser l'entrée du multimètre numérique se stabiliser avant de réaliser des mesures de fréquence.

### Mesure du courant alternatif

Lorsque vous connectez le multimètre numérique en série avec un circuit test pour mesurer le courant, une erreur de mesure est introduite. Une chute de tension série du multimètre est à l'origine de cette erreur. Une tension grandit dans la résistance des fils et la résistance du shunt électrique du multimètre, comme illustré ci-dessous.



**Figure 3-3** Chute de tension dans la mesure du courant

#### REMARQUE

En cas d'utilisation dans le châssis d'instrument modulaire USB Agilent, il est recommandé d'utiliser la fonction Null du U2741A pour annuler tout décalage. Un temps de chauffe de 30 minutes est requis comme spécifié dans les spécifications CC.

## Autres origines d'erreur de mesure

### Erreurs de chargement (tension alternative)

Dans la fonction de tension alternative, l'entrée du multimètre numérique apparaît sous la forme d'une résistance de 1 MΩ en parallèle avec une capacité de 100 pF. Les fils que vous utilisez pour raccorder les signaux au multimètre augmentent la capacité et le chargement.

Pour de basses fréquences, l'erreur de chargement est (Équation 2) :

$$Error(\%) = \frac{-100 \times R_s}{R_s + 1 \text{ M}\Omega} \quad (2)$$

Pour de hautes fréquences, l'erreur de chargement est (Équation 3) :

$$Error(\%) = 100 \times \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi \times F \times R_s \times C_{in})^2}} - 1 \right] \quad (3)$$

$R_s$  = Résistance à la source

$F$  = Fréquence d'entrée

$C_{en}$  = Capacité d'entrée (100 pF) plus capacité des fils

### Mesures en dessous de la puissance maximale

Vous obtiendrez une précision optimale des mesures de courant alternatif si le multimètre numérique atteint ou est proche de la puissance maximale de la plage sélectionnée. Le réglage automatique de plage a lieu à 10 % (échelle la plus petite) et à 120 % (échelle la plus grande) de la puissance maximale. Cela vous permet de mesurer certaines entrées à la puissance maximale pour une plage et à 10 % pour la plage suivante. De manière générale, la précision est meilleure à une plage moins grande. Pour une précision optimale, sélectionnez la plage manuelle la plus petite possible pour la mesure.

### **Erreurs liées à l'auto-échauffement dû à une haute tension**

Si vous appliquez une tension supérieure à 300 V eff., un auto-échauffement se produit dans les composantes de conditionnement de signal internes. Ces erreurs sont mentionnées dans les spécifications du multimètre numérique.

Les variations de température à l'intérieur du multimètre dues à un auto-échauffement peuvent être à l'origine d'erreurs dans les plages de tension alternative.

### **Erreurs de mesure du courant alternatif (chute de tension)**

Les erreurs de chute de tension s'appliquant au courant continu sont également valables pour les mesures de courant alternatif. Toutefois, les chutes de tension en courant alternatif sont principalement causées par l'inductance série du multimètre et par vos raccordements de mesure. Les chutes de tension augmentent à mesure que la fréquence d'entrée s'accroît. Certains circuits peuvent osciller lorsque vous réalisez des mesures de courant en raison de l'inductance série du multimètre et de vos raccordements de mesure.

### **Erreurs de mesure liées à des basses tensions**

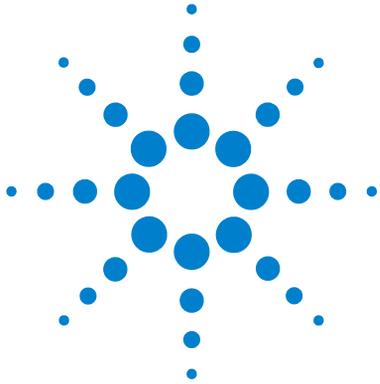
Si vous mesurez des tensions alternatives inférieures à 100 mV, sachez que ces mesures sont particulièrement vulnérables aux erreurs introduites par des sources de bruit externes. Un cordon de test exposé au bruit fait office d'antenne, et un multimètre numérique fonctionnant correctement mesurera les signaux reçus; Le chemin de mesure entier, y compris la ligne électrique, se comporte comme une antenne boucle. Les courants qui circulent dans la boucle créent des tensions incorrectes sur l'impédance en série avec l'entrée du multimètre. Pour cette raison, il convient d'appliquer de basses tensions alternatives au multimètre numérique à travers des câbles protégés. Vous devez raccorder cette protection à la borne LO d'entrée.

Dans la mesure du possible, branchez le multimètre et la source de courant alternatif à la même prise de courant. Il convient également de réduire au minimum la zone des boucles de terre qui ne peuvent pas être évitées. Une source de haute impédance est plus favorable à la collecte de bruit qu'une source de faible impédance. Vous pouvez réduire l'impédance haute fréquence d'une source en plaçant un condensateur en parallèle avec les bornes d'entrée du multimètre. Il vous faudra peut-être faire plusieurs essais pour déterminer la valeur correcte du condensateur pour votre application.

La majeure partie du bruit externe n'est pas corrélée au signal d'entrée. Vous pouvez déterminer l'erreur comme indiqué ci-dessous (Équation 4) :

$$\text{Voltage Measured} = \sqrt{V_{in}^2 + \text{Noise}^2} \quad (4)$$

Le bruit corrélé, bien que rare, a des effets négatifs. Le bruit corrélé vient toujours s'ajouter au signal d'entrée. La mesure d'un signal de bas niveau avec la même fréquence que la ligne électrique locale est un cas de figure courant à l'origine de cette erreur.



## 4 Caractéristiques et spécifications

Caractéristiques du produit 51

Spécifications du produit 53

Ce chapitre décrit les caractéristiques du produit U2741A, ainsi que ses spécifications de fonctionnement.



## 4 Caractéristiques et spécifications

Ces spécifications ne sont valables que si vous utilisez l'appareil Multimètre numérique modulaire USB U2741A dans un environnement *dépourvu* d'interférence électromagnétique et de charge électrostatique.

En présence d'interférences électromagnétiques ou de charges électrostatiques, la précision des mesures peut être amoindrie.

### REMARQUE

- Les sondes de mesure de la tension ne sont pas protégées et peuvent se comporter comme des antennes captant les interférences électromagnétiques qui viendront s'ajouter au signal à mesurer.
  - Avec des décharges électrostatiques de 4 000 V ou plus, le multimètre risque de ne plus répondre temporairement, ce qui entraînera des erreurs de mesure.
-

## Caractéristiques du produit

<b>INTERFACE DE COMMANDE A DISTANCE<sup>[1]</sup></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USB 2.0 à haute vitesse</li> <li>• Appareil de catégorie USBTMC 488.2 <sup>[2]</sup></li> </ul>
<b>ALIMENTATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• +12 Vcc, 2 A maximum</li> <li>• Source de tension TBT isolée</li> </ul>
<b>CONDITIONS LIÉES À L'ENVIRONNEMENT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spécifications valables 1 an, précision optimale à une température comprise entre 18 et 28 °C avec une HR de 50 %</li> <li>• Altitude jusqu'à 2000 mètres</li> <li>• Degré 2 de pollution</li> <li>• Pour un usage en local fermé seulement</li> </ul>
<b>CONDITIONS DE STOCKAGE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre -20 et 70 °C</li> <li>• Humidité relative de 15 à 90 % (sans condensation)</li> </ul>
<b>CONFORMITE AUX NORMES DE SECURITE</b>	<p>Certifié conforme aux normes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI 61010-1:2001/EN61010-1:2001 (2e édition)</li> <li>• Canada : CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1-04</li> <li>• États-Unis : ANSI/UL 61010-1 : 2004</li> </ul>
<b>CONFORMITÉ RELATIVE AUX MESURES</b>	Protection contre les surtensions 300 V, cat. II
<b>CONFORMITÉ CEM (ÉLECTROMAGNETIQUE)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IEC 61326-2002/EN 61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003</li> <li>• Canada : ICES-001 : 2004</li> <li>• Australie/Nouvelle Zélande : AS/NZS CISPR11:2004</li> </ul>
<b>TAUX DE RÉJECTION DE MODE COMMUN (TRMC)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TRMC DC &gt;120 dB avec une charge de 1k non équilibrée</li> <li>• TRMC AC &gt;70 dB à 50/60 Hz ±0,1 % avec une charge de 1k non équilibrée</li> </ul>
<b>TAUX DE RÉJECTION DE MODE NORMAL (TRMN)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &gt;60 dB à 50/60 Hz ±0,1 %<sup>[3]</sup></li> <li>• &gt;0 dB à 50/60 Hz ±0,1 %<sup>[4]</sup></li> </ul>
<b>CHOCES ET VIBRATIONS</b>	Appareil testé selon la norme CEI/EN 60068-2
<b>CONNECTEUR D'E/S</b>	Quatre bornes banane
<b>DIMENSIONS (L × P × H)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 105,00 mm x 175,00 mm x 11,50 mm (sans pare-chocs caoutchouc)</li> <li>• 117,00 mm x 180,00 mm x 41,00 mm (avec pare-chocs caoutchouc)</li> </ul>
<b>POIDS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 451 g (sans pare-chocs)</li> <li>• 509 g (avec pare-chocs)</li> </ul>

## 4 Caractéristiques et spécifications

---

<b>GARANTIE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reportez-vous à <a href="http://www.agilent.com/go/warranty_terms">http://www.agilent.com/go/warranty_terms</a><ul style="list-style-type: none"><li>• Un an sur le produit</li><li>• Trois mois sur les accessoires standard (sauf indication contraire)</li></ul></li><li>• Notez que, pour le produit, la garantie ne couvre pas :<ul style="list-style-type: none"><li>• Les dégâts de contamination</li><li>• L'usure normale des composants mécaniques</li><li>• Les manuels</li></ul></li></ul>
<b>ÉTALONNAGE</b>	L'intervalle d'étalonnage d'un an est vivement conseillé.
<b>Catégorie de mesure</b>	Le multimètre numérique modulaire USB U2741A est conçu pour une utilisation avec des mesures de catégorie II de 300 V.
<b>Définition des catégories de mesure</b>	<p>La catégorie I correspond aux mesures réalisées sur des circuits qui ne sont pas directement connectés au secteur. Exemples : mesures effectuées sur les circuits non dérivés du secteur et sur ceux dérivés du secteur mais équipés d'une protection spéciale (interne).</p> <p>La catégorie II correspond à des mesures effectuées sur des circuits connectés directement à des installations basse tension. Exemples : mesures effectuées sur les appareils électroménagers, les outils portables et autres équipements similaires.</p> <p>La catégorie III correspond aux mesures réalisées sur les installations électriques de bâtiments. Exemples : mesures effectuées sur les tableaux de distribution, les disjoncteurs, le câblage, notamment les câbles, les barres omnibus, les boîtes de jonction, les commutateurs et les prises de courant d'installation fixe, les équipements à usage industriel et d'autres équipements tels que les moteurs stationnaires disposant d'une connexion permanente à l'installation fixe.</p> <p>La catégorie IV correspond à des mesures réalisées sur des sources d'installations basse tension. Exemples : compteurs électriques et mesures effectuées sur les dispositifs principaux de protection contre les surintensités et les unités de télécommande centralisée.</p>

---

<sup>[1]</sup> UPour les connexions à distance utilisant Agilent E5813A, référez-vous au [Chapitre 1](#).

<sup>[2]</sup> Uniquement compatible avec des systèmes d'exploitation Microsoft Windows.

<sup>[3]</sup> Valable pour un réglage NPLC > 1

<sup>[4]</sup> Valable pour un réglage NPLC de 0,2 et 0,02

# Spécifications du produit

## Spécifications pour le courant continu <sup>1</sup>

Tableau 4-1 Précision en courant continu

Fonction	Plage	Impédance d'entrée	Courant test/Chute de tension, résistance du shunt	Précision (± % de lecture + % de plage)	Coefficient de température Entre 0 °C et 18 °C Entre 28 °C et 55 °C
Tension <sup>2</sup>	100,000 mV	10 MΩ	-	0,015 + 0,008	0,002 + 0,0008
	1,00000 V	10 MΩ	-	0,015 + 0,005	0,001 + 0,0005
	10,0000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	100,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,002 + 0,0005
	300,000 V	10 MΩ	-	0,018 + 0,005	0,0015 + 0,0005
Courant <sup>3</sup>	10,0000 mA	-	<0,2 V, 10 Ω	0,06 + 0,015	0,005 + 0,0025
	100,000 mA	-	<0,2 V, 1 Ω	0,06 + 0,005	0,008 + 0,002
	1,00000 A	-	<0,3 V, 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
	2,0000 A	-	<0,8 V, 0,1 Ω	0,15 + 0,007	0,005 + 0,002
Résistance <sup>4</sup>	100,000 Ω	-	1,0 mA	0,03 + 0,008	0,006 + 0,0008
	1,00000 kΩ	-	1,0 mA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	10,0000 kΩ	-	100 μA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	100,000 kΩ	-	10,0 μA	0,03 + 0,005	0,006 + 0,0005
	1,00000 MΩ	-	1 μA	0,06 + 0,005	0,01 + 0,0005
	10,0000 MΩ	-	225 nA	0,25 + 0,005	0,025 + 0,0005
	100,000 MΩ	-	225 nA	2,0 + 0,005	0,3 + 0,0005
Test de diodes <sup>5</sup>	1,0000 V	-	1,00 mA	0,015 + 0,03	0,005 + 0,0005
Test de continuité <sup>6</sup>	1,0000 kΩ	-	1,00 mA	0,05 + 0,03	0,005 + 0,0005

## 4 Caractéristiques et spécifications

<sup>1</sup> Ces spécifications ont été établies sur une période de préchauffage d'une heure, à une résolution de NPLC 20 et une température d'étalonnage comprise entre 18 °C et 28 °C. Pour des résolutions NPLC 0 et 0,025, ajoutez 0,01 % de la plage.

<sup>2</sup> 120 % au-dessus de la plage pour toutes les plages sauf 300 V c.c. Protection d'entrée jusqu'à 300 V c.c.

<sup>3</sup> Entrée protégée par fusible rapide 2 A, 250 V, accessible depuis l'extérieur.

<sup>4</sup> Les spécifications s'appliquent à des résistances 4 fils et 2 fils avec la fonction Null du logiciel AMM. Si la fonction Null du logiciel AMM n'est pas utilisée, tenez compte d'une erreur de 0,2 Ω. Protection d'entrée jusqu'à 300 V c.c. Spécifications valables pour un réglage NPLC ≥ 1.

<sup>5</sup> Les spécifications s'appliquent à la tension mesurée aux bornes d'entrée.

<sup>6</sup> Le seuil de continuité est réglé sur une valeur inférieure à 10 Ω.

### Points à prendre en compte pour stabiliser le courant continu

Un passage du courant d'une mesure > 1 A à une mesure plus basse peut être à l'origine d'une erreur proche de 0,3 % de la lecture en raison d'un auto-échauffement qui se dissipe en principe en une minute.

### Spécifications pour le courant alternatif<sup>1</sup>

Tableau 4-2 Précision du courant alternatif pour la tension

Fonction	Plage	Entrée de précision (% de lecture + % de plage) Fréquence (Hz)			
		20 ~ 45	45 ~ 10 k	10k ~ 30 k	30 k ~ 100 k <sup>3</sup>
Tension <sup>2</sup>	100,000 mVeff	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,5 + 0,3	5,0 + 0,3
	1,00000 V	1 + 0,1	0,2 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	10,0000 V	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	100,000 V	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2
	250,000 V <sup>4</sup>	1 + 0,1	0,3 + 0,1	1,0 + 0,1	3,0 + 0,2

<sup>1</sup> Ces spécifications ont été établies sur une période de préchauffage d'une heure, à une température d'étalonnage comprise entre 18 °C et 28 °C. Avec un réglage manuel de plage, le temps de stabilisation est de 2,6 secondes alors qu'en mode automatique, la précision de la première mesure est inférieure à 1 %.

<sup>2</sup> Ces spécifications s'appliquent à des entrées d'ondes sinusoïdales supérieures à 5 % de la plage. 120 % au-dessus de la plage pour toutes les plages sauf 250 V c.a. Facteur de crête maximal de 5 à la puissance maximale. L'impédance d'entrée est de 1 MΩ en parallèle avec une capacité inférieure à 120 pF et un couplage alternatif allant jusqu'à 300 V c.c.

<sup>3</sup> Tenir compte d'une erreur liée au cas d'une fréquence supérieure à 30 kHz avec une entrée de signal inférieure à 10 % de la plage. Entre 30 kHz et 100 kHz : 0,003 % à la puissance maximale par kHz.

<sup>4</sup> Le signal d'entrée doit être supérieur à 50 V eff.

**Tableau 4-3** Coefficient de température pour la tension

	Plage	Fréquence (Hz)			
		20 ~ 45	45 ~ 10 k	10k ~ 30 k	30 k ~ 100 k
Coefficient de température	100,000 mVeff, 1,00000 V, 10,0000 V, 100,000 V, 250,000 V	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02	0,05 + 0,02	0,1 + 0,02

**Tableau 4-4** Précision alternative pour le courant <sup>1</sup>

Fonction	Plage	Chute de tension/shunt électrique	Entrée de précision (% de lecture + % de plage) Fréquence (Hz)		
			20 ~ 45	45 ~ 1 k	1 k ~ 10 k
Courant <sup>2</sup>	10,0000 mA	<0,2 V, 10 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	100,000 mA	<0,2 V, 1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	1,00000 A	<0,3 V, 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2
	2,0000 A	<0,8 V, 0,1 Ω	1,5 + 0,1	0,5 + 0,1	2 + 0,2

<sup>1</sup> Avec un réglage manuel de plage, le temps de stabilisation est de 2,6 secondes alors qu'en mode automatique, la précision de la première mesure est inférieure à 1 %.

<sup>2</sup> Entrée protégée par fusible rapide 2 A, 250 V, accessible depuis l'extérieur.

## 4 Caractéristiques et spécifications

**Tableau 4-5** Coefficient de température pour le courant

	Plage	Fréquence (Hz)		
		20 ~ 45	45 ~ 10 k	10k ~ 30 k
Coefficient de température	10,0000 mA, 100,000 mA, 1,00000 A, 2,0000 A	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02	0,02 + 0,02

### Spécifications pour la fréquence<sup>1</sup>

**Tableau 4-6** Précision de fréquence

Fonctions	Plage	Précision (% de lecture + % de plage)	Fréquence d'entrée minimale	Coefficient de température (%)
Fréquence	De 20 à 300 kHz	0,0200 +0,003	1 Hz	0,005

**Tableau 4-7** Sensibilité de fréquence pour la tension alternative

Fonctions	Plage d'entrée	Sensibilité minimale (onde sinusoïdale quadratique moyenne) Fréquence (Hz)	
		20 ~ 100 k	100 ~ 300 k
Tension en courant alternatif	100 mV <sup>2</sup>	20 mV	20 mV
	1 V	100 mV	120 mV
	10 V	1 V	1,2 V
	100 V	10 V	20 V
	250 V	100 V	120 V

<sup>1</sup> La mesure de la fréquence n'est possible qu'en mode de réglage automatique de plage. Les spécifications sont valides pour un préchauffage de 1 heure, avec une ouverture d'une seconde. La méthode de mesure repose sur la technique de comptage réciproque avec une tension alternative couplée à une fonction de tension alternative. Porte de 0,1 seconde ou de 1 seconde.

<sup>2</sup> Valable uniquement pour des mesures d'ondes carrées.

## Caractéristiques de température

**Tableau 4-8** Précision de la température

Fonction	Type de thermorésistance	Plage	Précision	Coefficient de température
Température	Thermistance de 5 k $\Omega$	Entre -80 °C et 150 °C Entre -112 °F et 302 °F	Précision de sonde + 0,2 %	0,002 °C

## **4 Caractéristiques et spécifications**

**www.agilent.com**

**Pour nous contacter**

Pour obtenir un dépannage, des informations concernant la garantie ou une assistance technique, veuillez nous contacter aux numéros suivants :

Etats-Unis :

(tél) 800 829 4444 (fax) 800 829 4433

Canada :

(tél) 877 894 4414 (fax) 800 746 4866

Chine :

(tél) 800 810 0189 (fax) 800 820 2816

Europe :

(tél) 31 20 547 2111

Japon :

(tél) (81) 426 56 7832 (fax) (81) 426 56 7840

Corée :

(tél) (080) 769 0800 (fax) (080) 769 0900

Amérique Latine :

(tél) (305) 269 7500

Taiwan :

(tél) 0800 047 866 (fax) 0800 286 331

Autres pays de la région Asie Pacifique :

(tél) (65) 6375 8100 (fax) (65) 6755 0042

Ou consultez le site Web Agilent à l'adresse :

[www.agilent.com/find/assist](http://www.agilent.com/find/assist)

Les spécifications et descriptions de produit contenues dans ce document peuvent faire l'objet de modifications sans préavis.

© Agilent Technologies, Inc., 2008 - 2012

Quatrième édition, 4 mai 2012

U2741-90010



**Agilent Technologies**