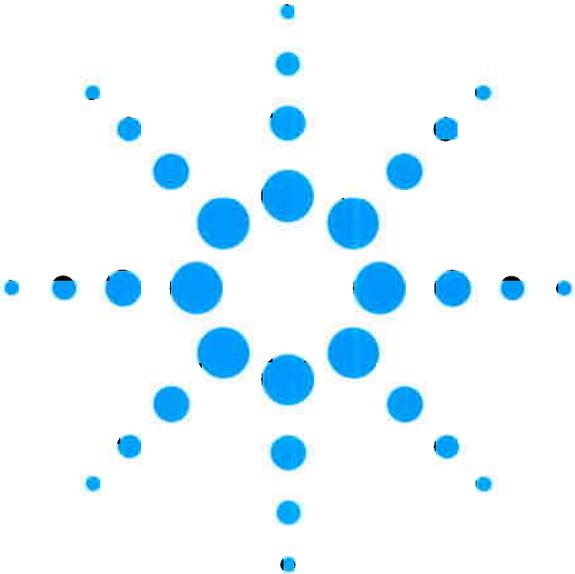
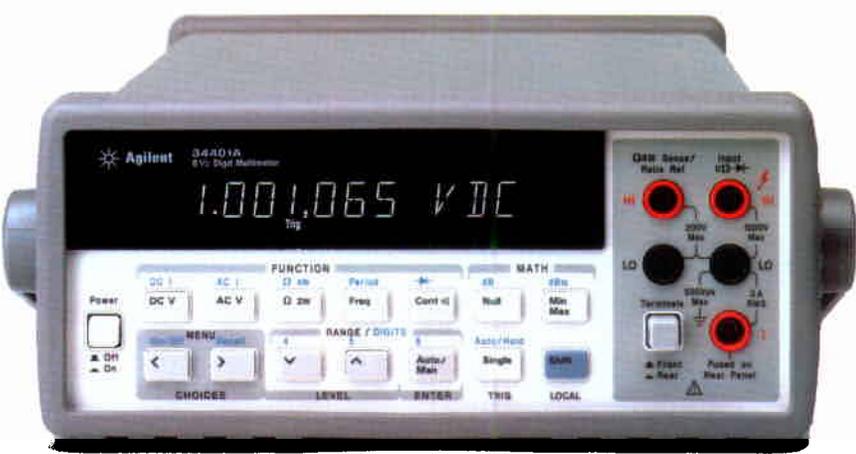


Multimètre
Agilent 34401A



**Guide
d'utilisation**



Agilent Technologies

© Copyright 1992-2003
Agilent Technologies, Inc.
Tous droits réservés.

Historique d'édition
Edition 1, avril 1992
Edition 2, octobre 1992
Edition 3, mars 2003

Chaque nouvelle édition constitue une révision complète du manuel. Les mises à jour publiées entre deux éditions successives peuvent contenir des informations supplémentaires et des pages de remplacement que vous devez insérer vous-même dans le manuel. Les dates de cette page ne changent qu'à chaque nouvelle édition.

Certification
Agilent Technologies certifie que ce produit était, au moment de l'expédition, conforme aux caractéristiques publiées à son sujet. De plus, Agilent Technologies certifie que ses mesures d'étalonnage sont en accord avec le United States National Institute of Standards and Technology (Institut national américain de normalisation et de technologie, anciennement National Bureau of Standards, Bureau national de normalisation), dans les limites que permettent les installations d'étalonnage de cet institut, et avec les installations d'étalonnage d'autres membres de l'International Standards Organization (Organisation de normalisation internationale).

Garantie
Ce produit Agilent Technologies est garanti pièces et main-d'oeuvre contre tous les vices de matériaux et de fabrication, pendant une période de trois ans à compter de la date d'expédition. La durée et les conditions de la garantie de ce produit peuvent être annulées et remplacées lorsque ce dernier est intégré dans (devient partie intégrante) d'autres produits Agilent

Technologies. Pendant la durée de la garantie, Agilent Technologies choisira, soit de réparer, soit de remplacer les produits réputés défectueux.

Maintenance au titre de la garantie
Pour toute intervention ou réparation au titre de la garantie, le produit doit être retourné à un centre de maintenance désigné par Agilent Technologies. En ce qui concerne les produits retournés à Agilent Technologies au titre de la garantie, l'Acheteur paiera les frais d'expédition du produit, et Agilent Technologies paiera les frais de retour. Toutefois, lorsque les produits sont retournés à Agilent Technologies depuis l'étranger, l'Acheteur doit payer à l'avance les frais d'expédition aller et retour du produit, ainsi que tous les droits de douane et taxes encourus.

Restriction de garantie
La garantie qui précède ne pourra s'appliquer aux défauts résultants d'une maintenance inadaptée ou mal exécutée, du fait de l'Acheteur; de l'utilisation d'un produit ou d'une interface fournis par l'Acheteur; de tout emploi non conforme ou de toute modification effectuée sans autorisation; d'un emploi dans des conditions ambiantes non conformes aux normes de sécurité pour le produit, ou d'un site insuffisamment préparé ou mal entretenu. La conception et la mise en oeuvre d'un quelconque circuit sur ce produit se fait sous la seule responsabilité de l'Acheteur. Agilent ne garantit pas les circuits de l'Acheteur ni le mauvais fonctionnement des produits Agilent qui serait dû à ces circuits. Par ailleurs, Agilent ne garantit aucun dégât qui serait le résultat des circuits de l'Acheteur, ni aucun défaut qui résulterait de

produits fournis par l'Acheteur.

Il n'existe aucune autre garantie, expresse ou implicite. Agilent Technologies exclut expressément toute garantie implicite du caractère adéquat pour la commercialisation ou un usage particulier.

Limites du recours
Le recours qui précède est le recours unique et exclusif de l'Acheteur. Agilent Technologies ne pourra être tenu pour responsable de tout dommage direct, indirect, spécial, secondaire ou conséquent, qu'il repose sur un contrat, un préjudice ou toute autre théorie légale.

Note importante
Les informations contenues dans ce document pourront être modifiées sans préavis. **Agilent Technologies ne donne aucune garantie de quelque forme que ce soit pour ce produit, et notamment, sans que cette énumération soit limitative, aucune garantie implicite de l'adéquation à la commercialisation ou à un usage particulier.** Agilent Technologies ne pourra être tenu pour responsable des erreurs contenues dans ce manuel ou de tout dommage secondaire ou conséquent découlant de la fourniture, des performances ou de l'utilisation du produit. Aucune partie de ce document ne peut être photocopiée, reproduite ou traduite dans une autre langue sans l'autorisation écrite préalable de Agilent Technologies.

Limitation des droits
L'utilisation, la duplication et la divulgation par le Gouvernement sont sujettes aux restrictions établies dans la sous-division (b)(3)(ii) de la clause Rights in Technical Data and Computer Software

(Droits dans les données techniques et les logiciels informatiques), 52.227-7013. Agilent Technologies, Inc. 815 14th Street S.W. Loveland, Colorado 80537 U.S.A.

Sécurité
N'installez aucun composant de substitution et n'effectuez aucune modification non autorisée du produit. Pour toute intervention ou réparation, retournez le produit à votre distributeur Agilent afin de ne pas altérer les dispositions concernant la sécurité.

Symboles de sécurité
Avertissement

Attire l'attention sur une procédure, une méthode ou une condition susceptible d'entraîner des blessures corporelles ou la mort.

Attention

Attire l'attention sur une procédure, une méthode ou une condition susceptible d'endommager l'équipement ou d'entraîner la perte définitive de données.



Symbole de manuel d'instructions. Indique que l'utilisateur doit se référer au manuel, dans lequel il trouvera une note Avertissement ou Attention spécifique, destinée à éviter tout risque de blessure corporelle ou d'endommagement du produit.



Indique la présence éventuelle de tensions dangereuses.



Symbole de terre



Symbole de masse du châssis

**Le Agilent 34401A est un multimètre numérique à 6½ chiffres, à hautes performances.
Il associe les fonctions d'appareil portable et de système pour apporter une réponse universelle à vos besoins présents et futurs en matière de mesure.**

Fonctions pratiques d'appareil de mesure

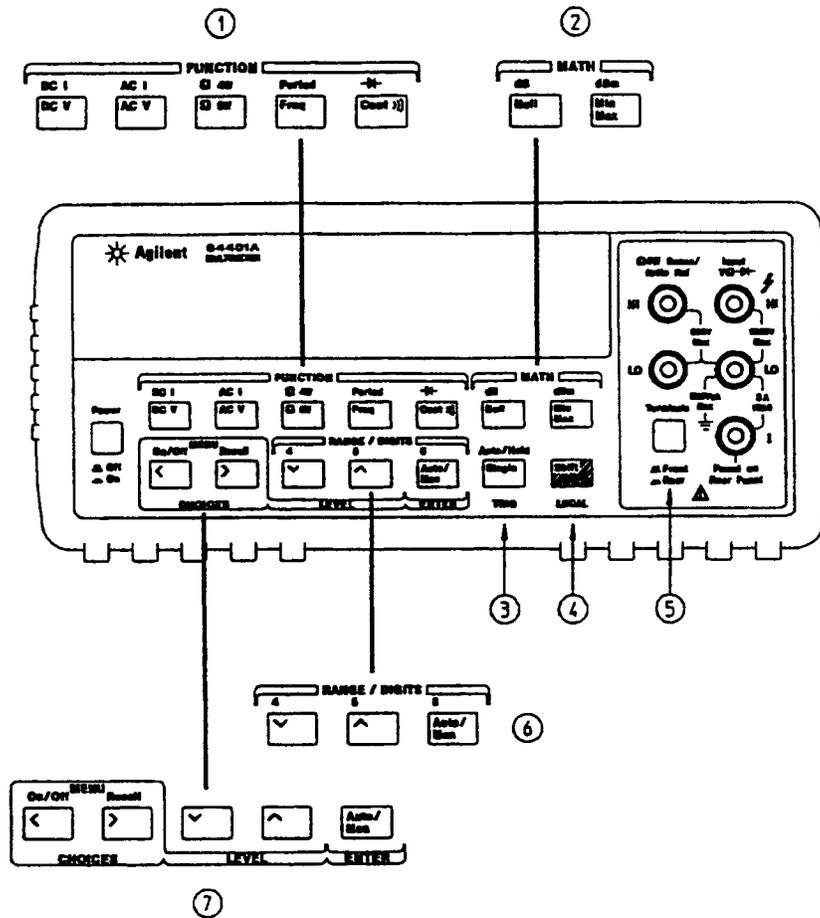
- Afficheur à tube fluorescent à haute lisibilité
- Fonctions mathématiques intégrées
- Test de continuité, test de diode
- Fonction de maintien du résultat affiché, laissant les mains libres
- Boîtier portable robuste avec pied anti-dérapant

Souplesse des fonctions système

- Interface GPIB (IEEE-488) en standard
- Interface RS-232 en standard
- Langages de programmation standard : SCPI, Agilent 3478A et Fluke 8840
- Vitesse de lecture pouvant atteindre 1000 lectures par seconde
- Possibilité de stocker jusqu'à 512 lectures
- Test de limites avec signaux accepté/rejeté

**Multimètre
Agilent 34401A**

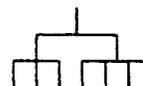
La face avant en bref



- | | | | |
|---|--|---|---|
| 1 | Touches de fonction de mesure | 5 | Commutateur de borne d'entrée avant / arrière |
| 2 | Touches d'opérations mathématiques | 6 | Touches gamme / nombre de chiffres affichés |
| 3 | Déclenchement mono-coup / déclenchement automatique / touche de maintien de résultat | 7 | Touches de manipulation du menu |
| 4 | Touche Shift / local | | |

La face avant en bref

La structure de ce menu est celle d'un arbre retourné comprenant trois niveaux.

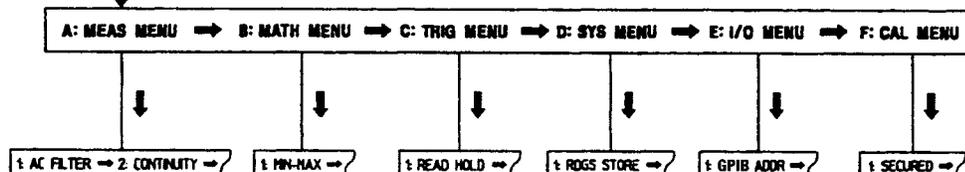


Pour activer le menu, appuyez sur :



Pour se déplacer
> vers la gauche ou
< vers la droite

Pour monter
ou descendre



Pour entrer une commande, appuyez sur :



A: MEASurement MENU

1: AC FILTER ⇒ 2: CONTINUITY ⇒ 3: INPUT R ⇒ 4: RATIO FUNC ⇒ 5: RESOLUTION

B: MATH MENU

1: MIN-MAX ⇒ 2: NULL VALUE ⇒ 3: dB REL ⇒ 4: dBm REF R ⇒ 5: LIMIT TEST ⇒ 6: HIGH LIMIT ⇒ 7: LOW LIMIT

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD ⇒ 2: TRIG DELAY ⇒ 3: N SAMPLES

D: SYStem MENU

1: RDGS STORE ⇒ 2: SAVED RDGS ⇒ 3: ERROR ⇒ 4: TEST ⇒ 5: DISPLAY ⇒ 6: BEEP ⇒ 7: COMMA ... 8: REVISION

E: Input / Output MENU

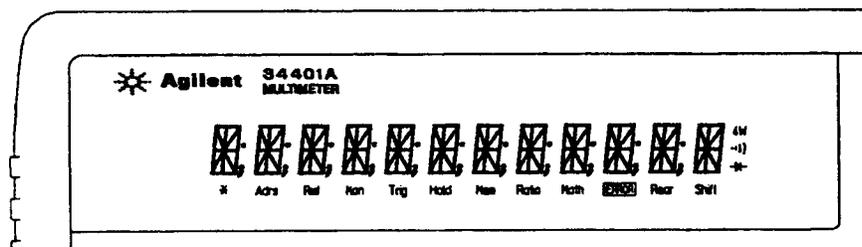
1: GPIB ADDR ⇒ 2: INTERFACE ⇒ 3: BAUD RATE ⇒ 4: PARITY ⇒ 5: LANGUAGE

F: CALibration MENU

1: SECURED ⇒ [1: UNSECURED] ⇒ [2: CALIBRATE] ⇒ 3: CAL COUNT ⇒ 4: MESSAGE

NOTE: Les deux commandes entre crochets ([]) du CAL MENU sont "masquées" tant que le multimètre n'est pas dé-protégé (UNSECURED) pour l'étalonnage.

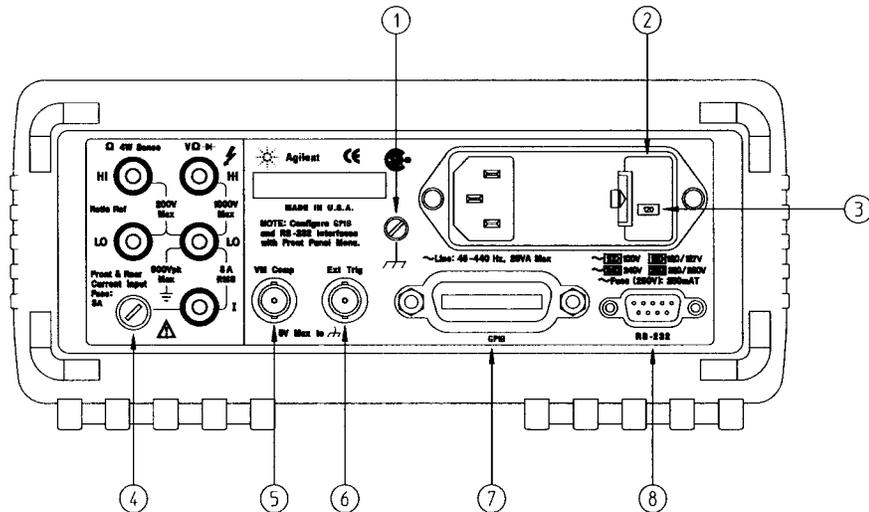
Indicateurs d'affichage



*	Allumé pendant une mesure.
Adrs	Le multimètre est adressé pour parler ou écouter au moyen d'une interface distante.
Rmt	Le multimètre est en mode distant (interface distante).
Man	Le multimètre utilise la sélection de gamme manuelle (la sélection automatique est désactivée).
Trig	Le multimètre attend un déclenchement mono-coup ou un déclenchement externe.
Hold	L'option de maintien des résultats est activée.
Mem	Allumé lorsque le stockage des résultats est activé.
Ratio	Le multimètre utilise l'option rapport tension cc:tension cc.
Math	Une opération mathématique est activée (mesure relative, min-max, dB, dBm ou test de limites).
ERROR	Des erreurs concernant le matériel ou les commandes de l'interface distante ont été détectées.
Rear	Les bornes d'entrée arrière ont été sélectionnées.
Shift	La touche "Shift" a été sélectionnée.
4W	Le multimètre fonctionne en ohms 4 fils.
·)	Le multimètre fonctionne en test de continuité.
→	Le multimètre fonctionne en test de diode.

Pour examiner les indicateurs d'affichage, mettez le multimètre sous tension en maintenant la touche **Shift** enfoncée.

Le panneau arrière en bref



-
- | | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Masse mécanique | 5 | Borne de sortie voltmètre prêt |
| 2 | Porte-fusible de l'alimentation secteur | 6 | Borne d'entrée de déclenchement externe |
| 3 | Réglage de l tension secteur | 7 | Connecteur d'interface GPIB (IEEE-488) |
| 4 | Fusible de l'entrée de courant avant et arrière | 8 | Connecteur d'interface RS-232 |

Utilisez le menu Input/Output de la face avant pour :

- Sélectionner l'interface GPIB ou RS-232 (voir chapitre 4).
- Fixer l'adresse sur le bus GPIB (voir chapitre 4).
- Fixer la vitesse en bauds et la parité de l'interface RS-232 (voir chapitre 4).

Contenu de ce manuel

Introduction Le chapitre 1 vous explique comment préparer le multimètre et vous aide à vous familiariser avec certaines fonctions de la face avant.

Menu de la face avant Le chapitre 2 présente le menu de la face avant et décrit certaines fonctions accessibles par ce menu.

Caractéristiques et fonctions Le chapitre 3 contient une description détaillée des possibilités du multimètre et de son fonctionnement. Ce chapitre vous aidera à utiliser le multimètre à partir de la face avant ou par l'intermédiaire de l'interface distante.

Guide de l'interface distante Le chapitre 4 contient les informations de référence qui vous permettront de programmer le multimètre au moyen de l'interface distante.

Messages d'erreur Le chapitre 5 donne la liste des messages d'erreur qui peuvent apparaître lorsque vous utilisez le multimètre. Cette liste vous donne les informations nécessaires pour vous permettre de découvrir l'origine du problème et de le résoudre.

Programmes d'application Le chapitre 6 décrit plusieurs programmes d'application utilisant l'interface distante pour vous aider à écrire des programmes pour vos applications de mesure.

Initiation à la mesure Le chapitre 7 vous donne certaines règles et certaines techniques qui vous permettront de réaliser vos mesures avec une précision excellente et de réduire les risques d'erreur.

Caractéristiques Le chapitre 8 présente les caractéristiques du multimètre et explique la façon de les interpréter.

Si vous avez des questions concernant l'utilisation du multimètre, appelez le bureau commercial Agilent Technologies le plus proche.

Table des matières

Chapitre 1 Introduction

Préparation du multimètre	13
Mise sous tension du multimètre	15
Mesures de tension	17
Mesures de résistance	17
Mesures de courant	18
Mesures de fréquence (ou de période)	18
Tests de continuité	19
Test de diode	19
Sélection de gamme	20
Choix de la résolution	21
Formats d'affichage de la face avant	22
Montage du multimètre en baie	23

Chapitre 2 Menu de la face avant

Guide du menu de la face avant	27
Etude didactique du menu de la face avant	29
Pour désactiver la virgule de séparation	37
Mesures relatives à une valeur de référence	38
Stockage des valeurs minimales et maximales des mesures	39
Mesures en dB	40
Mesures en dBm	41
Déclenchement du multimètre	42
Maintien des résultats	43
Mesures de rapports tension cc :tension cc	44
Utilisation de la mémoire de mesures	46

Chapitre 3 Caractéristiques et fonctions

Configuration des mesures

Filtre de signal ca	51
Résistance de seuil de continuité	52
Résistance d'entrée CC	53
Résolution	54
Temps d'intégration	57
Commutation entre les bornes d'entrée avant et arrière	58
Réglage automatique de zéro	59
Sélection de gamme	60

Table des matières

Chapitre 3 Caractéristiques et fonctions (suite)

Opérations mathématiques

- Mesures min-max 63
- Fonction de mesure relative 64
- Mesures en dB 66
- Mesures en dBm 68
- Test de limites 69

Déclenchement

- Choix de la source de déclenchement 73
- L'état d'attente de déclenchement 76
- Arrêt d'une mesure en cours 76
- Nombre d'échantillons 77
- Nombre de déclenchements 78
- Retard de déclenchement 79
- Retards automatiques de déclenchement 81
- Maintien de résultat 82
- Borne voltmètre prêt 83
- Borne de déclenchement externe 83

Opérations relatives au système

- Mémoire de mesures 84
- Conditions d'erreur 85
- Auto-test 86
- Contrôle de l'afficheur 87
- Contrôle de l'avertisseur sonore 88
- Virgules de séparation 89
- Demande de la révision du micrologiciel 89
- Version du langage SCPI 90

Configuration de l'interface distante

- Adresse GPIB 91
- Sélection de l'interface distante 92
- Sélection de la vitesse en bauds (RS-232) 93
- Sélection de la parité (RS-232) 93
- Sélection du langage de programmation 94
- Connexion à un terminal ou à une imprimante (RS-232) 95

Étalonnage

- Protection de l'étalonnage 96
- Nombre d'étalonnages 99
- Message d'étalonnage 100

Maintenance par l'opérateur

- Remplacement du fusible secteur 101
- Remplacement des fusibles d'entrée de courant 101

Etat à la mise sous tension et à la ré-initialisation 102

Table des matières

Chapitre 4 Guide de l'interface distante

Résumé des commandes	105
Séquence de programmation simplifiée	110
Les commandes MEASure? et CONFigure	115
Commandes de configuration de mesure	119
Commandes d'opérations mathématiques	122
Déclenchement	125
Commandes de déclenchement	128
Commandes système	130
Le modèle d'état SCPI	132
Commandes de rapport d'état	142
Commandes d'étalonnage	144
Configuration de l'interface RS-232	145
Commandes de l'interface RS-232	149
Présentation du langage SCPI	150
Marques de fin de message en entrée	153
Formats de données en sortie	153
Utilisation de la remise à zéro d'appareil pour arrêter les mesures	154
Mode EMETTEUR SEULEMENT pour imprimantes	154
Définition de l'adresse GPIB	155
Sélection de l'interface distante	156
Réglage de la vitesse en bauds	157
Réglage de la parité	158
Sélection du langage de programmation	159
Compatibilité avec d'autres langages de programmation	160
Informations de conformité avec SCPI	162
Informations de conformité avec IEEE-488	163

Chapitre 5 Messages d'erreur

Erreurs d'exécution	167
Erreurs de l'auto-test	173
Erreurs d'étalonnage	174

Chapitre 6 Programmes d'application

Utilisation de MEASure? pour une mesure simple	179
Utilisation de CONFigure avec une opération mathématique	180
Utilisation des registres d'état	182
Programmation RS-232 avec QuickBASIC	186
Programmation RS-232 avec Turbo C	187

Table des matières

Chapitre 7 Initiation à la mesure

Erreur de FEM thermique	192
Erreurs dues à l'imperfection d'entrée du multimètre (volts cc)	193
Erreurs de courant de fuite	193
Réjection des tensions de bruit du secteur	194
Réjection de mode commun (CMR)	195
Bruit dû aux boucles magnétiques	195
Bruit dû aux boucles de masse	196
Mesures de résistance	197
Mesures en ohms 4 fils	197
Suppression des erreurs dues à la résistance des fils de mesure	198
Effets de dissipation de puissance	198
Effets du temps de stabilisation	198
Erreurs dans les mesures de résistances élevées	199
Erreurs de mesure des courants CC	199
Mesures CA efficaces (RMS) vraies	200
Erreurs de facteur de crête (entrées non sinusoïdales)	201
Erreurs dues à la charge d'entrée du multimètre (volts ca)	203
Mesures inférieures à la pleine échelle	204
Erreurs d'échauffement interne en haute tension	204
Erreurs de coefficient de température et de dépassement de capacité	204
Erreurs de mesure à faible niveau	205
Erreurs de mode commun	206
Erreurs dans les mesures de courant CA	206
Erreurs dans les mesures de fréquence et de période	207
Mesures CC et de résistance ultra-rapides	207
Mesures CA ultra-rapides	208

Chapitre 8 Caractéristiques

Caractéristiques CC	210
Caractéristiques CA	212
Caractéristiques de fréquence et de période	214
Informations générales	216
Calcul de l'erreur de mesure totale	217
Interprétation des caractéristiques du multimètre	219
Configuration des mesures pour la meilleure précision possible	222
Index	223

Déclaration de conformité 227

Introduction

Introduction

Le premier souhait de l'utilisateur est de se familiariser avec la face avant de son multimètre. Les exercices que nous proposons dans ce chapitre vous permettront de préparer le multimètre et de vous familiariser avec certaines fonctions de la face avant.

La face avant possède deux rangées de touches servant à sélectionner diverses fonctions et options. La plupart des touches sont associées à une fonction dont le nom est imprimé en *bleu au-dessus* de la touche. Pour exécuter une de ces fonctions, appuyez sur **Shift** (l'indicateur Shift s'allume). Appuyez ensuite sur la touche au-dessus de laquelle se trouve la désignation de la fonction souhaitée.

Par exemple, pour sélectionner la fonction courant continu, appuyez sur **Shift** **DC V** .

Si vous appuyez sur **Shift** par inadvertance, appuyez de nouveau dessus, et l'indicateur **Shift** s'éteindra.

*La couverture du dos de ce manuel est un aide-mémoire dépliant.
Vous y trouverez un résumé des principales fonctions du multimètre.*

Préparation du multimètre

Les étapes qui suivent vous apprennent à vérifier que le multimètre est prêt à l'emploi.

1 Vérifiez la liste des éléments fournis.

Assurez-vous que le multimètre vous a été livré avec tous les éléments énumérés ci-dessous. Si vous constatez que l'un d'eux manque, appelez le bureau commercial Agilent Technologies le plus proche.

- Un ensemble de fils de mesure.
- Un cordon d'alimentation.
- Un fusible pour le courant du secteur, déjà installé : *250 mA pour 100 ou 120 Vca.*
- Un fusible emballé séparément : *125 mA pour 220 ou 240 Vca.*
- Le présent *Guide d'utilisation.*
- Le *Guide de maintenance.*
- Une carte de *Référence rapide* dépliant.

2 Vérifiez que le fusible installé correspond à la tension secteur locale.

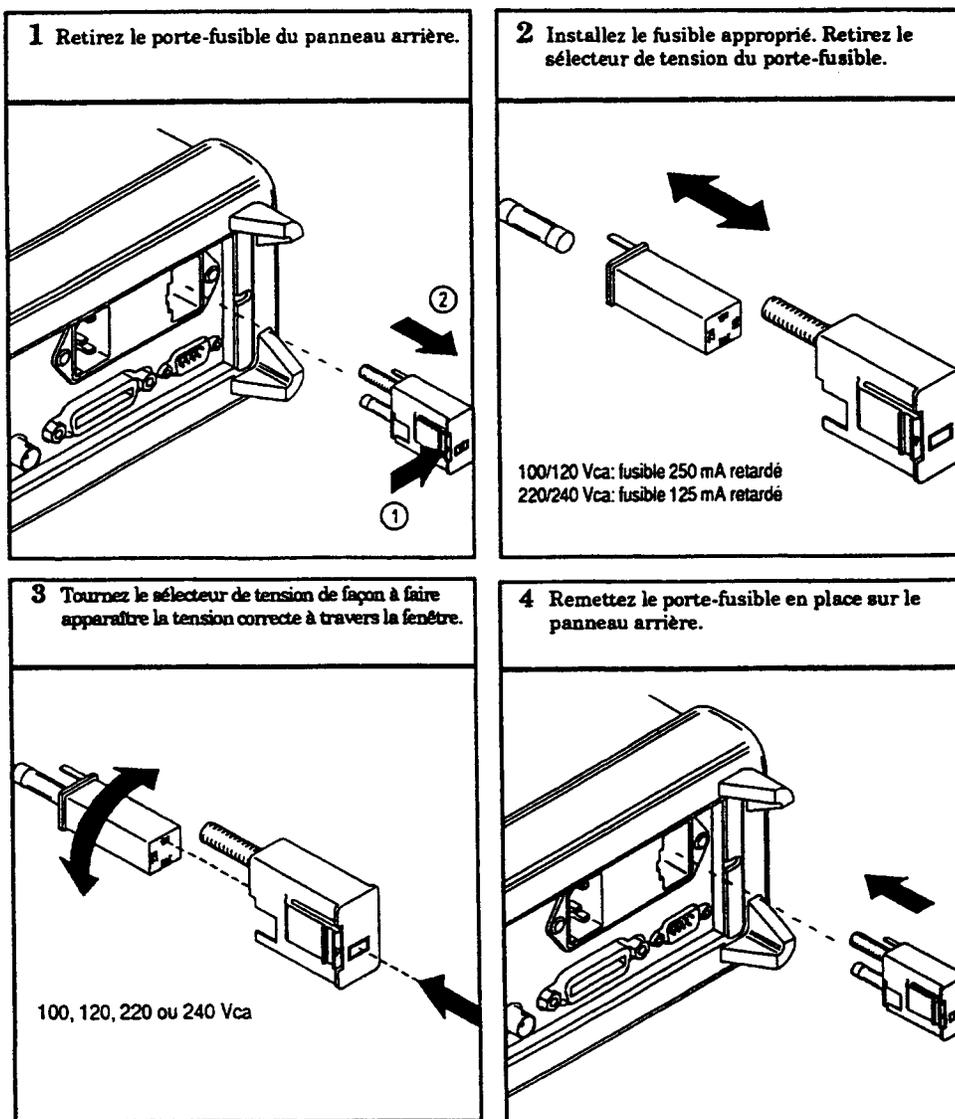
Le fusible correspondant au fonctionnement 100 ou 120 Vca (250 mA retardé) est *déjà installé* dans le multimètre au départ de l'usine.

Pour utiliser le multimètre sous une tension secteur de 220 ou 240 Vca, retirez le fusible 250 mA retardé et remplacez-le par le fusible 125 mA retardé également livré avec le multimètre (voir page 14).

3 Vérifiez le réglage de tension secteur.

En quittant l'usine, le multimètre est réglé pour fonctionner sous une tension secteur de *120 Vca*. Modifiez ce réglage si la tension secteur locale ne correspond pas à cette valeur. Les valeurs possibles sont : *100, 120, 220 ou 240 Vca* (voir page 14).

Chapitre 1
Préparation du multimètre



Installez le fusible approprié et vérifiez que la tension apparaissant à travers la fenêtre est correcte.

Mise sous tension du multimètre

Les étapes qui suivent vous expliquent comment mettre le multimètre sous tension et vérifier qu'il fonctionne correctement.

1 Brancher le cordon secteur et mettre le multimètre sous tension.

L'affichage de la face avant s'allume et le multimètre exécute l'auto-test de mise sous tension. L'adresse GPIB s'affiche. Vous remarquerez que le multimètre se trouve dans la fonction *tension continue*, avec sélection automatique de gamme, lorsqu'on le met sous tension.

*Pour obtenir l'allumage de mise sous tension de tous les indicateurs, mettez le multimètre sous tension en maintenant la touche **Shift** enfoncée.*

2 Exécutez l'auto-test complet.

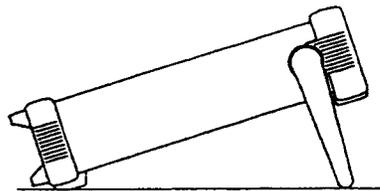
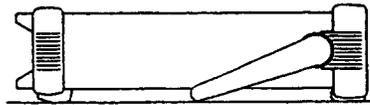
L'auto-test *complet* comprend une série de tests plus complète que celle qui s'exécute à la mise sous tension de l'appareil. Mettez l'instrument sous tension en maintenant la touche **Shift** enfoncée ; *maintenez-la enfoncée pendant au moins cinq secondes*. L'auto-test commencera lorsque vous relâcherez la touche.

Si l'auto-test est réussi, "PASS" s'affiche. En cas d'échec, "FAIL" s'affiche et l'indicateur ERROR s'allume. Les instructions à suivre pour renvoyer le multimètre en réparation chez Agilent Technologies se trouvent dans le *Guide de maintenance*.

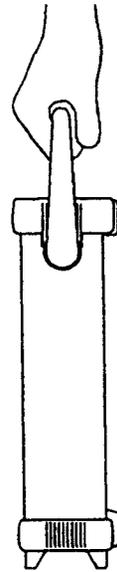
Suite page suivante ➡

3 Placez la poignée de transport dans la position voulue.

Pour ce faire, prenez la poignée par les côtés *en les écartant de l'instrument*. Amenez la poignée à la position désirée.



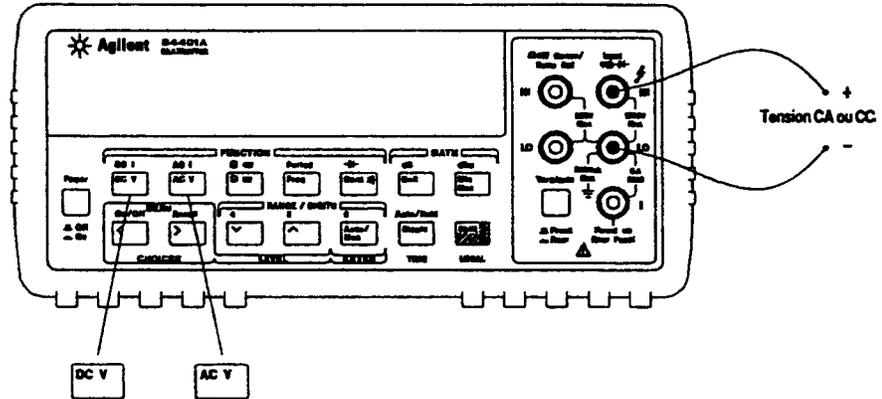
Positions de l'appareil en utilisation



Position de transport

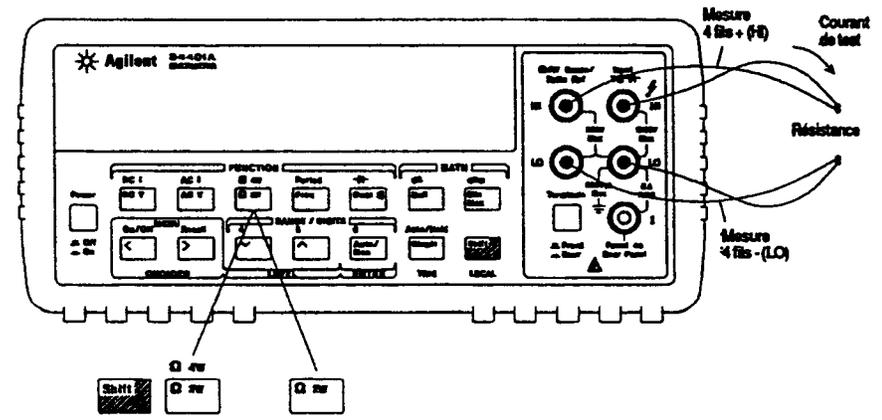
Mesures de tension

Gammes : 100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V (750 Vca)
Résolution maximale : 100 nV (sur la gamme 100 mV)
Mesures en CA : Valeur efficace (RMS) vraie, couplage ca



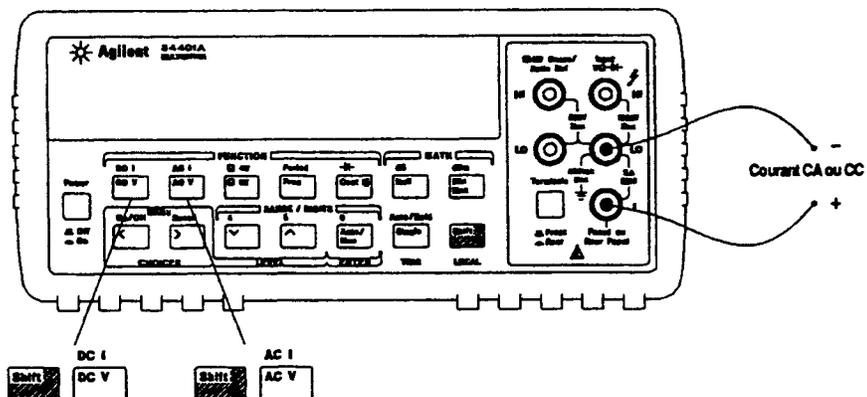
Mesures de résistance

Gammes : 100 Ω, 1 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ, 10 MΩ, 100 MΩ
Résolution maximale : 100 μΩ (sur la gamme 100 ohms)



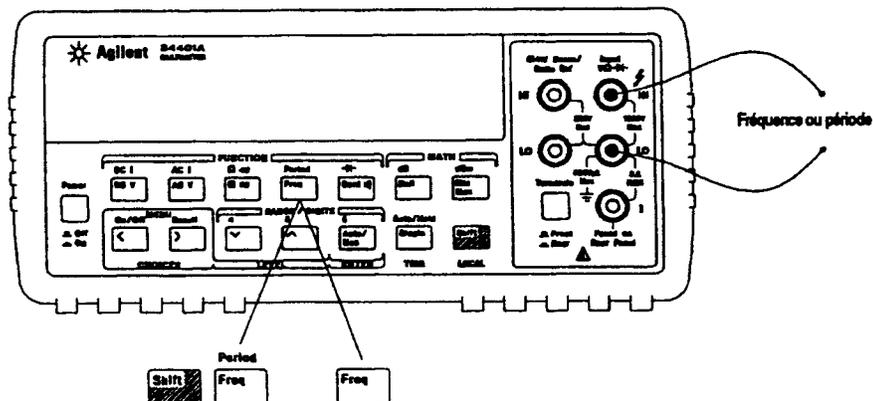
Mesures de courant

Gammes : 10 mA (cc uniquement), 100 mA (cc uniquement), 1 A , 3 A
Résolution maximale : 10 nA (sur la gamme 10 mA)
Mesures en CA : Valeur efficace (RMS) vraie, couplage ca



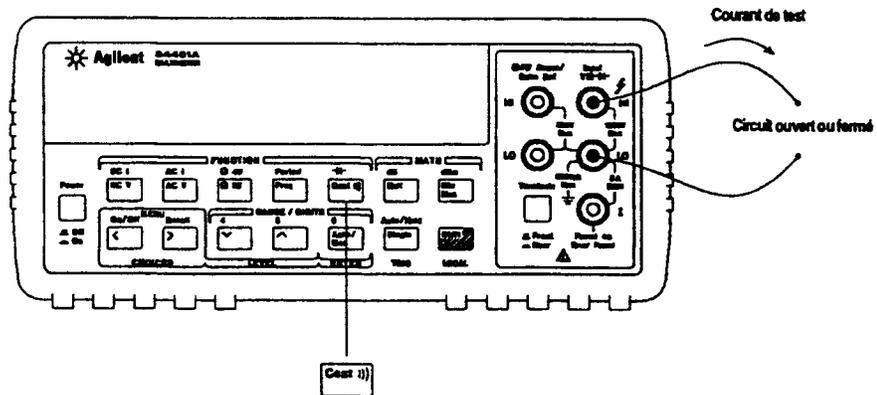
Mesures de fréquence (ou de période)

Etendue de mesure : 3 Hz à 300 kHz (0.33 s à 3.3 μ s)
Amplitude du signal d'entrée : 10 mVca à 750 Vca
Technique : Comptage réciproque



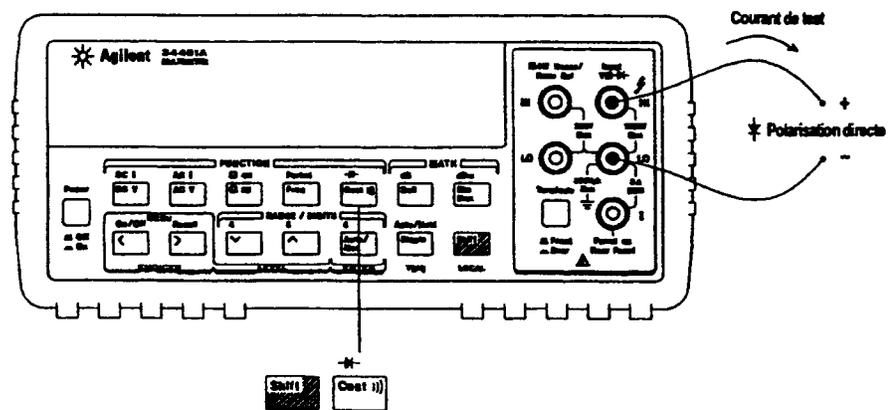
Tests de continuité

Source de courant de test : 1 mA
Résolution maximale : 0.1 Ω (gamme fixée à 1 kohm)
Seuil d'avertissement sonore : 1 Ω to 1000 Ω (avec l'avertisseur sonore lorsqu'une valeur inférieure au seuil est détectée)



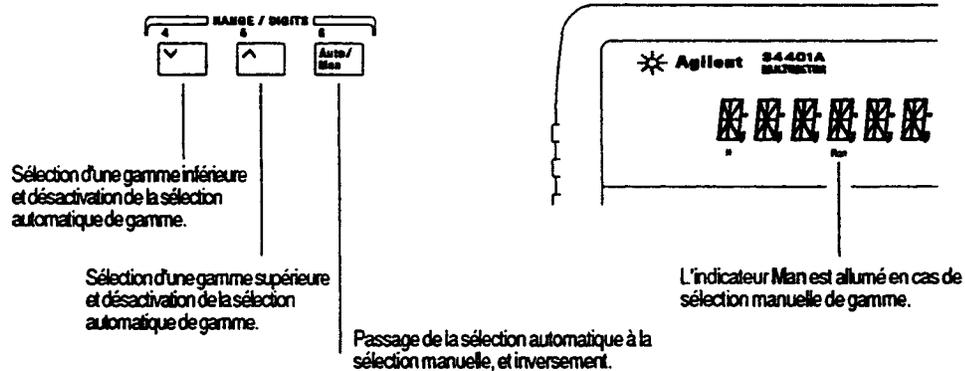
Test de diode

Source de courant de test : 1 mA
Résolution maximale : 100 μV (gamme fixée à 1 Vcc)
Seuil d'avertissement sonore : 0.3 volts à $V_{mesurée}$ à 0.8 volts (non ajustable)



Sélection de gamme

Vous pouvez opter, soit pour la sélection *automatique* de gamme, et dans ce cas le multimètre choisit automatiquement la gamme de mesure, soit pour la sélection *manuelle* et choisir alors vous-même la gamme.

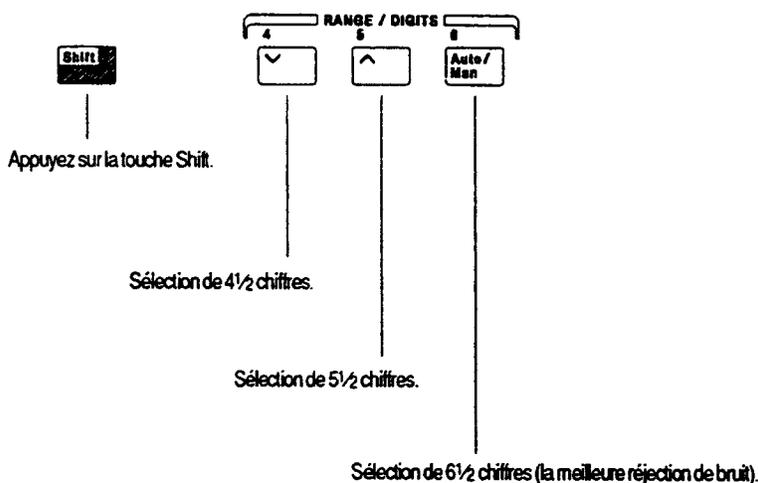


- La sélection automatique de gamme est active à la mise sous tension ou après une ré-initialisation effectuée par l'intermédiaire de l'interface distante.
- Seuils de sélection automatique :
Gamme inférieure à 10% de la gamme
Gamme supérieure à 120% de la gamme
- Si l'amplitude du signal d'entrée est supérieure à ce que la gamme courante peut mesurer, le multimètre affiche une indication de surcharge ("OVLD").
- Lors des mesures de fréquence et de période à partir de la face avant, la sélection de gamme est fonction de la *tension* d'entrée du signal, et non de la fréquence.
- La gamme correspondant aux tests de continuité (1 k Ω) et de diode (1 Vcc) est fixe.

Le mode de sélection de gamme ne s'applique qu'à la fonction choisie. Vous pouvez donc choisir la méthode de sélection de gamme (automatique ou manuelle) indépendamment pour chaque fonction. En cas de sélection manuelle, la gamme sélectionnée pour une fonction donnée ne s'applique qu'à cette fonction ; lorsque vous changez de fonction, le multimètre conserve la gamme choisie pour chacune des fonctions.

Choix de la résolution

Vous pouvez choisir une résolution d'affichage de 4½ chiffres, 5½ chiffres ou 6½ chiffres, selon que vous souhaitez optimiser la vitesse de mesure ou la réjection du bruit. Dans ce manuel, le chiffre de poids le plus fort (le plus à gauche sur l'affichage) s'appelle le "½" chiffre, car il ne peut prendre que les valeurs "0" ou "1".



- La résolution est réglée à 5½ chiffres à la mise sous tension ou après une ré-initialisation effectuée par l'intermédiaire de l'interface distante.
- La résolution est réglée à 4½ chiffres lors des tests de continuité et des tests de diode.

La résolution ne s'applique qu'à la fonction choisie. Cela signifie que vous pouvez sélectionner la résolution indépendamment pour chaque fonction. Lorsque vous changez de fonction, le multimètre conserve la résolution choisie pour chacune des fonctions.

Formats d'affichage de la face avant

-H.DDD,DDD EFFF

Format d'affichage de la face avant

- Signe moins ou pas de signe (si valeur positive)
- H "1/2" chiffre (0 ou 1)
- D Chiffres numériques
- E Exposant (m, k, M)
- F Unités de mesure (VDC, OHM, HZ, dB)

10.216,5 VDC

5 chiffres

"1/2" chiffre

Ceci est la gamme 10 Vcc, 5 1/2 chiffres sont affichés.

-045.23 mVDC

"1/2" chiffre

Ceci est la gamme 100 mVcc, 4 1/2 chiffres sont affichés.

113.325,6 OHM

Ceci est la gamme 100 ohms, 6 1/2 chiffres sont affichés.

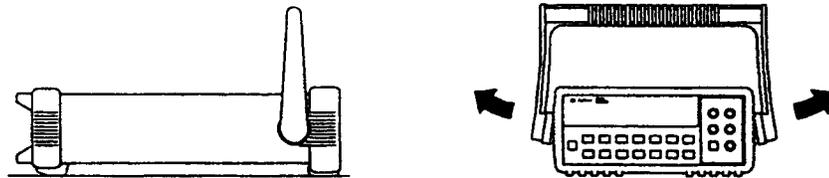
OVL.D mVCC

Ceci est une indication de surcharge sur la gamme 100 mVcc.

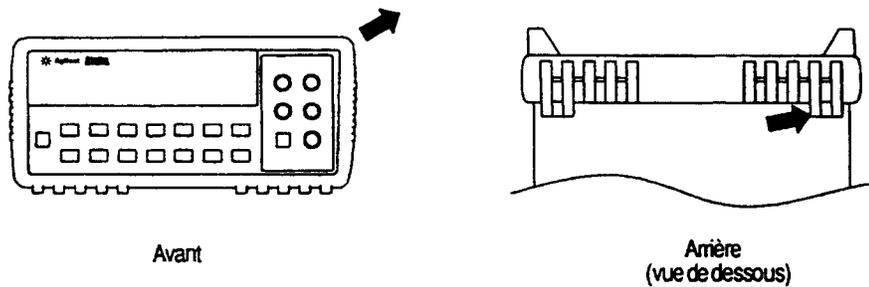
Montage du multimètre en baie

Vous pouvez monter le multimètre en baie normalisée 19 pouces en utilisant un des trois kits optionnels disponibles. Les kits sont livrés avec toutes les instructions de montage et les accessoires nécessaires. Vous pouvez installer n'importe quel instrument *Agilent System II* en baie à côté du multimètre Agilent 34401A.

Avant d'installer le multimètre, retirez la poignée de transport et les protections en caoutchouc avant et arrière.

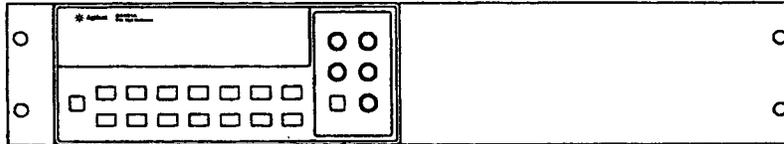


Pour retirer la poignée, la placer en position verticale en la faisant pivoter et écarter les

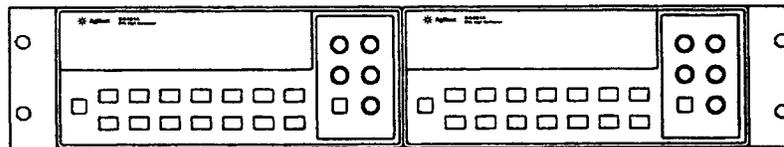


Pour retirer la protection en caoutchouc, tirez sur un des coins et dégagez-la.

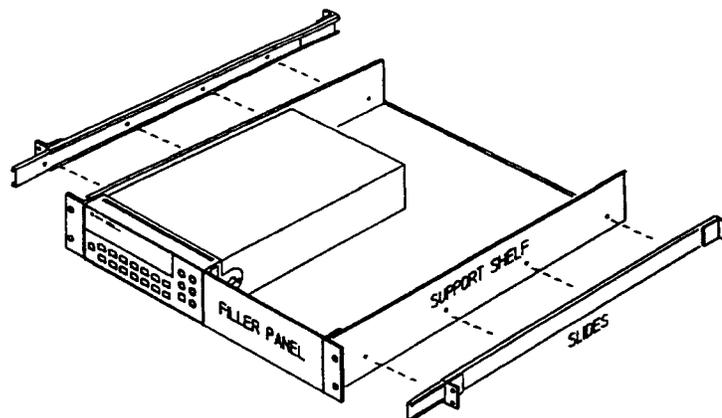
Chapitre 1
Montage du multimètre en baie



Pour monter un seul instrument en baie, commandez le kit d'adaptation 5063-9240.



Pour monter deux instruments côte à côte, commandez le kit de fixation 5061-9694 et le kit de cornières 5063-9212.



Pour installer un ou deux instruments sur un support coulissant, commandez la tablette 5063-9255 et le kit de glissières 1494-0015 (s'il n'y a qu'un instrument, commandez également le panneau aveugle 5002-3999).

Menu de la face avant

Menu de la face avant

Vous devez à présent être familiarisé avec les groupes de touches **FUNCTION** et **RANGE / DIGITS** de la face avant. Vous devez aussi savoir réaliser les connexions correspondant aux différents types de mesures. Si ce n'est pas le cas, nous vous recommandons de lire le chapitre 1, "Introduction," commençant à la page 11.

Le présent chapitre vous présente trois nouveaux groupes de touches de la face avant : **MENU**, **MATH** et **TRIG**. Il vous apprend également à utiliser la virgule de séparation et à stocker des résultats de mesure en mémoire. Ce chapitre *ne décrit pas* en détail toutes les touches ou les fonctions du menu de la face avant. Il vous donne cependant un bon aperçu du menu et de la plupart des fonctions. Vous trouverez au chapitre 3 "Caractéristiques et fonctions", commençant à la page 49, la description détaillée des possibilités du multimètre et de son fonctionnement.

Guide du menu de la face avant

A: MEASurement MENU

1: AC FILTER ➡ 2: CONTINUITY ➡ 3: INPUT R ➡ 4: RATIO FUNC ➡ 5: RESOLUTION

- | | |
|----------------------|---|
| 1: AC FILTER | Sélectionne le filtre alternatif lent, moyen ou rapide. |
| 2: CONTINUITY | Fixe le seuil de l'avertisseur sonore du test de continuité (1W 1000W). |
| 3: INPUT R | Fixe la résistance d'entrée pour les mesures de tensions continues. |
| 4: RATIO FUNC | Active l'option rapport tension cc:tension cc. |
| 5: RESOLUTION | Sélectionne la résolution de la mesure. |

B: MATH MENU

1: MIN-MAX ➡ 2: NULL VALUE ➡ 3: dB REL ➡ 4: dBm REF R ➡ 5: LIMIT TEST ➡ 6: HIGH LIMIT ➡ 7: LOW LIMIT

- | | |
|----------------------|--|
| 1: MIN-MAX | Rappelle les valeurs minimale et maximale, la moyenne et le nombre de mesures.. |
| 2: NULL VALUE | Rappelle ou fixe la valeur de référence stockée dans le registre de référence. |
| 3: dB REL | Rappelle ou fixe la valeur en dBm stockée dans le registre de valeur de référence en dB. |
| 4: dBm REF R | Sélectionne la valeur de la résistance de référence pour les mesures en dBm. |
| 5: LIMIT TEST | Active ou désactive le test de limites. |
| 6: HIGH LIMIT | Fixe la limite supérieure du test de limites. |
| 7: LOW LIMIT | Fixe la limite inférieure du test de limites. |

C: TRIGger MENU

1: READ HOLD ➡ 2: TRIG DELAY ➡ 3: N SAMPLES

- | | |
|----------------------|--|
| 1: READ HOLD | Fixe la bande de sensibilité du maintien de résultat. |
| 2: TRIG DELAY | Spécifie l'intervalle de temps à insérer avant une mesure. |
| 3: N SAMPLES | Fixe le nombre d'échantillons par déclenchement. |

Suite page suivante ➡

Chapitre 2
Guide du menu de la face avant

D: SYStem MENU

1: RDGS STORE ➡ 2: SAVED RDGS ➡ 3: ERROR ➡ 4: TEST ➡ 5: DISPLAY ➡ 6: BEEP ➡ 7: COMMA ➡ 8: REVISION

1: RDGS STORE	Active ou désactive le stockage des résultats.
2: SAVED RDGS	Rappelle les résultats stockés en mémoire (jusqu'à 512 résultats).
3: ERROR	Rappelle les erreurs de la file d'erreurs (jusqu'à 20 erreurs).
4: TEST	Exécute un auto-test complet.
5: DISPLAY	Active ou désactive l'afficheur de la face avant.
6: BEEP	Active ou désactive l'avertisseur sonore.
7: COMMA	Active ou désactive la virgule de séparation entre chiffres de l'afficheur.
8: REVISION	Affiche les codes de révision du micrologiciel du multimètre.

E: Input / Output MENU

1: GPIB ADDR ➡ 2: INTERFACE ➡ 3: BAUD RATE ➡ 4: PARITY ➡ 5:: LANGUAGE

1: GPIB ADDR	Fixe l'adresse de bus GPIB (0-31).
2: INTERFACE	Sélectionne l'interface GPIB ou RS-232.
3: BAUD RATE	Sélectionne la vitesse en bauds de l'interface RS-232.
4: PARITY	Sélectionne une parité paire, impaire ou pas de parité pour l'interface RS-232.
5: LANGUAGE	Sélectionne le langage d'interface : SCPI, Agilent 3478 ou Fluke 8840/42.

F: CALibration MENU

1: SECURED ➡ [1: UNSECURED] ➡ [2: CALIBRATE] ➡ 3: CAL COUNT ➡ 4: MESSAGE

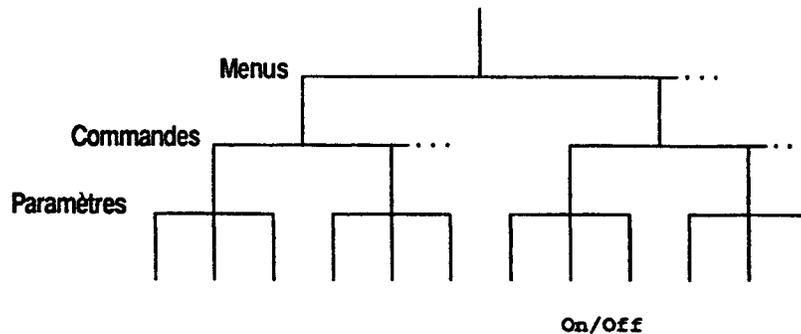
1: SECURED	Le multimètre est protégé contre l'étalonnage ; entrez un code pour le déprotéger.
1: UNSECURED	Le multimètre est dé-protégé pour l'étalonnage ; entrez un code pour le protéger.
2: CALIBRATE	Effectue un étalonnage complet de la présente fonction ; l'instrument doit être DE-PROTEGE.
3: CAL COUNT	Lit le nombre de fois ou le multimètre a été étalonné.
4: MESSAGE	Lit la chaîne d'étalonnage (jusqu'à 12 caractères) introduite à distance.

NOTE : Les deux commandes entre crochets ([]) sont "masquées" tant que le multimètre n'est pas dé-protégé (UNSECURED) pour l'étalonnage.

Etude didactique du menu de la face avant

Cette section est une étude qui vous apprend, étape par étape, à utiliser le menu de la face avant. Nous vous conseillons de lui consacrer quelques instants pour bien vous familiariser avec la structure et le fonctionnement du menu.

La structure de ce menu est celle d'un arbre retourné comprenant trois niveaux (les menus, les commandes et les paramètres). Vous descendez \downarrow ou montez \uparrow sur l'arbre pour passer d'un niveau au suivant. Chaque niveau des trois niveaux comprend une série de *choix* horizontale que vous pouvez examiner en vous déplaçant vers la gauche \leftarrow ou vers la droite \rightarrow .



- Pour *activer* le menu, appuyez sur **Shift** \leftarrow .
- Pour *désactiver* le menu, appuyez sur **Shift** \leftarrow , ou sur n'importe quelle touche de fonction ou mathématique de la rangée supérieure de la face avant.
- Pour *exécuter* une commande de menu, appuyez sur **Auto/Man** **ENTER**.

Si les choses vous semblent devenir compliquées ou si vous vous trompez au cours de cette étude, il vous suffit de désactiver le menu et de recommencer à la première étape de l'exemple que vous étiez en train d'étudier.

Messages affichés pendant l'utilisation des menus

TOP OF MENU Vous avez appuyé sur alors que vous êtes au niveau "menu" ; vous êtes au niveau le plus élevé et vous ne pouvez pas aller plus haut.

Pour désactiver le menu, appuyez sur (Activation/désactivation du menu). Pour circuler à travers les choix d'un niveau donné, appuyez sur ou . Pour descendre d'un niveau, appuyez sur .

MENUS Vous êtes au niveau "menu". Appuyez sur ou pour examiner les choix.

COMMANDS Vous êtes au niveau "commande". Appuyez sur ou pour examiner les choix de commandes dans le groupe de menus sélectionné.

PARAMETER Vous êtes au niveau "paramètre". Appuyez sur ou pour examiner et éditer le paramètre correspondant à la commande sélectionnée.

MENU BOTTOM Vous avez appuyé sur alors que vous êtes au niveau "paramètre" ; ce niveau est le plus bas du menu et vous ne pouvez pas aller plus bas.

Pour désactiver le menu, appuyez sur (Activation/désactivation du menu). Pour monter d'un niveau, appuyez sur .

CHANGE SAVED La modification effectuée au niveau "paramètre" a été sauvegardée. Ceci s'affiche une fois que vous avez appuyé sur (Entrée de paramètre) pour exécuter la commande.

MIN VALUE La valeur que vous avez entrée au niveau "paramètre" est trop petite pour la commande sélectionnée. La valeur minimale admissible s'affiche pour que vous puissiez corriger.

MAX VALUE La valeur que vous avez entrée au niveau "paramètre" est trop grande pour la commande sélectionnée. La valeur maximale admissible s'affiche pour que vous puissiez corriger.

EXITING MENU Vous obtenez ce message si vous désactivez le menu en appuyant sur (Activation/désactivation du menu) ou sur une touche de fonction ou mathématique de la face avant. Vous n'avez pas modifié les valeurs du niveau "paramètre" et les modifications effectuées N'ONT PAS été sauvegardées.

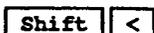
NOT ENTERED Vous obtenez ce message si vous désactivez le menu en appuyant sur (Activation/désactivation du menu) ou sur une touche de fonction ou mathématique de la face avant. Vous avez modifié des paramètres, mais les modifications effectuées N'ONT PAS été sauvegardées. Appuyez sur (Entrée de paramètre) pour sauvegarder les modifications du niveau "paramètre".

NOT RELEVANT L'opération mathématique sélectionnée est INTERDITE pour la fonction utilisée.

Exemple de menu n°1

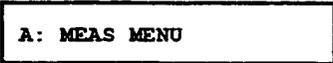
Les étapes suivantes vous expliquent comment activer le menu, passer d'un niveau à l'autre, vous déplacer entre les différents choix d'un niveau donné et désactiver le menu. Le premier exemple consiste à désactiver l'avertisseur sonore de la face avant.

On/Off

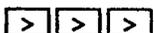


1 Activez le menu.

Vous accédez au menu par le niveau "menus". MEAS MENU est le premier choix de ce niveau.

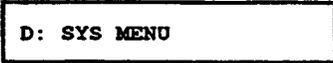


A: MEAS MENU



2 Allez au choix SYS MENU sur ce même niveau.

Le niveau "menus" comprend six choix de menus. Chacun est préfixé d'une lettre qui permet de l'identifier facilement (A: , B: , etc.).



D: SYS MENU



3 Descendez au niveau "commandes" de SYS MENU.

La commande RDGS STORE est le premier choix de ce niveau.



1: RDGS STORE

Suite page suivante ➡



4 Allez à la commande BEEP du niveau "commandes".

SYS MENU comprend huit choix de commandes. Chaque choix de ce niveau est préfixé d'un nombre qui permet de l'identifier facilement (1: , 2: , etc.).

6: BEEP



5 Descendez d'un niveau pour accéder aux choix du paramètre BEEP.

Le premier choix de la commande BEEP est le paramètre "ON" (le paramètre d'avertisseur est stocké en mémoire non volatile ; la valeur d'usine est "ON").

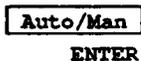
ON



6 Positionnez-vous sur le choix "OFF".

BEEP comprend deux choix de paramètres.

OFF



7 Sauvegardez la modification et désactivez le menu.

Le multimètre émet un signal sonore et affiche un message vous informant de la prise en compte de la modification. Vous quittez ensuite ce menu.

CHANGE SAVED

Exemple de menu n°2

Les exercices qui suivent vous montrent comment utiliser la fonction de *rappel de menu* comme raccourci servant à redonner à la commande BEEP son paramètre d'origine. *Vous devez avoir effectué les étapes de l'exemple n°1 avant de commencer cet exercice.*

Recall

Shift >

- 1 Utilisez le rappel de menu pour revenir à la commande BEEP.

Cette action vous fait revenir à la commande BEEP, qui était la dernière commande que vous avez utilisée dans l'exemple n°1 avant de quitter le menu.

6: BEEP

v

- 2 Descendez au niveau des paramètres de la fonction BEEP.

Le premier paramètre proposé est "OFF" (le paramètre précédent de l'exemple n°1).

OFF

>

- 3 Positionnez-vous sur le paramètre "ON".

Redonnez au paramètre sa valeur originale.

ON

Auto/Man
ENTER

- 4 Sauvegardez la modification et désactivez le menu.

Le multimètre émet un signal sonore et affiche un message vous informant de la prise en compte de la modification. Vous quittez ensuite ce menu.

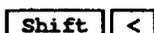
CHANGE SAVED

Exemple de menu n°3

Pour certaines commandes du menu, vous devez introduire un paramètre numérique. Les étapes qui suivent vous expliquent comment faire. Le présent exemple consiste à régler la valeur de référence à -2.0 volts.

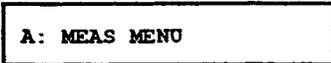
Assurez-vous que le multimètre est sur la fonction tension continue avec affichage de 5½ chiffres de résolution. Débranchez toutes les entrées du multimètre.

On/Off



1 Activez le menu.

Vous accédez au menu du niveau "menus". MEAS MENU est le premier choix de ce niveau.

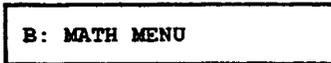
A rectangular box containing the text "A: MEAS MENU".

A: MEAS MENU



2 Allez au choix MATH MENU sur ce même niveau.

Ce niveau comprend six choix de menus.

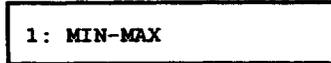
A rectangular box containing the text "B: MATH MENU".

B: MATH MENU



3 Descendez au niveau "commandes" de MATH MENU.

La commande MIN-MAX est le premier choix de ce niveau.

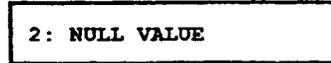
A rectangular box containing the text "1: MIN-MAX".

1: MIN-MAX



4 Allez à la commande NULL VALUE de ce niveau.

MATH MENU comprend sept choix de commandes.

A rectangular box containing the text "2: NULL VALUE".

2: NULL VALUE

Suite page suivante ➡



5 Descendez d'un niveau pour éditer le paramètre NULL VALUE.

La valeur de référence doit être égale à 0.0 Vcc la première fois que vous arrivez à ce point du menu. Vous fixerez par exemple la valeur de référence à -2.0 volts.

^000.000 mVDC

Lorsque le symbole “^” clignote sur la gauche de l’affichage, vous pouvez terminer l’éditition et revenir au niveau “commandes” en appuyant sur .



6 Rendez ce nombre négatif.

Le caractère le plus à gauche de l’affichage passe de + à -, et inversement.

-000.000 mVDC



7 Amenez le curseur clignotant sur le premier chiffre pour l’éditer.

Vous remarquerez que le chiffre le plus à gauche clignote.

-000.000 mVDC



8 Incrémentez le premier chiffre jusqu’à “2”.

Les chiffres se décrémentent ou s’incrémentent de façon indépendante. Les chiffres adjacents ne sont pas modifiés.

-200.000 mVDC

Suite page suivante ➡



9 Amenez le curseur clignotant sur le symbole des “unités”.

Vous remarquerez que le symbole des unités clignote sur le côté droit de l’affichage.

-200.000 mVDC



10 Multipliez le nombre affiché par 10.

Vous remarquerez que la position du point décimal change et que le nombre affiché est donc multiplié par 10.

-2.000,00 VDC



ENTER

11 Sauvegardez la modification et désactivez le menu.

Le multimètre émet un signal sonore et affiche un message vous informant de la prise en compte de la modification. Vous quittez ensuite ce menu.

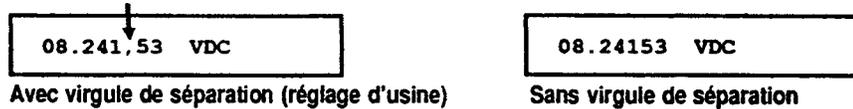
CHANGE SAVED

*N’oubliez pas que la fonction mathématique de mesure relative est activée et que la valeur -2.0 volts est utilisée comme valeur de référence dans les mesures. Pour effacer cette valeur, appuyez sur **Null**.*

La leçon concernant le menu de la face avant se termine ici. La suite du chapitre traite des fonctions les plus courantes accessibles par la face avant.

Pour désactiver la virgule de séparation

Le multimètre peut afficher des résultats en face avant avec ou sans virgule de séparation. Les étapes suivantes vous expliquent comment désactiver la virgule.



On/Off

Shift <

1 Activez le menu.

A: MEAS MENU

> > >

2 Positionnez-vous sur le choix SYS MENU du niveau "menus".

D: SYS MENU

v < <

3 Descendez d'un niveau puis positionnez-vous sur la commande COMMA.

7: COMMA

v >

4 Descendez d'un niveau puis positionnez-vous sur le choix "OFF".

OFF

Auto/Man

ENTER

5 Sauvegardez la modification et désactivez le menu.

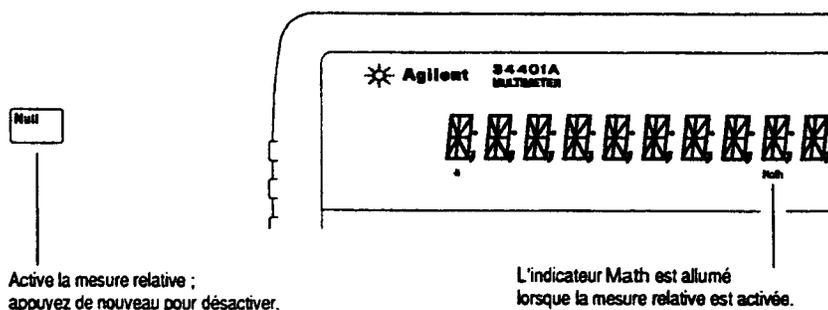
Le paramètre de virgule de séparation est stocké *en mémoire non-volatile* et *ne change pas* en cas de coupure d'alimentation ou de ré-initialisation à distance de l'interface.

Mesures relatives à une valeur de référence

Une mesure effectuée par rapport à une valeur de référence, ou mesure *relative*, est la différence entre la valeur de référence stockée et le signal d'entrée.

Résultat = Valeur lue – valeur de référence

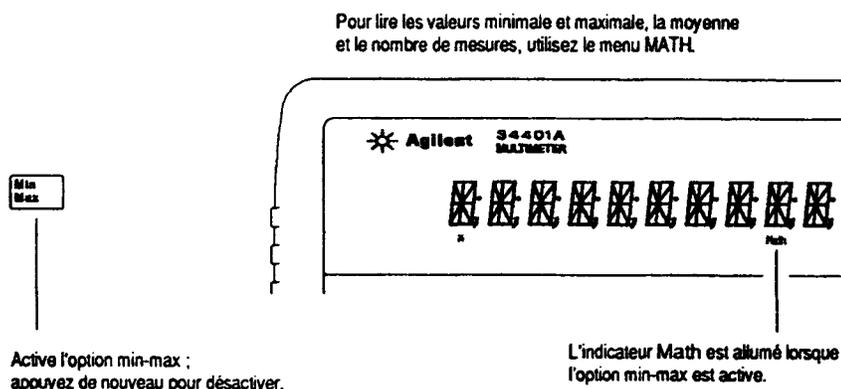
Pour lire ou modifier la valeur de référence, utilisez le menu MATH.



- Vous pouvez effectuer des mesures par rapport à une valeur de référence avec toutes les fonctions, à l'exception des tests de continuité, de diode et de rapport. Ce type de mesure ne concerne que la fonction sélectionnée ; lorsque vous changez de gamme, la fonction de mesure relative est désactivée.
- Pour compenser la résistance des fils de mesure de façon à augmenter la précision des mesures de résistance, court-circuituez les extrémités des fils de mesure et appuyez sur **Null**.
- La première mesure effectuée après que vous ayez appuyé sur **Null** est rangée dans le registre de référence pour constituer la valeur de référence. Toute valeur stockée auparavant dans ce registre est remplacée par cette nouvelle valeur.
- Après avoir activé la fonction de mesure relative, vous pouvez éditer la valeur de référence stockée en appuyant sur **Shift** **>** (Rappel de menu). Ceci vous amène sur la commande "NULL VALUE" du MATH MENU (à condition que la fonction de mesure relative soit activée). Descendez au niveau "paramètre", puis éditez la valeur affichée.
- Le registre s'efface quand vous changez de fonction, quand vous désactivez la fonction de mesure relative, en cas de coupure d'alimentation ou de ré-initialisation à distance de l'interface.

Stockage des valeurs minimales et maximales des mesures

Vous pouvez stocker les valeurs minimale et maximale relevées au cours d'une série de mesures. Les informations qui suivent vous expliquent comment obtenir les valeurs minimale et maximale, la moyenne et le nombre de mesures.

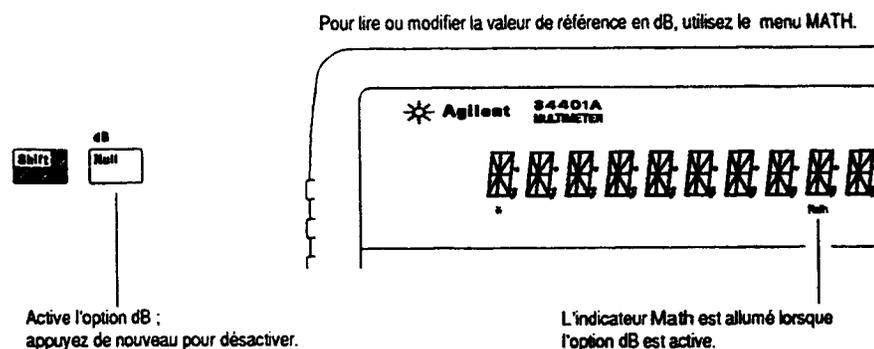


- Vous pouvez utiliser l'option min-max avec toutes les fonctions, à l'exception des tests de continuité et de diode. L'option min-max ne s'applique qu'à la fonction sélectionnée ; si vous changez de fonction, elle est désactivée.
- Lorsque vous avez activé min-max, vous pouvez lire les valeurs minimale et maximale, la moyenne et le nombre de mesures en appuyant sur **shift** **>** (Rappel de menu). Ceci vous amène à la commande "MIN-MAX" du MATH MENU (à condition que l'option min-max soit activée). Descendez au niveau "paramètre", puis lisez les valeurs en appuyant sur **<** ou **>**.
- Les valeurs stockées sont effacées lorsque vous invalidez la commande min-max, en cas de coupure d'alimentation ou de ré-initialisation à distance de l'interface.
- La moyenne produite est celle de toutes les mesures effectuées depuis l'activation de l'option min-max (et non simplement la moyenne des valeurs minimale et maximale stockées). Le nombre de mesures est le nombre total de mesures effectuées depuis l'activation de l'option min-max.

Mesures en dB

Une mesure en dB est la différence entre la valeur du signal d'entrée et une valeur de référence stockée en mémoire, ces deux valeurs étant converties en dBm.

$$dB = \text{mesure en dBm} - \text{valeur de référence en dBm}$$

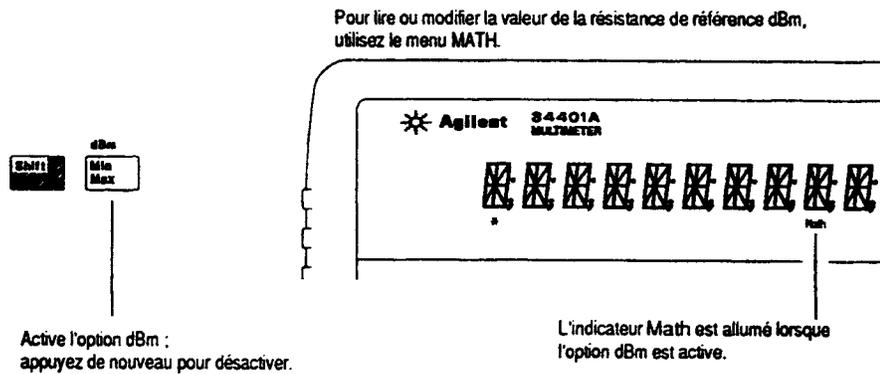


- Sélectionnez **DC V** ou **AC V**.
- La première mesure effectuée après l'activation de l'option dB est convertie en dBm, puis stockée en tant que valeur de référence dans le registre de valeur de référence en dB. Toute valeur stockée auparavant dans ce registre est remplacée par la nouvelle valeur.
- Une fois que l'option dB est activée, vous pouvez éditer la valeur de référence en appuyant sur **Shift** **>** (Rappel de menu). Ceci vous amène à la commande "dB REL" du MATH MENU (à condition que dB soit activée). Descendez au niveau "paramètre", puis éditez la valeur affichée.
- Le registre est effacé quand vous changez de fonction, quand vous désactivez l'option dB, en cas de coupure d'alimentation ou de ré-initialisation à distance de l'interface.

Mesures en dBm

L'option dBm sert à calculer la puissance absorbée par une résistance en la référençant par rapport à 1 milliwatt.

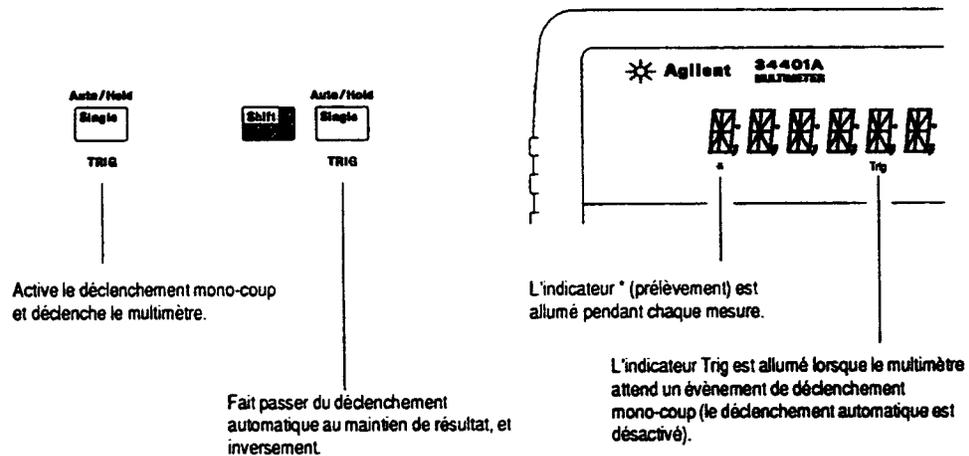
$$dBm = 10 \times \text{Log}_{10} (\text{mesure}^2 / \text{résistance de référence} / 1 \text{ mW})$$



- Sélectionnez **DC V** ou **AC V**.
- La valeur d'usine de la résistance de référence est de 600 Ω. Pour sélectionner une autre valeur, appuyez sur **Shift** **>** (Rappel de menu) après avoir activé l'option dBm. Ceci vous amène à la commande "dBm REF R" du MATH MENU (à condition que l'option dBm soit activée).
Descendez au niveau "paramètre", puis sélectionnez une valeur : 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 ou 8000 ohms.
- La résistance de référence est stockée en mémoire non-volatile et n'est modifiée ni par une coupure d'alimentation, ni par une ré-initialisation à distance de l'interface.

Déclenchement du multimètre

Vous pouvez déclencher le multimètre à partir de la face avant en utilisant les fonctions *déclenchement mono-coup* ou *déclenchement automatique*.



- Le déclenchement automatique est activé à la mise sous tension du multimètre. Vous remarquerez que l'indicateur * (échantillon) est allumé pendant chaque mesure.
- En déclenchement mono-coup, l'instrument n'effectue qu'une mesure lorsque vous appuyez sur **Single** ; il attend ensuite le déclenchement suivant. Appuyez de nouveau sur cette touche pour déclencher le multimètre.

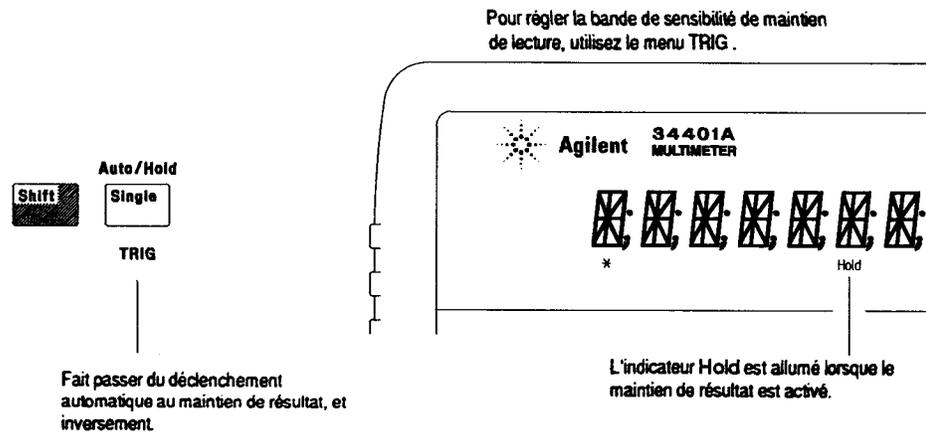
Utilisation d'une source de déclenchement externe

Le mode de déclenchement externe s'active également en appuyant sur **Single** . Ce mode est semblable au déclenchement mono-coup, sauf qu'il consiste à appliquer une impulsion de déclenchement sur l'entrée Ext Trig du panneau arrière. Le multimètre est déclenché sur le front négatif d'une impulsion TTL.

En mode de commande à distance, la touche **Single** de la face avant est désactivée.

Maintenance des résultats

L'option de maintenance des résultats de mesure vous permet de capturer et de maintenir un résultat stable sur l'affichage. Lorsque le multimètre détecte un résultat stable, il émet un signal sonore et maintient la valeur sur l'affichage.



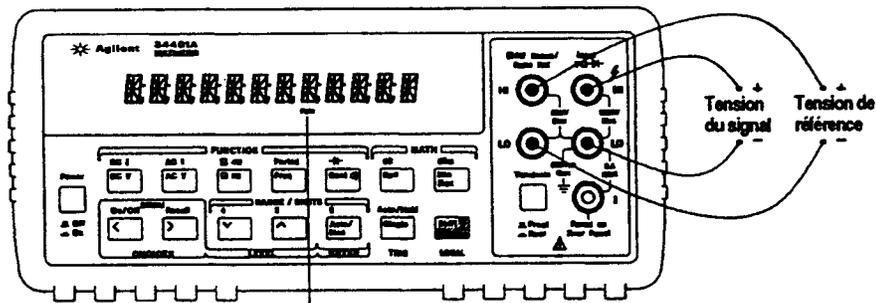
- L'option de maintien de résultat comprend une *bande de sensibilité* réglable qui vous permet de sélectionner les résultats considérés comme suffisamment stables pour être affichés. La bande est exprimée en pourcentage de la mesure sur la gamme sélectionnée. Le multimètre ne capture et n'affiche de nouvelle valeur que lorsque *trois* résultats consécutifs se trouvent dans la bande sélectionnée.
- La bande par défaut est de 0.10% de la mesure. Lorsque vous avez activé l'option de maintien, vous pouvez choisir une autre bande en appuyant sur **Shift** **>** (Rappel de menu). Ceci vous amène à la commande "READ HOLD" du TRIG MENU (à condition que l'option de maintien soit activée).
Descendez au niveau "paramètre", puis sélectionnez une valeur : 0.01%, 0.10%, 1.00% ou 10.00% de la mesure.
- La bande de sensibilité est stockée en mémoire *volatile* ; le multimètre règle la bande à 0.10% de la mesure à la mise sous tension ou lors d'une ré-initialisation à distance de l'interface.

Mesures de rapports tension cc :tension cc

Pour calculer un rapport, le multimètre mesure la tension de référence cc appliquée aux bornes **Sense** et la tension appliquée aux bornes **Input**.

$$\text{Rapport} = \frac{\text{tension du signal cc}}{\text{tension de référence cc}}$$

Pour activer les mesures de rapports, utilisez le menu MEAS.



L'indicateur Ratio est allumé lorsque l'option de mesure de rapports est activée.

- La fonction de mesure de la tension de référence appliquée aux bornes **Sense** est toujours la fonction *tension cc*, avec une amplitude d'entrée maximale mesurable de ± 12 Vcc. La sélection de gamme automatique est automatiquement adoptée pour les mesures de la tension appliquée aux bornes **Sense**.
- Les bornes **Input LO** et **Sense LO** doivent posséder une référence commune et ne doivent pas subir d'écart de tension supérieur à ± 2 volts.
- La gamme de mesure spécifiée ne s'applique *qu'au* signal appliqué aux bornes **Input**. Ce signal peut être une tension continue quelconque jusqu'à 1000 volts.

Les étapes suivantes vous montrent comment sélectionner la *fonction rapport* à partir du menu de la face avant.

On/OFF

Shift <

1 Activez le menu.

A: MEAS MENU

v < <

2 Descendez d'un niveau, puis positionnez-vous sur la commande **RATIO FUNC**.

4: RATIO FUNC

v

3 Descendez au niveau "paramètre".

Pour cette commande, il n'y a qu'un choix à ce niveau.

DCV:DCV

Auto/Man

ENTER

4 Sélectionnez la *fonction rapport* et désactivez le menu.

Vous remarquerez que l'indicateur **Ratio** s'allume.

CHANGE SAVED

Pour désactiver les mesures de rapports, sélectionnez une autre fonction de mesure en appuyant sur une touche de fonction quelconque de la face avant.

Utilisation de la mémoire de mesures

Le multimètre peut stocker jusqu'à 512 résultats dans sa mémoire interne. Les étapes suivantes vous expliquent comment stocker des résultats et les récupérer.

1 Sélectionnez la fonction.

Sélectionnez n'importe quelle fonction de mesure. Vous pouvez aussi choisir les options référence, min-max, dB, dBm, ou test de limites. Vous pouvez changer de fonction à tout moment pendant le stockage de résultats.

Single

2 Sélectionnez le mode déclenchement mono-coup.

Vous remarquerez que l'indicateur Trig s'allume. Lorsque la mémoire de mesures est activée, les résultats sont stockés lorsque le multimètre est déclenché.

Dans cet exemple, vous utilisez le déclenchement mono-coup pour stocker des résultats. Vous pouvez aussi utiliser le déclenchement automatique ou la fonction de maintien des résultats.

On/Off

Shift **<**

3 Activez le menu.

A: MEAS MENU

> **>** **>**

4 Positionnez-vous sur le choix SYS MENU de ce niveau.

D: SYS MENU

Suite page suivante ➡

v

- 5 Descendez d'un niveau et positionnez-vous sur la commande RDGS STORE .

1: RDGS STORE

v **>**

- 6 Descendez d'un niveau et positionnez-vous sur le choix "ON".

ON

Auto/Man
ENTER

- 7 Sauvegardez la modification et quittez le menu.

Vous remarquerez que l'indicateur Mem (memory) s'allume pour indiquer que le multimètre est prêt à stocker des résultats. Il est possible de stocker jusqu'à 512 résultats, selon le principe suivant : le premier résultat entré sera le premier à sortir (FIFO). Lorsque la mémoire est pleine, l'indicateur Mem s'éteint.

Les résultats sont conservés jusqu'à ce que vous procédiez à une nouvelle activation de la fonction de stockage des résultats, que vous coupiez l'alimentation ou ré-initialisiez à distance l'interface.

Single
Single
Single

- 8 Déclenchez trois fois le multimètre.

Ceci a pour effet de stocker trois résultats dans la mémoire.

Recall

Shift **>**

- 9 Utilisez le rappel de menu pour récupérer les résultats stockés.

Ceci vous amène à la commande "SAVED RDGS" du SYS MENU.

2: SAVED RDGS

Suite page suivante ➡

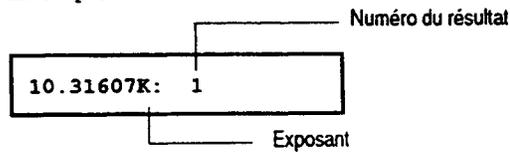
v

10 Descendez d'un niveau pour lire le premier résultat stocké.

La mémoire de résultats est automatiquement désactivée lorsque vous allez au niveau "paramètre" du menu.

Le premier résultat affiché est le premier à avoir été stocké (FIFO).
Si aucun résultat n'est stocké en mémoire, "EMPTY" (vide) s'affiche.
Les résultats mémorisés s'affichent avec les unités correspondantes (μ , m, k, etc.) s'il y a lieu.

Exemple :



> >

11 Déplacez-vous de côté pour lire les deux autres résultats.

Les résultats sont stockés *horizontalement* au niveau "paramètre".

Si vous appuyez sur **<** lorsque vous arrivez au niveau "paramètre", vous pouvez lire le dernier résultat et savoir combien de résultats ont été stockés.

On/Off

Shift <

12 Désactivez le menu.

EXITING MENU

Caractéristiques et
fonctions

Caractéristiques et fonctions

Ce chapitre décrit en détail chacune des fonctions du multimètre. Il s'applique aussi bien au fonctionnement depuis l'interface distante que depuis la face avant.

Il est découpé comme suit :

- Configuration des mesures, page 51
- Opérations mathématiques, page 62
- Déclenchement, page 71
- Opérations système, page 85
- Configuration de l'interface distante, page 92
- Etalonnage, page 97
- Maintenance par l'opérateur, page 102
- Etat à la mise sous tension et à la ré-initialisation, page 103

Avant de lire ce chapitre, il est souhaitable que vous soyez déjà familiarisé avec le menu de la face avant. Si vous n'avez pas encore lu le chapitre 2, "Menu de la face avant", qui commence en page 25, il est préférable que vous le lisiez d'abord. Le chapitre 4, "Guide de l'interface distante", à la page 104, fournit la syntaxe des commandes SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) servant à la programmation du multimètre.

Tout au long de ce manuel, les commandes SCPI sont présentées avec la syntaxe suivante : les crochets ([]) indiquent un mot-clé ou un paramètre optionnel, les accolades ({ }) délimitent les paramètres d'une chaîne de commande et les symboles de comparaison (< >) indiquent un paramètre qui doit être remplacé par une valeur.

Configuration des mesures

Cette section contient les informations nécessaires à la configuration du multimètre avant une mesure. Les paramètres qui y sont décrits vous donnent accès à toute la souplesse dont vous pouvez avoir besoin ; toutefois, vous n'aurez peut-être jamais à les modifier.

Filtre de signal ca

Le multimètre dispose de trois filtres ca différents qui vous permettent d'obtenir soit une précision optimale dans les basses fréquences, soit des temps de stabilisation ca plus courts. Le multimètre choisit d'utiliser le filtre *lent*, *moyen* ou *rapide* en fonction de la fréquence d'entrée que vous indiquez.

Ne s'applique qu'aux mesures de tension et de courant en alternatif.

Fréquence d'entrée	Filtre CA sélectionné	Temps de stabilisation
3 Hz à 300 kHz	Filtre lent	7 secondes/mesure
20 Hz à 300 kHz	Filtre moyen (par défaut)	1 mesure/seconde
200 Hz à 300 kHz	Filtre rapide	10 mesures/seconde

- Le choix du filtre ca est stocké en mémoire *volatile* ; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, le multimètre sélectionne le filtre *moyen* (20 Hz).
- Depuis la face avant : sélectionnez dans le menu le filtre lent (3 Hz), moyen (20 Hz) ou rapide (200 Hz). *Le filtre par défaut est le filtre moyen.*

1: AC FILTER (MEAS MENU)

- Depuis l'interface distante : indiquez la plus petite fréquence attendue dans le signal d'entrée. Le multimètre sélectionne le filtre qui convient en fonction de cette fréquence (voir le tableau ci-dessus). Les commandes **CONF**igure et **MEAS**ure? sélectionnent le filtre à 20 Hz.

DETEctor: BANDwidth { 3 | 20 | 200 | MIN | MAX }

Résistance de seuil de continuité

Lors d'une mesure de continuité, le multimètre émet un signal sonore continu dès que la résistance mesurée est inférieure à la *résistance de seuil*. Vous pouvez choisir pour ce seuil une valeur quelconque comprise entre 1 Ω et 1000 Ω .

La résistance de seuil ne peut être réglée que depuis la face avant.

- La valeur de la résistance de seuil est stockée en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifiée* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- La valeur d'usine pour la résistance de seuil est de 10 Ω .
- Une fois que vous avez activé la fonction de continuité, vous pouvez définir une nouvelle résistance de seuil en appuyant sur **Shift** **>** (rappel de menu).

2: CONTINUITY (MEAS MENU)

^0010

OEM

Voir aussi la section "Tests de continuité" à la page 19.

Résistance d'entrée CC

Normalement, afin de minimiser le bruit capté, la résistance d'entrée du multimètre est fixée à 10 MΩ pour toutes les gammes de tension cc. Pour réduire les erreurs dues à l'impédance d'entrée du multimètre, vous pouvez, sur les gammes 100 mVcc, 1 Vcc et 10 Vcc, fixer la résistance d'entrée à une valeur supérieure à 10 GΩ.

S'applique aux mesures de tensions cc et est désactivée pour toutes les autres fonctions.

	Résistance d'entrée Gammes 100 mV, 1 V et 10 V	Résistance d'entrée Gammes 100 V et 1000 V
Résistance fixe activée (par défaut)	10 MΩ	10 MΩ
Résistance fixe désactivée	> 10 GΩ	10 MΩ

- La valeur de la résistance d'entrée est stockée en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, le multimètre sélectionne la valeur 10 MΩ (pour toutes les gammes de tension cc) .
- Depuis la face avant : sélectionnez dans le menu le mode 10 MΩ (résistance fixe pour toutes les gammes de tension cc) ou le mode >10 GΩ. *Le mode par défaut est le mode 10 MΩ.*

3: INPUT R (MEAS MENU)

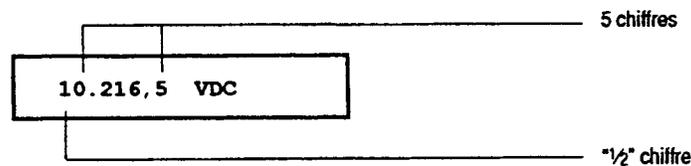
- Depuis l'interface distante : le mode de résistance d'entrée automatique peut être activé ou désactivé. Avec AUTO OFF (valeur par défaut), la résistance d'entrée est fixée à 10 MΩ pour toutes les gammes. Avec AUTO ON, elle est >10 GΩ pour les trois gammes de tension cc les plus petites. Les commandes CONF igure et MEASure? fixent automatiquement la résistance d'entrée (AUTO OFF).

INPut:IMPedance:AUTO { OFF | ON }

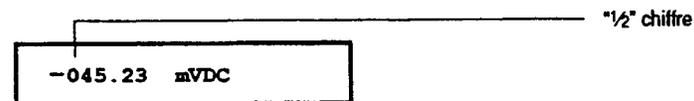
Résolution

La résolution est le *nombre de chiffres* que le multimètre peut mesurer ou afficher. Vous pouvez choisir une résolution de 4, 5 ou 6 *chiffres pleins*, plus "1/2" chiffre qui ne peut être qu'un "0" ou un "1". La résolution de 6 1/2 chiffres vous permet d'augmenter la précision des mesures et d'améliorer la réjection du bruit, tandis que celle de 4 1/2 chiffres optimise la vitesse de mesure.

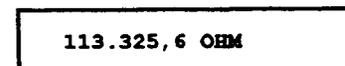
S'applique à toutes les fonctions de mesure. La résolution des opérations mathématiques (mesures relatives, min-max, dB, dBm, test de limites) est la même que celle de la fonction de mesure utilisée.



Gamme 10 Vcc avec 5 1/2 chiffres affichés.



Gamme 100 mVcc avec 4 1/2 chiffres affichés.



Gamme 100 ohms avec 6 1/2 chiffres affichés.

La résolution est locale à la fonction choisie. Cela signifie que vous pouvez choisir une résolution différente pour chaque fonction et que le multimètre se souvient de la résolution lorsque vous passez d'une fonction à l'autre.

Résolution
(suite)

- La résolution est stockée en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, le multimètre fixe la résolution à 5½ chiffres (pour toutes les fonctions).
- Pour les tests de continuité et de diode, la résolution est fixée à 4½ chiffres.
- Pour les mesures en continu et les mesures de résistance, le fait de changer le nombre de chiffres n'affecte pas seulement la résolution du multimètre : cela affecte également le *temps d'intégration*, qui est la période durant laquelle le convertisseur analogique-numérique (A/N) du multimètre échantillonne le signal d'entrée lors d'une mesure. Voir aussi la section "Temps d'intégration" à la page 57.
- Pour les mesures en alternatif, la résolution est en fait fixée à 6½ chiffres. Si vous sélectionnez 4½ chiffres ou 5½ chiffres, le multimètre "masque" alors un ou deux chiffres. La seule manière de contrôler la vitesse de mesure en alternatif est de définir un retard de déclenchement (voir page 79).
- Pour les mesures de rapport, la résolution spécifiée s'applique au signal relié aux bornes input.
- Depuis la face avant : pour chaque résolution, sélectionnez soit le mode lent, soit le mode rapide. *Le mode par défaut est le mode lent à 5 chiffres.*

5: RESOLUTION (MEAS MENU)

Voir aussi la section "Choix de la résolution" à la page 21.

Le tableau ci-dessous présente la correspondance entre le nombre de chiffres sélectionné et le temps d'intégration résultant en cycles de la tension secteur (power line cycles ou PLC). Lorsque vous choisissez une résolution, cela définit indirectement le mode de réglage automatique de zéro. Voir aussi la section "Réglage automatique de zéro" à la page 59.

Résolution	Temps d'intégration
Rapide à 4 chiffres	0.02 PLC
* Lent à 4 chiffres	1 PLC
Rapide à 5 chiffres	0.2 PLC
* Lent à 5 chiffres (par défaut)	10 PLC
* Rapide à 6 chiffres	10 PLC
Lent à 6 chiffres	100 PLC

* Ces modes sont les mêmes que vous obtiendriez en appuyant sur les touches "DIGITS" correspondantes de la face avant.

Résolution
(suite)

- Depuis l'interface distante : vous pouvez définir la résolution à l'aide des commandes suivantes :

```
CONFigure:<function> {<range>|MIN|MAX|DEF}, {<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<function>? {<range>|MIN|MAX|DEF}, {<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
<function>:RESolution {<resolution>|MIN|MAX}
```

Indiquez la résolution dans la même unité que la fonction de mesure, *et non en nombre de chiffres*. Par exemple, si vous mesurez des volts en continu, indiquez la résolution en volts. Pour une mesure de fréquence, indiquez la résolution en hertz. .

```
CONF:VOLT:DC 10,0.001    4½ chiffres sur la gamme 10 Vcc  
MEAS:CURR:AC? 1,1E-6    6½ chiffres sur la gamme 1 A  
CONF:FREQ 1 KHZ,0.1 Hz  entrée de 1000 Hz, résolution de 0,1 Hz  
VOLT:AC:RES 0.05    résolution de 50 mV sur la fonction ca
```

Temps d'intégration

Le temps d'intégration est la période durant laquelle le convertisseur analogique-numérique (A/N) du multimètre échantillonne le signal d'entrée lors d'une mesure. Il affecte la résolution de la mesure (plus le temps d'intégration est long, meilleure est la résolution) et la vitesse de mesure (plus le temps d'intégration est court, plus les mesures sont rapides).

S'applique à toutes les fonctions de mesure, à l'exception des mesures de tension et de courant en alternatif et des mesures de fréquence et de période. Le temps d'intégration pour les opérations mathématiques (mesures relatives, min-max, dB, dBm, test de limites) est le même que celui de la fonction de mesure utilisée.

- Le temps d'intégration est défini en *nombre de cycles de la tension secteur* (number of power line cycles ou NPLC). Les choix possibles sont 0.02, 0.2, 1, 10 et 100 cycles. *La valeur par défaut est de 10 PLC.*
- Le temps d'intégration est stocké en *mémoire volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation de l'interface, la valeur choisie par le multimètre est de 10 PLC.
- Seuls les nombres entiers de cycles de la tension secteur (1, 10 ou 100 PLC) permettent la réjection de mode normal (bruit à la fréquence du secteur).
- La seule manière de contrôler la vitesse de mesure en alternatif est de définir un retard de déclenchement (voir la page 79).
- Depuis la face avant : le temps d'intégration est défini indirectement lorsque vous sélectionnez le nombre de chiffres. *Voir le tableau des résolutions à la page 55.*
- Depuis l'interface distante :

```
<fonction>:NPLCycles { 0.02 | 0.2 | 1 | 10 | 100 | MIN | MAX }
```

- Pour les mesures de fréquence et de période, le *temps d'ouverture* (ou temps de porte) est analogue au temps d'intégration. Indiquez une valeur de 10 ms (4½ chiffres), 100 ms (par défaut ; 5½ chiffres) ou 1 seconde (6½ chiffres).

```
FREquency:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }
```

```
PERiod:APERTure { 0.01 | 0.1 | 1 | MIN | MAX }
```

Commutation entre les bornes d'entrée avant et arrière

Vous pouvez effectuer indifféremment toutes vos mesures aussi bien à partir des bornes d'entrée du panneau arrière que de celles de la face avant. Pour connaître l'emplacement du commutateur avant/arrière, reportez-vous à la section "La face avant en bref" en page 2.

La commutation des bornes d'entrée ne peut s'effectuer que depuis la face avant, et non depuis l'interface distante ; cependant, vous pouvez tout de même interroger le multimètre à distance pour connaître la configuration courante.

- Lorsque vous sélectionnez les bornes arrière, l'indicateur **Rear** s'allume.
- Depuis l'interface distante : vous pouvez interroger le multimètre pour savoir quelles sont les bornes d'entrée qui sont sélectionnées (avant ou arrière).

ROUTE:TERMinals? retourne "FRON" ou "REAR"

Réglage automatique de zéro

Lorsque le réglage automatique de zéro est *activé* (par défaut), le multimètre, après chaque mesure, déconnecte de façon interne le signal d'entrée et effectue une *mesure du zéro*. Il retranche ensuite cette valeur du résultat précédemment obtenu. Ceci permet d'éviter que les tensions de décalage présentes dans les circuits d'entrée du multimètre n'affectent la précision des mesures.

Lorsque le réglage automatique de zéro est *désactivé*, le multimètre effectue une seule mesure de zéro puis la retranche de toutes les mesures qui suivent. Il effectue une nouvelle mesure de zéro chaque fois que vous changez de fonction, de gamme ou de temps d'intégration.

Ne s'applique qu'aux mesures de tension et de courant cc et aux mesures de résistance en 2 fils. Lorsque vous sélectionnez les mesures de résistance en 4 fils ou les mesures de rapport, cela active le réglage automatique de zéro.

- L'état (activé ou désactivé) du réglage automatique de zéro est stocké en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, le multimètre l'active.
- Depuis la face avant : l'état du réglage automatique de zéro est défini indirectement lorsque vous fixez la résolution.

Résolution	Temps d'intégration	Réglage automatique de zéro
Rapide à 4 chiffres	0.02 PLC	Désactivé
• Lent à 4 chiffres	1 PLC	Activé
Rapide à 5 chiffres	0.2 PLC	Désactivé
• Lent à 5 chiffres (par défaut)	10 PLC	Activé
• Rapide à 6 chiffres	10 PLC	Activé
Lent à 6 chiffres	100 PLC	Activé

- Ces modes sont les mêmes que vous obtiendriez en appuyant sur les touches "DIGITS" correspondantes de la face avant.
- Depuis l'interface distante : les paramètres OFF et ONCE sont similaires, mais OFF *ne lance pas* de nouvelle mesure du zéro, tandis que ONCE en effectue une immédiatement.

ZERO:AUTO { OFF | ONCE | ON }

Sélection de gamme

Vous pouvez soit laisser le multimètre sélectionner automatiquement la gamme, en choisissant la *sélection automatique de gamme*, soit sélectionner une gamme donnée, en choisissant la *sélection de gamme manuelle*. La sélection automatique est pratique car elle vous permet d'obtenir automatiquement la gamme appropriée pour chaque mesure. Cependant, la sélection de gamme manuelle vous offre une plus grande rapidité de mesure, car le multimètre n'a alors pas à déterminer quelle gamme utiliser pour chaque mesure.

- Le mode sélectionné (gamme automatique ou manuelle) est stocké en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, le multimètre repasse en sélection automatique de gamme.
- Seuils de transition pour la sélection automatique de gamme :
 - Seuil inférieur : 10% de la gamme
 - Seuil supérieur : 120% de la gamme
- Si le signal d'entrée est plus grand que la limite de la gamme courante, le multimètre indique un *dépassement de capacité* : "OVL" sur la face avant ou "9.9000000E+37" depuis l'interface distante.
- Pour les mesures de fréquence et de période, le multimètre utilise la même "gamme" pour toutes les entrées comprises entre 3 Hz et 300 kHz. Il détermine une résolution interne basée sur un signal de 3 Hz. Si vous interrogez le multimètre pour connaître la gamme, il répond "3 Hz". Lorsqu'aucun signal d'entrée n'est appliqué, le résultat des mesures de fréquence et de période est "0".
- Pour les tests de continuité et de diode, la gamme est fixée respectivement à 1 k Ω et à 1 Vcc (avec une source de courant en sortie de 1 mA).
- Pour les mesures de rapport, la gamme spécifiée s'applique au signal relié aux bornes Input. Pour la mesure de la tension de référence sur les bornes Sense, la gamme est sélectionnée automatiquement.

La sélection de gamme est locale à la fonction choisie. Cela signifie que vous pouvez choisir un mode (automatique ou manuel) et, le cas échéant, une gamme particulière pour chaque fonction. Le multimètre se souvient de vos choix lorsque vous passez d'une fonction à l'autre.

Sélection de
gamme
(suite)

- Depuis la face avant : sélectionnez le mode automatique ou manuel à l'aide des touches RANGE de la face avant . Pour les mesures de fréquence et de période depuis la face avant, la sélection de gamme s'applique à la *tension* d'entrée du signal, et non à sa fréquence.

Voir aussi la section "Sélection de gamme" à la page 20.

- Depuis l'interface distante : vous pouvez définir la gamme à l'aide des commandes suivantes :

```
CONFigure:<function> {<range>|MIN|MAX|DEF}, {<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
MEASure:<function>? {<range>|MIN|MAX|DEF}, {<resolution>|MIN|MAX|DEF}  
<function>:RANGe {<range>|MIN|MAX}  
<function>:RANGe:AUTO {OFF|ON}
```

Opérations mathématiques

Il existe cinq fonctions mathématiques disponibles, mais vous ne pouvez en activer qu'une seule à la fois. Chacune d'elles effectue une opération mathématique sur chaque mesure ou enregistre des données concernant une série de mesures. L'opération sélectionnée reste active tant que vous ne la désactivez pas, que vous ne changez pas de fonction, que vous ne mettez pas le multimètre hors tension et que vous ne lancez pas de ré-initialisation à distance de l'interface. Les opérations mathématiques utilisent un ou plusieurs registres internes. La valeur de certains de ces registres peut être prédéfinie ; les autres contiennent les résultats de l'opération mathématique.

Le tableau ci-dessous vous indique les combinaisons de fonctions de mesure et d'opérations mathématiques qui sont autorisées. Les "X" indiquent les combinaisons valides. Si vous choisissez une opération mathématique qui n'est pas autorisée pour la fonction de mesure en cours, cela désactive le mode mathématique. Si vous sélectionnez une opération mathématique valide puis que vous passez sur une opération non valide, l'interface distante génère l'erreur "Settings conflict" (conflit de paramètres).

	DC V	AC V	DC I	AC I	Ω 2W	Ω 4W	Freq	Per	Cont	Diode	Ratio
Null	X	X	X	X	X	X	X	X			
Min-Max	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
Limit	X	X	X	X	X	X	X	X			X

Pour activer une opération mathématique depuis la face avant, il vous suffit d'appuyer sur la touche correspondante. La seule exception est le test de limites, qui s'active par la commande LIMIT TEST du MATH MENU.

Pour contrôler les registres et les opérations mathématiques depuis l'interface distante, vous devez utiliser les commandes du sous-système de commande CALCulate. Sélectionnez d'abord l'opération mathématique que vous souhaitez utiliser (*la fonction par défaut est la mesure relative*) :

```
CALCulate:FUNCTION { NULL | DB | DBM | AVERAGE | LIMIT }
```

Ensuite, validez la fonction choisie en activant le mode mathématique :

```
CALCulate:STATE ON
```

Mesures min-max

La fonction min-max stocke les valeurs minimale et maximale d'une série de mesures. Le multimètre calcule ensuite la moyenne de toutes les valeurs lues et enregistre le nombre de mesures effectuées depuis l'activation de la fonction.

S'applique à toutes les fonctions de mesure, sauf aux tests de continuité et de diode.

- Lorsque la fonction min-max est activée, la première mesure que le multimètre effectue est stockée comme valeur minimale et maximale. Le *minimum* est remplacé chaque fois que le multimètre mesure une valeur plus petite. Le *maximum* est remplacé chaque fois que le multimètre mesure une valeur plus grande.
- Lorsqu'il détecte un nouveau minimum ou un nouveau maximum, le multimètre affiche "MIN" ou "MAX" et émet un signal sonore (si l'avertisseur sonore de la face avant est activé). Il peut arriver que le multimètre émette un signal sonore alors que la mesure affichée ne change pas ; ceci est dû au fait que la résolution interne peut être plus grande que la résolution affichée. Voir aussi la section "Contrôle de l'avertisseur sonore" à la page 88.
- Le minimum, le maximum, la moyenne et le nombre de mesures sont stockés en mémoire *volatile* ; ces valeurs sont effacées en cas de mise hors tension, de ré-initialisation à distance de l'interface ou d'activation de la fonction min-max.
- Depuis la face avant : après avoir activé la fonction min-max, vous pouvez lire les valeurs stockées pour le minimum, le maximum, la moyenne et le nombre de mesures en appuyant sur **[Shift]** **[>]** (rappel de menu). L'activation du menu ne désactive pas la fonction min-max ; le multimètre reprend les mesures dès que vous quittez le menu.

1: MIN-MAX (MATH MENU)

Voir aussi la section "Stockage des valeurs minimales et maximales des mesures" à la page 39.

Mesures min-max
(suite)

- Depuis l'interface distante : pour effectuer des mesures min-max, vous pouvez utiliser les commandes suivantes :

```
CALCulate:FUNction AVERage  
CALCulate:STATe { OFF | ON }  
CALCulate:AVERage:MINimum?    lit la valeur minimale  
CALCulate:AVERage:MAXimum?    lit la valeur maximale  
CALCulate:AVERage:AVERage?    lit la moyenne de toutes les mesures  
CALCulate:AVERage:COUNT?    lit le nombre de mesures
```

A partir de la Révision 2, le micrologiciel comprend une nouvelle commande qui vous permet d'effectuer des mesures avec INITiate sans avoir à les stocker en mémoire interne. Cette commande peut être utile avec la fonction min-max car elle vous permet de déterminer la moyenne d'une série de mesures sans avoir à stocker les valeurs individuelles.

```
DATA:FEED RDG_STORE, " "          ne stocke pas les mesures  
DATA:FEED RDG_STORE, "CALCulate" stocke les mesures (par défaut)
```

Pour plus d'informations sur l'utilisation de la commande DATA:FEED, reportez-vous à la page 124.

Fonction de mesure relative

Lorsque vous effectuez des mesures par rapport à une référence, également appelées mesures *relatives*, chaque mesure correspond à la différence entre le signal d'entrée et une valeur de référence stockée dans le multimètre. La fonction de mesure relative permet, entre autres, d'effectuer des mesures de résistance en deux fils plus précises en annulant la résistance des fils de mesure.

Résultat = mesure – valeur de référence

S'applique à toutes les fonctions de mesure, sauf aux mesures de continuité, de diode et de rapport.

- La valeur de référence est réglable et peut être comprise entre 0 et $\pm 120\%$ de la gamme la plus élevée pour la fonction en cours.
- La valeur de référence est stockée en mémoire *volatile* ; après une mise hors tension, une ré-initialisation à distance de l'interface ou un changement de fonction, elle est effacée.

Fonction de
mesure relative
(suite)

- La valeur de référence est stockée dans le registre de référence du multimètre. Il existe deux manières de la définir. La première consiste à entrer un nombre dans le registre à partir du menu de la face avant ou à partir de l'interface distante. Toute valeur précédemment stockée est alors remplacée par la nouvelle valeur. *Si vous utilisez le multimètre depuis la face avant, la saisie d'une valeur de référence active également la fonction de mesure relative.*

La seconde méthode consiste à utiliser la première mesure comme valeur de référence et à laisser le multimètre la stocker automatiquement dans le registre. *Après activation de la fonction de mesure relative, la première valeur affichée est donc zéro (si vous n'avez pas changé la valeur stockée dans le registre).* Si vous entrez un nombre dans le registre, suivant la méthode précédente, la première mesure ne remplace pas la valeur stockée.

- Depuis la face avant : après avoir activé la fonction de mesure relative, vous pouvez modifier la valeur de référence en appuyant sur **Shift** **>** (rappel de menu). Toute valeur précédemment stockée est alors remplacée par la nouvelle valeur. L'activation du menu ne désactive pas la fonction de mesure relative ; le multimètre reprend les mesures dès que vous quittez le menu.

2 : NULL VALUE (MATH MENU)

Voir aussi la section "Mesures relatives à une valeur de référence" à la page 38.

- Depuis l'interface distante : pour effectuer des mesures relatives, vous pouvez utiliser les commandes suivantes. *Pour que vous puissiez stocker une valeur dans le registre de référence, le mode mathématique doit être activé.*

```
CALCulate:FUNCtion NULL  
CALCulate:STATe { OFF | ON }  
CALCulate:NULL:OFFSet { <valeur> | MIN | MAX }
```

- Le segment de programme ci-dessous montre l'ordre dans lequel les commandes doivent être exécutées pour activer la fonction de mesure relative et définir une valeur de référence.

```
CALC:FUNC NULL  
CALC:STAT ON  
CALC:NULL:OFFS -2.0
```

Mesures en dB

Chaque mesure en dB est la différence entre le signal d'entrée et une valeur de référence stockée en mémoire, les deux valeurs étant converties en dBm.

$$dB = \text{mesure en dBm} - \text{valeur de référence en dBm}$$

Ne s'applique qu'aux mesures de tension cc et ca.

- La valeur de référence est réglable et peut être comprise entre 0 dBm et ± 200.00 dBm.
- La valeur de référence est stockée en mémoire *volatile*; après une mise hors tension, une ré-initialisation à distance de l'interface ou un changement de fonction, elle est effacée.
- La valeur de référence est stockée dans le registre de référence en dB du multimètre. Il existe deux manières de la définir. La première consiste à saisir un nombre dans le registre à partir du menu de la face avant ou depuis l'interface distante. Toute valeur précédemment stockée est alors remplacée par la nouvelle valeur. *Si vous utilisez le multimètre depuis la face avant, la saisie d'une valeur de référence active également la fonction de mesure en dB.*

La seconde méthode consiste à utiliser la première mesure comme valeur de référence et à laisser le multimètre la convertir en dBm et la stocker dans le registre. Le fait de changer la résistance de référence pour les dBm (voir page 68) ne modifie pas la valeur de référence stockée en mémoire. *Après activation de la fonction de mesure en dB, la première valeur affichée est donc 0 dB (si vous n'avez pas changé la valeur stockée dans le registre).* Si vous entrez un nombre dans le registre, suivant la méthode précédente, la première mesure *ne remplace pas* la valeur stockée.

- Depuis la face avant : après activation de la fonction de mesure en dB, vous pouvez modifier la valeur de référence stockée en mémoire en appuyant sur **Shift** **>** (rappel de menu). Toute valeur précédemment stockée est alors remplacée par la nouvelle valeur. L'activation du menu ne désactive pas la fonction de mesure en dB ; le multimètre reprend les mesures dès que vous quittez le menu.

3: dB REL (MATH MENU)

Voir aussi la section "Mesures en dB" à la page 40.

Mesures en dB
(suite)

- Depuis l'interface distante : pour effectuer des mesures en dB, vous pouvez utiliser les commandes suivantes. *Pour que vous puissiez stocker une valeur dans le registre de référence, le mode mathématique doit être activé.*

```
CALCulate:FUNCTION DB  
CALCulate:STATe { OFF | ON }  
CALCulate:DB:REFerence { <valeur> | MIN | MAX }
```

Le segment de programme ci-dessous montre l'ordre dans lequel les commandes doivent être exécutées pour activer la fonction de mesure en dB et définir une valeur de référence.

```
CALC:FUNC DB  
CALC:STAT ON  
CALC:DB:REF 3.0
```

Mesures en dBm

La fonction de mesure en dBm calcule la puissance fournie à une résistance par rapport à une valeur de référence de 1 milliwatt.

$$dBm = 10 \times \text{Log}_{10} (\text{mesure}^2 / \text{résistance de référence} / 1 \text{ mW})$$

Ne s'applique qu'aux mesures de tension cc et ca.

- Vous pouvez choisir entre 17 valeurs différentes pour la résistance de référence. La valeur d'usine est de 600 Ω .
Les choix possibles sont : 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 et 8000 ohms.
- La résistance de référence est stockée en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifiée* après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Depuis la face avant : après avoir activé la fonction de mesure en dBm, vous pouvez choisir une nouvelle résistance de référence en appuyant sur **Shift** **>** (rappel de menu). L'activation du menu ne désactive pas la fonction de mesure en dBm ; le multimètre reprend les mesures dès que vous quittez le menu.

4: dBm REF R (MATH MENU)

Voir aussi la section "Mesures en dBm" à la page 41.

- Depuis l'interface distante : pour effectuer des mesures en dBm, vous pouvez utiliser les commandes suivantes :

```
CALCulate:FUNCTION DBM  
CALCulate:STATE { OFF | ON }  
CALCulate:DBM:REFerence { <valeur> | MIN | MAX }
```

Test de limites

Le test de limites vous permet de savoir si les mesures sont comprises ou non entre les limites supérieure et inférieure que vous spécifiez (état accepté/rejeté).

S'applique à toutes les fonctions de mesure, à l'exception des tests de continuité et de diode.

- Vous pouvez donner aux limites supérieure et inférieure une valeur quelconque comprise entre 0 et $\pm 120\%$ de la gamme la plus élevée pour la fonction en cours. La limite supérieure sélectionnée doit toujours être plus grande que la limite inférieure. *Les limites supérieure et inférieure par défaut sont toutes les deux "0".*
- Les limites supérieure et inférieure sont stockées en mémoire *volatile* ; après une mise hors tension, une ré-initialisation à distance de l'interface ou un changement de fonction, elles sont remises à 0.
- Vous pouvez configurer le multimètre pour qu'il génère, à la première mesure située en dehors des limites, une demande de service (service request ou SRQ). *Pour plus d'informations, reportez-vous à la section "Le modèle d'état SCPI" en page 132.*
- Depuis la face avant : le multimètre affiche "OK" chaque fois qu'une mesure est comprise entre les limites spécifiées. Il affiche "HI" ou "LO" lorsqu'une mesure sort des limites. A la première mesure qui sort des limites après une mesure correcte, le multimètre émet un signal sonore (si l'avertisseur sonore de la face avant est activé). *Voir aussi la section "Contrôle de l'avertisseur sonore" à la page 88.*

5: LIMIT TEST (MATH MENU) *active ou désactive le test de limites*
6: HIGH LIMIT (MATH MENU) *définit la limite supérieure*
7: LOW LIMIT (MATH MENU) *définit la limite inférieure*

Vous pouvez également désactiver le test de limites en sélectionnant une autre fonction mathématique en face avant (vous ne pouvez utiliser qu'une seule fonction mathématique à la fois).

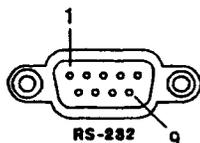
Test de limites
(suite)

- Depuis l'interface distante : pour le test de limites, vous pouvez utiliser les commandes suivantes :

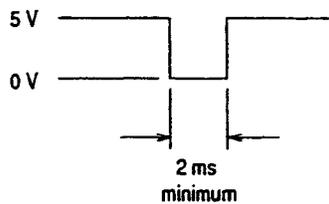
```
CALCulate:FUNCTION LIMit  
CALCulate:STATe { OFF | ON }  
CALCulate:LIMit:LOWer { <valeur> | MIN | MAX }  
CALCulate:LIMit:UPPer { <valeur> | MIN | MAX }
```

- Le connecteur de l'interface RS-232 comporte deux broches inutilisées qui indiquent l'état accepté/rejeté des mesures effectuées avec le test de limites. Pour configurer ces broches pour le test de limites, vous devez installer deux cavaliers à l'intérieur du multimètre. *Pour plus d'informations, reportez-vous au Service Guide (Guide de maintenance).*

Chaque fois qu'une mesure est comprise entre les limites spécifiées, une impulsion descendante est envoyée sur la broche 1. Chaque fois qu'une mesure sort des limites, une impulsion descendante est envoyée sur la broche 9.



Broche 1 : sortie Accepté
Broche 9 : sortie Rejeté



Attention

N'utilisez pas l'interface RS-232 si vous avez configuré le multimètre pour qu'il produise les signaux accepté / rejeté sur les broches 1 et 9 du connecteur. Vous risqueriez d'endommager les composants internes de l'interface RS-232.

Déclenchement

Le système de déclenchement du multimètre vous permet de générer les déclenchements manuellement ou automatiquement, d'effectuer plusieurs mesures par déclenchement et d'introduire un retard avant chaque mesure. Normalement, pour chaque déclenchement, le multimètre n'effectue qu'une seule mesure ; cependant, vous pouvez lui demander d'en effectuer jusqu'à 50 000.

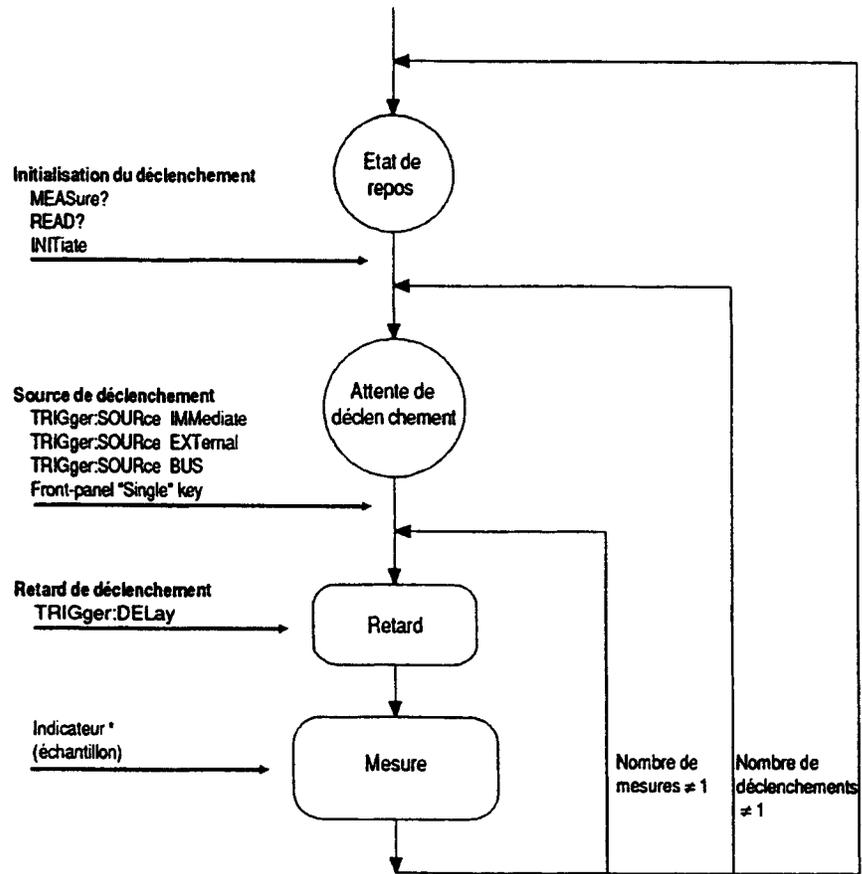
Depuis la face avant, vous pouvez choisir entre le déclenchement mono-coup, le déclenchement externe et le déclenchement automatique. Avec le déclenchement mono-coup, le multimètre effectue une mesure chaque fois que vous appuyez sur la touche **Single**. Le déclenchement externe est analogue au déclenchement mono-coup, mais le multimètre attend une impulsion sur la borne *Ext Trig* (déclenchement externe) du panneau arrière avant d'effectuer une mesure. Avec le déclenchement automatique, le multimètre effectue des mesures en continu à la vitesse la plus rapide possible en fonction de sa configuration. *Voir aussi la section "Déclenchement du multimètre" à la page 42.*

Le déclenchement du multimètre depuis l'interface distante est une opération à plusieurs étapes qui offre une grande souplesse.

- Tout d'abord, vous devez configurer le multimètre pour la mesure à effectuer en sélectionnant la fonction, la gamme, la résolution, etc.
- Ensuite, vous devez spécifier la source de déclenchement. Celle-ci peut être logicielle (déclenchement par le bus depuis l'interface distante), matérielle (par la borne *Ext Trig*) ou immédiate (déclenchement interne).
- Enfin, vous devez vous assurer que le multimètre est prêt à être déclenché par la source spécifiée (il doit être dans l'état appelé *attente de déclenchement*).

Le diagramme de la page suivante décrit le système de déclenchement du multimètre.

Chapitre 3 Caractéristiques et fonctions
Déclenchement



Le déclenchement du multimètre est une opération à plusieurs étapes.

Choix de la source de déclenchement

Vous devez indiquer la source de déclenchement à utiliser. Depuis la face avant, le multimètre accepte les déclenchements mono-coup, les déclenchements externes par la borne *Ext Trig* et le déclenchement automatique (mesures en continu). Au moment de la mise sous tension, le déclenchement utilisé est le déclenchement automatique. Depuis l'interface distante, le multimètre accepte les déclenchements logiciels (par le bus), les déclenchements externes par la borne *Ext Trig* et le déclenchement interne immédiat. L'indicateur * (échantillon) s'allume pendant chaque mesure.

- La source de déclenchement est stockée en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, c'est le déclenchement automatique (face avant) ou immédiat (interface distante) qui est sélectionné.
- Pour sélectionner la source de déclenchement depuis l'interface distante, utilisez la commande suivante. Les commandes **CONF**igure et **MEAS**ure? règlent automatiquement la source de déclenchement sur **IMM**ediate.

```
TRIGger:SOURce { BUS | IMMEDIATE | EXTERNAL }
```

Déclenchement automatique Avec le mode de déclenchement automatique (qui n'est disponible qu'en face avant), le multimètre effectue les mesures en continu à la vitesse la plus rapide possible en fonction de sa configuration. C'est la source de déclenchement à la mise sous tension pour le fonctionnement depuis la face avant.

Déclenchement mono-coup Avec le mode de déclenchement mono-coup (qui n'est disponible qu'en face avant), vous pouvez déclencher le multimètre manuellement en appuyant sur la touche **Single**. Chaque fois que vous appuyez sur cette touche, le multimètre effectue une mesure, ou le nombre de mesures spécifié (nombre d'échantillons). Lorsque l'indicateur Trig est allumé, cela signifie que le multimètre attend un déclenchement.

En mode distant, la touche **Single** de la face avant est désactivée.

Déclenchement externe Avec le mode de déclenchement externe, le multimètre se déclenche sur la borne *Ext Trig*. Chaque fois que *Ext Trig* reçoit une impulsion négative (vraie), il effectue une mesure, ou le nombre de mesures spécifié (nombre d'échantillons).

Voir aussi la section "Borne de déclenchement externe" à la page 83.

- Le multimètre accepte de mémoriser un déclenchement externe d'avance. Cela signifie que s'il est en train d'effectuer une mesure et qu'un autre déclenchement externe se produit, ce dernier est accepté (l'erreur "Trigger ignored" n'est pas générée). Une fois que la mesure en cours est terminée, le déclenchement mémorisé est aussitôt validé et activé.
- Depuis la face avant : le mode de déclenchement externe est analogue au mode de déclenchement mono-coup, mais le déclenchement est appliqué à la borne *Ext Trig*. Le fait d'appuyer sur la touche **Single** pour activer le mode de déclenchement mono-coup active également le mode de déclenchement externe. Lorsque le multimètre attend un déclenchement externe, l'indicateur Trig est allumé.

*En mode distant, la touche **Single** de la face avant est désactivée.*

- Depuis l'interface distante :

TRIGger:SOURce EXTernal

Déclenchement interne Avec le mode de déclenchement interne (qui n'est disponible que depuis l'interface distante), le signal de déclenchement est toujours présent. Lorsque vous mettez le multimètre dans l'état d'attente de déclenchement, il se déclenche aussitôt. Il s'agit de la source de déclenchement à la mise sous tension pour le fonctionnement à distance.

Pour sélectionner la source de déclenchement interne, envoyez la commande suivante. Les commandes **CONFigure** et **MEASure?** règlent automatiquement la source de déclenchement sur **IMMediate**.

TRIGger:SOURce IMMEDIATE

Déclenchement logiciel (par le bus) Le mode de déclenchement par le bus n'est disponible que depuis l'interface distante. Ce mode est similaire au mode de déclenchement mono-coup de la face avant, mais le déclenchement s'effectue ici par l'envoi d'une commande de déclenchement sur le bus.

- Pour sélectionner la source de déclenchement par le bus, envoyez la commande suivante :

TRIGger:SOURce BUS

- Pour déclencher le multimètre depuis l'interface distante (GPIB ou RS-232), envoyez la commande ***TRG** (déclenchement). La commande ***TRG** ne sera acceptée que si le multimètre est en attente de déclenchement.
- Vous pouvez également déclencher le multimètre depuis l'interface GPIB en envoyant le message IEEE-488 de déclenchement groupé **GET** (Group Execute Trigger). Le multimètre doit être en attente de déclenchement. L'instruction suivante montre comment envoyer un **GET** depuis un contrôleur Agilent.

TRIGGER 722 (déclenchement groupé)

L'état d'attente de déclenchement

Après avoir configuré le multimètre et sélectionné une source de déclenchement, vous devez le mettre dans l'état d'*attente de déclenchement*. Aucun déclenchement n'est accepté tant que le multimètre n'est pas dans cet état. Si le multimètre est en "attente de déclenchement" et qu'un signal de déclenchement se présente, le processus de mesure démarre et les mesures sont effectuées.

Le terme "attente de déclenchement" est principalement utilisé pour le fonctionnement à distance. Lorsque vous travaillez à partir de la face avant, le multimètre est toujours en "attente de déclenchement" et accepte de se déclencher à tout moment, sauf si une mesure est déjà en cours.

Depuis l'interface distante, vous pouvez mettre le multimètre en "attente de déclenchement" en exécutant l'une des commandes suivantes.

MEASure?
READ?
INITiate

Lorsqu'il reçoit une commande lui demandant de passer en "attente de déclenchement", le multimètre met environ 20 ms à se préparer. Les déclenchements qui surviennent au cours de cette période sont ignorés.

Arrêt d'une mesure en cours

Vous pouvez à tout moment envoyer une remise à zéro d'appareil (Device Clear) pour arrêter la mesure en cours et mettre le multimètre à l'"état de repos". L'instruction suivante montre comment envoyer une remise à zéro d'appareil depuis un contrôleur Agilent.

CLEAR 722 (*remise à zéro d'appareil*)

Une remise à zéro d'appareil n'affecte pas la configuration du système de déclenchement. La source de déclenchement, le nombre d'échantillons, le retard de déclenchement et le nombre de déclenchements *restent inchangés*.

Nombre d'échantillons

Normalement, le multimètre effectue une mesure (prélève un échantillon) à chaque déclenchement par la source choisie (s'il est en attente de déclenchement). Vous pouvez cependant lui demander d'effectuer plusieurs mesures à chaque déclenchement reçu.

- Nombre d'échantillons : de 1 à 50 000. *La valeur par défaut est de 1 échantillon par déclenchement.*
- Le nombre d'échantillons sélectionné est stocké en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, il est remis à 1 . Les commandes **CONF**igure et **MEAS**ure? fixent automatiquement le nombre d'échantillons à 1.

- Depuis la face avant :

3: N SAMPLES (TRIG MENU)

- Depuis l'interface distante :

SAMPle:COUNT { <valeur> | MIN | MAX }

Nombre de déclenchements

Normalement, le multimètre n'accepte qu'un seul déclenchement avant de repasser à l'état de "repos". Vous pouvez cependant lui demander d'en accepter plusieurs.

Cette caractéristique n'est disponible que depuis l'interface distante. Si vous définissez un nombre de déclenchements puis que vous passez en mode local (face avant), le multimètre ignore la valeur spécifiée ; dès que vous revenez en mode distant, le nombre de déclenchements repasse à la valeur précédemment définie.

- Nombre de déclenchements : de 1 à 50 000. La valeur par défaut est de 1 déclenchement.
- Le nombre de déclenchements sélectionné est stocké en mémoire volatile ; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, il est remis à 1. Les commandes CONFIGure et MEASure? fixent automatiquement le nombre de déclenchements à 1.
- Depuis l'interface distante :

```
TRIGger:COUNT { <valeur> | MIN | MAX | INFinite }
```

Retard de déclenchement

Vous pouvez introduire un retard après le signal de déclenchement et entre les échantillons successifs. Ceci peut être utile dans les cas où vous souhaitez attendre que l'entrée se stabilise avant d'effectuer une mesure, ou bien pour rythmer un ensemble de mesures. Si vous n'indiquez pas de retard de déclenchement, le multimètre en sélectionne automatiquement un pour vous.

- Plage du retard : de 0 à 3600 secondes. *Le multimètre introduit automatiquement un retard de déclenchement par défaut, qui dépend de la fonction, de la gamme, du temps d'intégration et du filtre ca (voir aussi la section "Retards automatiques de déclenchement" à la page 81).*
- Le retard de déclenchement est stocké en mémoire *volatile*; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, il repasse en automatique. Les commandes **CONF**igure et **MEAS**ure? n'utilisent que le retard automatique de déclenchement.
- Si vous indiquez un retard autre qu'automatique, *ce même retard* est utilisé pour *toutes* les fonctions et gammes.
- Si vous avez choisi d'effectuer plusieurs mesures par déclenchement (nombre d'échantillons > 1), le retard de déclenchement spécifié est introduit après le déclenchement et *entre les échantillons successifs*.
- Depuis la face avant : vous pouvez indiquer un retard en secondes ou choisir le retard automatique de déclenchement.

2: TRIG DELAY (TRIG MENU)

Lorsque vous choisissez le retard automatique de déclenchement, le multimètre affiche d'abord "AUTO" avant d'afficher la durée du retard en secondes.

--- AUTO ---

Trigger Delay
(continued)

- Depuis la face avant (suite)

Pour fixer le retard à 0 seconde, sélectionnez le niveau "paramètre" de la commande TRIG DELAY puis placez le curseur clignotant sur le symbole des "unités", sur le côté droit de l'afficheur. Ensuite, appuyez sur la touche **[v]** jusqu'à ce que ZERO DELAY apparaisse, puis appuyez sur la touche Menu Enter.

ZERO DELAY

Pour sélectionner le retard automatique de déclenchement, placez-vous au niveau "paramètre" de la commande TRIG DELAY puis placez le curseur clignotant sur le symbole des "unités", sur le côté droit de l'afficheur. Appuyez sur la touche **[v]** jusqu'à ce que AUTO DELAY apparaisse, puis appuyez sur la touche Menu Enter.

AUTO DELAY

- Depuis l'interface distante :

Pour définir le retard de déclenchement, vous pouvez utiliser la commande suivante :

```
TRIGger:DElay ( <secondes> | MIN | MAX )
```

Pour choisir le retard automatique de déclenchement, vous pouvez utiliser la commande suivante :

```
TRIGger:DElay:AUTO { OFF | ON }
```

Retards automatiques de déclenchement

Si vous n'indiquez pas de retard de déclenchement, le multimètre en sélectionne automatiquement un pour vous. Ce retard automatique dépend de la fonction, de la gamme, du temps d'intégration et du filtre ca.

- *Tension CC et courant CC (pour toutes les gammes) :*

Temps d'intégration	Retard de déclenchement
NPLC ≥ 1	1.5 ms
NPLC < 1	1.0 ms

- *Résistance (2 fils et 4 fils) :*

Gamme	Retard de déclenchement (Pour NPLC ≥ 1)
100 Ω	1.5 ms
1 k Ω	1.5 ms
10 k Ω	1.5 ms
100 k Ω	1.5 ms
1 M Ω	15 ms
10 M Ω	100 ms
100 M Ω	100 ms

Gamme	Retard de déclenchement (Pour NPLC < 1)
100 Ω	1.0 ms
1 k Ω	1.0 ms
10 k Ω	1.0 ms
100 k Ω	1.0 ms
1 M Ω	10 ms
10 M Ω	100 ms
100 M Ω	100 ms

- *Tension CA et courant CA (pour toutes les gammes) :*

Déclenchement à distance ou mono-coup/externe Face avant avec déclenchement automatique

Filtre CA	Retard de déclenchement
Lent	7.0 sec
Moyen	1.0sec
Rapide	600 ms

Filtre CA	Retard de déclenchement
Slow	1.5 sec
Medium	200 ms
Fast	100 ms

- *Fréquence et période :*

Déclenchement à distance ou mono-coup/externe Face avant avec déclenchement automatique

Retard de déclenchement
1.0 sec

Retard de déclenchement
0 sec

Maintien de résultat

La fonction de maintien de résultat vous permet de capturer une mesure et de la maintenir sur l'afficheur de la face avant. Elle est particulièrement utile lorsque vous souhaitez effectuer une mesure puis retirer les sondes tout en conservant le résultat sur l'afficheur. Dès qu'il détecte un signal stable, le multimètre émet un signal sonore (si l'avertisseur sonore de la face avant est activé) et maintient la mesure sur l'afficheur. *Voir aussi la section "Contrôle de l'avertisseur sonore" à la page 88.*

La fonction de maintien de résultat n'est accessible que depuis la face avant. Si vous passez en mode distant lorsque le maintien de résultat est activé, la fonction est alors ignorée ; lorsque vous repassez en mode local (face avant), le maintien de résultat est réactivé.

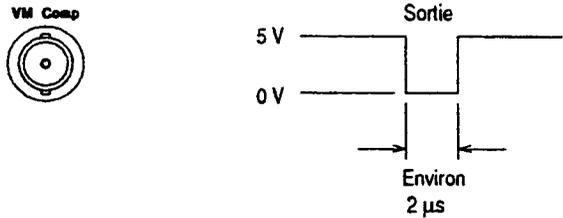
- Le maintien de résultat possède une *plage de sensibilité* réglable (cette plage n'est réglable que depuis la face avant) qui vous permet de définir un critère de stabilité pour les mesures à afficher. Cette plage s'exprime en pourcentage de la mesure pour la gamme sélectionnée. Le multimètre ne capture et n'affiche une nouvelle valeur qu'après *trois* mesures consécutives dans la même plage. Sélectionnez l'une des valeurs suivantes : 0.01%, 0.10% (par défaut), 1.00% ou 10.00% de la mesure.
Supposons, par exemple, que vous choisissiez une plage de 1.00% et qu'un signal de 5 volts soit appliqué au multimètre. Une nouvelle mesure ne sera affichée qu'après trois mesures consécutives comprises entre 4.975 volts et 5.025 volts.
- La plage de sensibilité est stockée en mémoire volatile; après une mise hors tension ou une ré-initialisation de l'interface, le multimètre la règle à 0.10%.
- Si le multimètre est en mode de *sélection automatique de gamme* lorsque vous activez le maintien de résultat, il passe automatiquement sur la gamme correcte. S'il est en mode de *sélection de gamme manuelle*, c'est alors la même gamme fixe qui est utilisée pour le maintien de résultat.
- Lorsque le maintien de résultat est activé, la résistance d'entrée est automatiquement fixée à 10 M Ω (AUTO OFF) pour toutes les gammes de tension cc. Ceci permet de minimiser le bruit capté lorsque les fils de mesure sont en circuit ouvert.
- Dans certains cas, il peut être utile de combiner le maintien de résultat avec la mémoire de mesures. *Voir aussi la section "Mémoire de mesures" à la page 84.*
- Depuis la face avant : après avoir activé le maintien de résultat, vous pouvez sélectionner une plage de sensibilité différente en appuyant sur **Shift** **>** (rappel de menu).

1: READ HOLD (TRIG MENU)

Voir aussi la section "Maintien des résultats" à la page 43.

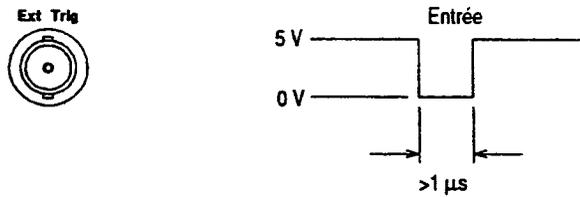
Borne voltmètre prêt

La borne *VM Comp* (voltmeter complete : voltmètre prêt) du panneau arrière fournit une impulsion négative (vraie) à la fin de chaque mesure. Cette borne, associée à la borne de déclenchement externe (voir ci-dessous), permet une séquence de synchronisation matérielle standard entre le processus de mesure et tout appareil séquentiel.

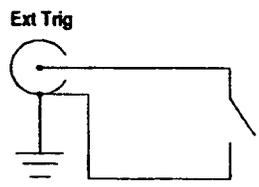


Borne de déclenchement externe

Vous pouvez déclencher le multimètre en appliquant une impulsion négative (vraie) sur la borne *Ext Trig* (external trigger : déclenchement externe) du panneau arrière. Pour utiliser cette borne depuis l'interface distante, vous devez sélectionner la source de déclenchement externe (**TRIGger : SOURce EXTErnal**).



Pour générer un déclenchement externe sur l'entrée *Ext Trig*, vous pouvez utiliser un simple commutateur, comme montré ci-dessous.



Opérations relatives au système

Cette section décrit la mémoire de mesures, les erreurs, l'auto-test et le contrôle de l'afficheur de la face avant. Ces éléments ne sont pas directement liés aux mesures proprement dites, mais ils constituent un aspect important du fonctionnement du multimètre.

Mémoire de mesures

Le multimètre peut stocker jusqu'à 512 mesures dans sa mémoire interne. Les mesures sont stockées dans l'ordre FIFO (first-in-first-out : première entrée, première sortie). La première mesure restituée correspond à la première mesure stockée. *Cette fonction de stockage des résultats n'est accessible que depuis la face avant.*

- Vous pouvez utiliser la mémoire de mesures avec toutes les fonctions et opérations mathématiques, et également avec le maintien de résultat. Une fois que vous avez activé le stockage des résultats, vous pouvez changer de fonction. *Cependant, gardez à l'esprit que les libellés de fonction (VDC, OHM, etc.) ne sont pas stockés avec les mesures.*
- Toutes les mesures effectuées pendant le stockage des résultats sont stockées en mémoire *volatile*; lorsque la mémoire de mesures est réactivée, ou bien après une mise hors tension, un auto-test ou une ré-initialisation à distance de l'interface, les résultats stockés sont effacés.
- Vous pouvez utiliser la mémoire de mesures avec le déclenchement automatique, le déclenchement mono-coup, le déclenchement externe et le maintien de résultat. Si vous demandez au multimètre d'effectuer plusieurs mesures par déclenchement, toutes les mesures effectuées à chaque déclenchement sont stockées en mémoire.
- Depuis la face avant :
 - 1: RDGS STORE (SYS MENU) *stocke les résultats en mémoire*
 - 2: SAVED RDGS (SYS MENU) *lit les résultats stockés*
- Le stockage des résultats est automatiquement désactivé lorsque vous passez sur le niveau "paramètre" du menu pour récupérer vos mesures. *Voir aussi la section "Utilisation de la mémoire de mesures" à la page 46.*
- Depuis l'interface distante : la commande **INITiate** utilise la mémoire de mesures pour stocker les résultats ; elle doit être suivie d'une commande **FETCh?**. Vous pouvez connaître le nombre de valeurs stockées en mémoire en envoyant la commande **DATA:POINTs?**.

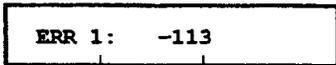
Conditions d'erreur

Lorsque l'indicateur ERROR de la face avant s'allume, cela signifie qu'une ou plusieurs erreurs matérielles ou de syntaxe de commande ont été détectées. Le multimètre peut stocker dans sa file d'erreurs jusqu'à 20 erreurs. La liste complète des erreurs est fournie au chapitre 5, "Messages d'erreur".

- Les erreurs sont récupérées dans l'ordre FIFO (first-in-first-out : première entrée, première sortie). La première erreur récupérée correspond à la première erreur enregistrée. Une fois que vous avez lu toutes les erreurs contenues dans la file, l'indicateur ERROR s'éteint. Le multimètre émet un signal sonore à chaque erreur générée.
- S'il se produit plus de 20 erreurs, la dernière erreur stockée dans la file (la plus récente) est remplacée par l'erreur -350 "Too many errors (trop d'erreurs)." Le multimètre n'enregistre alors plus aucune autre erreur tant que vous ne videz pas la file. Si vous demandez à lire la file d'erreurs alors qu'aucune erreur ne s'est produite, le multimètre répond +0 "No error (aucune erreur)."
- Après une mise hors tension ou l'exécution d'une commande *CLS (clear status) de remise à zéro d'état, la file d'erreurs est effacée.
- Depuis la face avant :

3: ERROR (SYS MENU)

Si l'indicateur ERROR est allumé, appuyez sur **Shift** **>** (rappel de menu) pour lire les erreurs stockées dans la file. Les erreurs sont présentées *horizontalement* au niveau "paramètre". Si vous passez sur le niveau "paramètre" puis que vous désactivez le menu, cela efface la file d'erreurs.



Première erreur de la file _____ Code de l'erreur

- Depuis l'interface distante :

SYSTEM:ERRor?

Les erreurs ont le format suivant (une chaîne d'erreur peut contenir jusqu'à 80 caractères).

-113, "Undefined header"

Auto-test

Lorsque vous allumez le multimètre, un auto-test *de mise sous tension* s'exécute automatiquement. Ce test partiel sert à contrôler le fonctionnement correct du multimètre. Il ne comprend pas l'ensemble des tests analogiques qui constituent l'auto-test complet décrit ci-dessous.

L'auto-test *complet* exécute toute une série de tests et dure environ 15 secondes. Si tous les tests réussissent, cela signifie que votre multimètre fonctionne parfaitement.

- Les résultats de l'auto-test complet sont stockés dans la mémoire de mesures interne (voir page 84). Cette mémoire est effacée lorsque l'auto-test y enregistre ses données. Mis à part l'effacement de la mémoire, l'auto-test complet *ne modifie pas* l'état du multimètre.
- Si l'auto-test complet réussit, le multimètre affiche "PASS" sur sa face avant. Dans le cas contraire, il affiche "FAIL" et l'indicateur ERROR s'allume. Pour savoir comment retourner votre multimètre à Agilent en cas de problème, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.
- Depuis la face avant : vous pouvez effectuer les tests un par un ou tous ensemble (auto-test complet).

4: TEST (SYS MENU)

Voici une autre manière d'effectuer l'auto-test complet depuis la face avant : appuyez sur la touche **Shift** et maintenez-la enfoncée tandis que vous appuyez sur le bouton de mise sous tension pour allumer le multimètre ; *gardez la touche enfoncée pendant plus de 5 secondes*. L'auto-test commence dès que vous relâchez la touche.

- Depuis l'interface distante :

***TST?**

Retourne "0" si l'auto-test réussit ou "1" s'il échoue.

Contrôle de l'afficheur

Pour augmenter la vitesse de mesure, ou pour des raisons de sécurité, vous pouvez désactiver l'afficheur de la face avant. Depuis l'interface distante, vous pouvez également afficher un message de 12 caractères sur la face avant.

- Lorsque l'afficheur est désactivé, les mesures ne sont pas affichées et tous les indicateurs, à l'exception de ERROR et de Shift, sont désactivés. Le reste du fonctionnement de la face avant est inchangé.
- L'état de l'afficheur est stocké en mémoire *volatile* ; après une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface, il est réactivé.
- Vous pouvez afficher un message sur la face avant en envoyant une commande depuis l'interface distante. Le multimètre peut afficher les 12 premiers caractères du message ; les caractères restants sont supprimés. Les virgules, les points et les point-virgules n'occupent pas d'espace supplémentaire : ils sont placés avec le caractère qui les précède et *ne sont pas* considérés comme des caractères à part entière. Lors de l'affichage d'un message, les mesures disparaissent de la face avant.
- L'affichage des messages en face avant depuis l'interface distante ne tient pas compte de l'état de l'afficheur : cela signifie que vous pouvez envoyer un message même si l'afficheur est désactivé.
- Depuis la face avant :

5: DISPLAY (SYS MENU)

L'affichage est toujours actif lors de l'utilisation du menu ; cela signifie que, même lorsque l'afficheur est désactivé, vous pouvez tout de même utiliser le menu.

- Depuis l'interface distante :

DISPlay { OFF ON }	<i>désactive/active l'afficheur</i>
DISPlay:TEXT <chaîne délimitée>	<i>affiche la chaîne délimitée</i>
DISPlay:TEXT:CLEAr	<i>efface le message affiché</i>

- L'instruction suivante montre comment afficher un message sur la face avant depuis un contrôleur Agilent.

```
OUTPUT 722; "DISP:TEXT 'HELLO' "
```

Contrôle de l'avertisseur sonore

Normalement, dans certaines circonstances, le multimètre émet un signal sonore depuis la face avant. Par exemple, avec la fonction de maintien de résultat, un signal sonore est émis à chaque mesure stable. Vous pouvez, si vous le souhaitez, désactiver cet avertisseur sonore.

- Lorsque l'avertisseur sonore est désactivé, le multimètre *n'émet plus de signal sonore* lorsque :
 - 1) la fonction min-max détecte un nouveau minimum ou un nouveau maximum.
 - 2) la fonction de maintien de résultat détecte une mesure stable.
 - 3) une mesure sort des limites lors d'un test de limites.
 - 4) la fonction de test de diode mesure une diode en polarisation directe.
- Le fait de désactiver l'avertisseur *n'empêche pas* le multimètre d'émettre un signal sonore lorsque :
 - 1) une erreur est générée.
 - 2) le seuil de continuité est dépassé.
 - 3) vous désactivez le menu de la face avant.

Le fait de désactiver l'avertisseur sonore n'empêche pas le multimètre de générer un clic lorsque vous appuyez sur une touche de la face avant.

- L'état de l'avertisseur sonore est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est donc pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface. Lorsque le multimètre sort d'usine, l'avertisseur sonore est activé.
- Depuis la face avant :

6: BEEP (SYS MENU)

- Depuis l'interface distante :

SYSTem:BEEPer

*émet aussitôt un signal
sonore unique*

SYSTem:BEEPer:STATe { OFF | ON }

*désactive / active
l'avertisseur sonore*

Virgules de séparation

Les mesures peuvent être affichées en face avant avec ou sans virgule de séparation. *Cette fonctionnalité n'est accessible que depuis la face avant.*

↓
08.241,53 VDC

08.24153 VDC

3

Avec virgule de séparation (réglage d'usine)

Sans virgule de séparation

- Le format d'affichage est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est donc pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface. Lorsque le multimètre sort d'usine, la virgule de séparation est activée.
- Depuis la face avant :

7: COMMA (SYS MENU)

Voir aussi la section "Pour désactiver la virgule de séparation" à la page 37.

Demande de la révision du micrologiciel

Le multimètre contrôle ses différents systèmes internes à l'aide de trois micro-processeurs. Vous pouvez l'interroger pour connaître la révision du micrologiciel installé pour chaque micro-processeur.

- Le multimètre retourne trois nombres. Le premier est le numéro de révision du micrologiciel du processeur de mesure, le second concerne le processeur d'entrée/sortie et le troisième le processeur de face avant.
- Depuis la face avant :

8: REVISION (SYS MENU)

REV XX-XX-XX

- Depuis l'interface distante :

*IDN? retourne "HEWLETT-PACKARD, 34401A, 0, XX-XX-XX"

- Prévoyez une variable chaîne d'au moins 35 caractères.

Version du langage SCPI

Ce multimètre est conforme aux recommandations de la version SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) actuelle. Vous pouvez, en envoyant une commande depuis l'interface distante, connaître le numéro de la version SCPI utilisée.

Vous ne pouvez pas obtenir la version SCPI depuis la face avant.

- La commande suivante retourne la version SCPI :

SYSTem:VERSion?

Retourne une chaîne de caractères sous la forme "AAAA.V", où "AAAA" représente l'année de la version et "V" le numéro de version dans l'année considérée (par exemple, 1991.0).

Configuration de l'interface distante

Cette section décrit comment configurer l'interface distante. Pour plus d'informations sur ce sujet, reportez-vous au chapitre 4, "Guide de l'interface distante", en page 103.

Adresse GPIB

Chaque appareil de l'interface GPIB (IEEE-488) doit avoir sa propre adresse. L'adresse du multimètre peut être une valeur quelconque comprise entre 0 et 31. L'adresse définie en usine est "22". L'adresse GPIB s'affiche au moment où vous mettez le multimètre sous tension.

L'adresse GPIB ne peut être définie que depuis la face avant.

- L'adresse est stockée en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifiée* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Vous pouvez utiliser l'adresse "31", qui correspond au mode *émetteur seulement*. Dans ce mode, le multimètre peut envoyer directement des résultats de mesure à une imprimante sans avoir à communiquer avec un contrôleur de bus. L'adresse 31 n'est pas valide si vous faites fonctionner le multimètre par son interface GPIB depuis un contrôleur de bus.
- Si vous sélectionnez l'interface RS-232 puis que vous choisissez l'adresse GPIB correspondant au mode émetteur seulement (adresse 31), le multimètre, lorsque il est en mode local, *envoie* les mesures sur l'interface RS-232.
- Votre contrôleur de bus GPIB possède sa propre adresse. Prenez garde de ne pas attribuer cette adresse à l'un *quelconque* des appareils du bus d'interface. Les contrôleurs Agilent utilisent généralement l'adresse "21".
- Depuis la face avant :

1: GPIB ADDR (I/O MENU)

Voir aussi la section "Définition de l'adresse GPIB" à la page 155.

Sélection de l'interface distante

Le multimètre est livré avec une interface GPIB (IEEE-488) et une interface RS-232. Vous ne pouvez utiliser qu'une seule interface à la fois. L'interface sélectionnée en usine est l'interface GPIB.

L'interface distante ne peut être sélectionnée que depuis la face avant.

- Le choix de l'interface est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Si vous sélectionnez l'interface GPIB, vous devez également choisir pour le multimètre une adresse spécifique. Lorsque vous mettez le multimètre sous tension, il affiche l'adresse GPIB que vous avez définie.
- Si vous sélectionnez l'interface RS-232, vous devez indiquer au multimètre la vitesse de transmission en bauds et la parité à utiliser. Lorsque vous mettez le multimètre sous tension, il affiche "RS-232".
- Si vous sélectionnez l'interface RS-232 puis que vous choisissez l'adresse GPIB correspondant au mode émetteur seulement (adresse 31), le multimètre, lorsque il est en mode local, *envoie* les mesures sur l'interface RS-232.
- Lorsque vous sélectionnez l'interface distante, vous devez être conscient de certaines restrictions (voir aussi la section "Sélection du langage de programmation" à la page 94). Le seul langage de programmation supporté en mode RS-232 est SCPI.

	GPIB / 488	RS-232
Langage SCPI	x	x
Langage Agilent 3478A	x	Non autorisé
Langage Fluke 8840A	x	Non autorisé

- Depuis la face avant :

2: INTERFACE (I/O MENU)

Voir aussi la section "Sélection de l'interface distante" à la page 156.

Sélection de la vitesse en bauds (RS-232)

Pour l'interface RS-232, vous avez le choix entre six vitesses de transmission différentes. Lorsque le multimètre sort d'usine, la vitesse est réglée à 9600 bauds.

La vitesse de transmission ne peut être définie que depuis la face avant.

- Sélectionnez l'une des vitesses suivantes : 300, 600, 1200, 2400, 4800 ou **9600** bauds (valeur d'usine).
- La vitesse de transmission est stockée en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifiée* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Depuis la face avant :

3: BAUD RATE (I/O MENU)

Voir aussi la section "Réglage de la vitesse en bauds" à la page 157.

Sélection de la parité (RS-232)

Vous pouvez définir la parité utilisée par l'interface RS-232. Lorsque le multimètre sort d'usine, il est configuré pour une parité paire avec 7 bits de données.

La parité ne peut être définie que depuis la face avant.

- Sélectionnez l'une des parités suivantes : None (aucune, 8 bits de données), Even (paire, 7 bits de données) ou Odd (impaire, 7 bits de données). Lorsque vous définissez la parité, cela détermine indirectement le nombre de bits de données.
- Le choix de la parité est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Depuis la face avant :

4: PARITY (I/O MENU)

Voir aussi la section "Réglage de la parité" à la page 158.

Sélection du langage de programmation

Pour programmer le multimètre depuis l'interface distante sélectionnée, vous disposez de trois langages différents. Lorsque le multimètre sort d'usine, il est configuré pour le langage SCPI.

Le langage d'interface ne peut être défini que depuis la face avant.

- Sélectionnez l'un des langages suivants : SCPI, Agilent 3478A ou Fluke 8840A.
- Le choix du langage est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Lorsque vous sélectionnez le langage d'interface, vous devez être conscient de certaines restrictions (voir aussi la section "Sélection de l'interface distante" à la page 92).
Les langages Agilent 3478A et Fluke 8840A/8842A *ne sont pas* supportés sur l'interface RS-232.

	GPIB / 488	RS-232
Langage SCPI	x	x
Langage Agilent 3478A	x	Non autorisé
Langage Fluke 8840A	x	Non autorisé

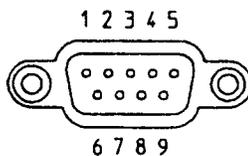
- Depuis la face avant :

5: LANGUAGE (I/O MENU)

Voir aussi la section "Sélection du langage de programmation" à la page 159.

Connexion à un terminal ou à une imprimante (RS-232)

Le connecteur RS-232 du panneau arrière du multimètre est un connecteur à 9 broches (connecteur DB-9 mâle). Vous pouvez connecter le multimètre à un terminal ou à une imprimante quelconque à condition que le périphérique utilisé ait un connecteur d'ETTD (DB-25) correctement configuré. Vous pouvez utiliser un câble d'interface Agilent 24542G ou 24542H standard.



Connecteur RS-232

Numéro de broche	Entrée/sortie	Description
1	Sortie	* Test de limites accepté
2	Entrée	RxD : réception de données
3	Sortie	TxD : émission de données
4	Sortie	DTR : terminal de données prêt
5	-	SG : masse des signaux
6	Entrée	DSR : modem prêt
9	Sortie	* Test de limites rejeté

* Les sorties TTL ne sont disponibles qu'après installation de deux cavaliers.
Pour plus d'informations, reportez-vous au Service Guide (Guide de maintenance).

Attention

N'utilisez pas l'interface RS-232 si vous avez configuré le multimètre pour qu'il délivre les signaux accepté/rejeté sur les broches 1 et 9. Vous risqueriez d'endommager des composants internes de l'interface RS-232.

Étalonnage

Cette section est une courte présentation des fonctions d'étalonnage du multimètre. Pour plus d'informations sur les procédures d'étalonnage, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.

Protection de l'étalonnage

Cette fonctionnalité vous permet d'entrer un code de protection afin d'éviter tout étalonnage accidentel ou non autorisé du multimètre. Lorsque vous recevez votre multimètre, il est protégé. Avant de pouvoir l'étalonner, vous devez le dé-protéger en entrant le code de protection correct.

- Lorsque le multimètre sort d'usine, son code de protection est "HP034401". Ce code est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Lorsque vous voulez protéger le multimètre depuis l'interface distante, le code de protection peut contenir jusqu'à 12 caractères alphanumériques, comme indiqué ci-dessous. Le premier caractère *doit* être une lettre, et les autres caractères peuvent être des lettres ou des chiffres. Vous n'êtes pas obligé d'utiliser les 12 caractères, mais le premier caractère doit toujours être une lettre.

A _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ (12 caractères)

- Lorsque vous voulez protéger le multimètre depuis l'interface distante de manière à ce qu'il puisse être dé-protégé depuis la face avant, utilisez le format à huit caractères présenté ci-dessous. Les deux premiers caractères doivent être "HP" et les autres caractères doivent être des chiffres. La face avant ne reconnaît que les six derniers caractères, mais les huit caractères sont nécessaires (pour dé-protéger le multimètre depuis la face avant, omettez les caractères "HP" et n'entrez que les chiffres, comme indiqué dans les pages suivantes).

H P _ _ _ _ _ _ (8 caractères)

Si vous ne vous souvenez plus de votre code de protection, vous pouvez désactiver le système de protection en installant un cavalier à l'intérieur du multimètre puis en entrant un nouveau code. Pour plus d'informations, reportez-vous au Service Guide (Guide de maintenance).

Protection de
l'étalonnage
(suite)

Dé-protection de l'étalonnage Vous pouvez dé-protéger l'étalonnage du multimètre aussi bien depuis la face avant que depuis l'interface distante. A sa sortie d'usine, le multimètre est protégé et son code de protection est "HP034401".

- Depuis la face avant :

1: SECURED (CAL MENU)

Si le multimètre est protégé lorsque vous passez dans le CAL MENU, vous obtenez la commande ci-dessus (si vous vous déplacez dans le niveau "commandes", vous pouvez remarquer que la commande "2: CALIBRATE" est "masquée" lorsque le multimètre est protégé). Pour dé-protéger le multimètre, passez sur le niveau "paramètre" de la commande SECURED, entrez le code de protection puis appuyez sur la touche Menu Enter.

```
^000000 CODE
```

Lorsque vous repassez sur le niveau "commandes" du CAL MENU, vous pouvez remarquer que le multimètre est à présent dé-protégé. Remarquez également que la commande "2: CALIBRATE" n'est plus masquée et que vous pouvez donc procéder à l'étalonnage.

```
1: UNSECURED
```

- Depuis l'interface distante :

```
CALibration:SECure:STATe { OFF | ON } , <code>
```

- Pour dé-protéger le multimètre, envoyez la commande ci-dessus avec le même code que celui qui a été utilisé pour la protection. Par exemple,

```
CAL:SEC:STAT OFF, HP034401
```

Protection de
l'étalonnage
(suite)

Protection contre l'étalonnage Vous pouvez protéger le multimètre contre l'étalonnage aussi bien depuis la face avant que depuis l'interface distante. A sa sortie d'usine, le multimètre est protégé et son code de protection est "HP034401".

Avant d'essayer de protéger le multimètre, lisez bien les règles concernant le code de protection à la page 96.

- Depuis la face avant :

1: UNSECURED (CAL MENU)

- Si le multimètre est dé-protégé lorsque vous passez dans le CAL MENU, vous obtenez la commande ci-dessus. Pour protéger le multimètre, passez sur le niveau "paramètre" de la commande UNSECURED, entrez le code de protection puis appuyez sur la touche Menu Enter.

```
^000000 CODE
```

- Lorsque vous repassez sur le niveau "commandes" du CAL MENU, vous pouvez remarquer que le multimètre est protégé. Remarquez également que la commande "2: CALIBRATE" est à présent masquée et que vous ne pouvez donc plus effectuer d'étalonnage.

```
1: SECURED
```

- Depuis l'interface distante :

```
CALibration:SECure:STATe { OFF | ON } , <code>
```

Pour protéger le multimètre, envoyez la commande ci-dessus avec le même code que celui qui a été utilisé pour la dé-protection. Par exemple,

```
CAL:SEC:STAT ON, HP034401
```

Protection de
l'étalonnage
(suite)

Modification du code de protection Pour modifier le code de protection, vous devez d'abord dé-protéger le multimètre et ensuite entrer le nouveau code. Avant d'essayer de protéger le multimètre, lisez bien les règles concernant le code de protection à la page 96.

- Depuis la face avant : pour modifier le code de protection, assurez-vous d'abord que le multimètre est dé-protégé. Sélectionnez le niveau "paramètre" de la commande UNSECURED, entrez le nouveau code de protection puis appuyez sur la touche Menu Enter. Le fait de modifier le code depuis la face avant change également le code vu par l'interface distante.
- Depuis l'interface distante :

`CALibration:SECure:CODE <nouveau code>`

Pour modifier le code de protection, dé-protégez d'abord le multimètre à l'aide de l'ancien code. Ensuite, entrez le nouveau code. Par exemple,

`CAL:SEC:STAT OFF, HP034401` dé-protège avec l'ancien code
`CAL:SEC:CODE ZZ010443` entre le nouveau code

Nombre d'étalonnages

Vous avez la possibilité de connaître le nombre de fois où votre multimètre a été étalonné. Comme ce nombre augmente d'une unité pour chaque point étalonné, un étalonnage complet augmente la valeur de plusieurs unités.

- Le nombre d'étalonnages est stocké en mémoire *non volatile*, et n'est pas modifié par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface. Votre multimètre a été étalonné avant sa sortie d'usine. Lorsque vous le recevez, lisez le nombre d'étalonnages pour connaître sa valeur initiale.
- Le nombre d'étalonnages peut aller jusqu'à 32767, après quoi il repasse à 0.
- Depuis la face avant :

`3: CAL COUNT (CAL MENU)`

- Depuis l'interface distante :

`CALibration:COUNT?`

Message d'étalonnage

Le message d'étalonnage vous permet d'enregistrer des informations concernant l'étalonnage de votre multimètre. Par exemple, vous pouvez y stocker la dernière date ou la prochaine date d'étalonnage, le numéro de série du multimètre, ou même le nom et le numéro de téléphone de la personne à contacter pour l'étalonnage.

Vous ne pouvez enregistrer des informations dans le message d'étalonnage que depuis l'interface distante. Vous pouvez par contre lire ce message aussi bien depuis le menu de la face avant que depuis l'interface distante.

- Le message d'étalonnage peut contenir jusqu'à 40 caractères. Le multimètre peut afficher jusqu'à 12 caractères du message sur la face avant ; les caractères restants ne sont pas affichés.
- Le message d'étalonnage est stocké en mémoire *non volatile*, et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.
- Depuis la face avant :

`4: MESSAGE (CAL MENU)`

*lit le message
d'étalonnage*

- Depuis l'interface distante :

`CALibration:STRing <chaîne délimitée>`

*stocke le message
d'étalonnage*

- L'instruction suivante montre comment stocker un message d'étalonnage depuis un contrôleur Agilent.

`OUTPUT 722; "CAL:STR 'CAL 11-1-91'"`

Maintenance par l'opérateur

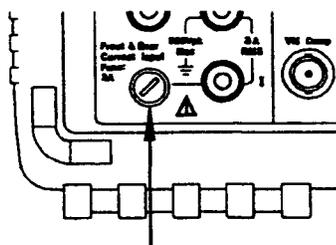
Cette section explique comment remplacer les fusibles du multimètre (secteur et courant). Pour plus d'informations sur la réparation du multimètre ou sur le remplacement des pièces, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.

Remplacement du fusible secteur

Le fusible secteur est situé à l'intérieur du porte-fusible du multimètre sur le panneau arrière (voir page 14). Pour le fonctionnement en 100 ou en 120 Vca, vous devez utiliser un fusible lent 250 mA retardé (référence Agilent 2110-0817). Pour le fonctionnement en 220 ou en 240 Vca, vous devez utiliser un fusible lent 125 mA retardé (référence Agilent 2110-0894).

Remplacement des fusibles d'entrée de courant

Les bornes d'entrée de courant avant et arrière sont protégées par deux fusibles en série. Le premier est un fusible rapide de 3A, 250 Vca ; il est situé sur le panneau arrière. Pour le remplacer, commandez la référence Agilent 2110-0780.



Avec un petit tournevis plat, enfoncez le capuchon du fusible et faites-le tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Retirez le capuchon et le fusible.

Un second fusible est situé à l'intérieur du multimètre et fournit un niveau de protection de courant supplémentaire. Il s'agit d'un fusible ultra-rapide de 7A, 250 Vca (référence Agilent 2110-0614). Pour le remplacer, vous devez ouvrir le boîtier du multimètre en desserrant trois vis. Pour plus d'informations sur le démontage du multimètre, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.

Etat à la mise sous tension et à la ré-initialisation

Configuration de mesure	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
Filtre AC	20 Hz (filtre moyen)
Réglage automatique de zéro	Activé
* Seuil de continuité	* 10 Ω
Fonction	Tension CC
Résistance d'entrée	10 MW (fixe pour toutes les gammes de tension cc)
Temps d'intégration	10 PLC
Gamme	Sélection automatique
Résolution	5 ½ chiffres, mode lent
Opérations mathématiques	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
Mode mathématique, fonction	Désactivé, mesure relative
Registres mathématiques	Tous remis à zéro
* Résistance de référence pour les dBm	* 600 Ω
Déclenchement	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
Seuil de maintien de résultat	0.10% de la pleine échelle
Nombre de mesures par déclenchement	1 mesure
Retard de déclenchement	Automatique
Source de déclenchement	Automatique
Opérations système	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
* Avertisseur sonore	* Activé
* Virgule de séparation	* Activée
Afficheur	Activé
Mémoire de mesures	Désactivée (effacée)
Configuration d'entrée/sortie	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
* Vitesse de transmission	* 9600 bauds
* Adresse GPIB	* 22
* Interface	* GPIB (IEEE-488)
* Langage	* SCPI
* Parité	* Paire (7 bits de données)
Etalonnage	Etat à la mise sous tension./ré-initialisation
* Etat de l'étalonnage	* Protégé

*Pour vous en faciliter la consultation,
ce tableau est dupliqué en fin de
manuel sur la couverture.*

Les éléments marqués d'une "*" sont stockés en mémoire non volatile. Dans ce cas, la valeur indiquée correspond au réglage d'usine.

Guide de
l'interface distante

Guide de l'interface distante

Ce chapitre contient les informations de référence sur la programmation du multimètre par l'interface distante. *Si vous utilisez le langage SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) pour la première fois, lisez la section "Présentation du langage SCPI" à la page 150. Ce chapitre est découpé comme suit :*

- Résumé des commandes, page 105
- Séquence de programmation simplifiée, page 110
- Les commandes MEASure? et CONFigure, page 115
- Commandes de configuration de mesure, page 119
- Commandes d'opérations mathématiques, page 122
- Déclenchement, page 125
- Commandes de déclenchement, page 128
- Commandes système, page 130
- Le modèle d'état SCPI, page 132
- Commandes de rapport d'état, page 142
- Commandes d'étalonnage, page 144
- Configuration de l'interface RS-232, page 145
- Commandes de l'interface RS-232, page 149
- Présentation du langage SCPI, page 150
- Marques de fin de message en entrée, page 153
- Formats de données en sortie, page 153
- Utilisation de la remise à zéro d'appareil pour arrêter les mesures, page 154
- Mode EMETTEUR SEULEMENT pour imprimantes, page 154
- Définition de l'adresse GPIB , page 155
- Sélection de l'interface distante, page 156
- Réglage de la vitesse en bauds, page 157
- Réglage de la parité, page 158
- Sélection du langage de programmation, page 159
- Compatibilité avec d'autres langages de programmation, page 160
- Informations de conformité avec SCPI, page 162
- Informations de conformité avec IEEE-488, page 163

Résumé des commandes

Cette section résume les commandes SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) permettant la programmation du multimètre. Pour plus de détails sur les diverses commandes, reportez-vous aux sections suivantes de ce chapitre.

Tout au long de ce manuel, les commandes SCPI sont présentées avec la syntaxe suivante : les crochets ([]) indiquent un mot-clé ou un paramètre optionnel, les accolades ({ }) délimitent les paramètres d'une chaîne de commande et les symboles de comparaison (< >) indiquent un paramètre qui doit être remplacé par une valeur.

4

Commandes de configuration de mesure

MEASure

```
:VOLTage:DC? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:DC? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:AC? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod? {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity?
:DIODE?
```

CONFigure

```
:VOLTage:DC {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:DC:RATio {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:VOLTage:AC {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:DC {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CURRent:AC {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:RESistance {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:FRESistance {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:FREQuency {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:PERiod {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
:CONTinuity
:DIODE
```

CONFigure?

Chapitre 4 Guide de l'interface distante Résumé des commandes

Commandes de configuration de mesure (suite)

```
[SENSe:]
FUNction "VOLTage:DC"
FUNction "VOLTage:DC:RATIo"
FUNction "VOLTage:AC"
FUNction "CURRent:DC"
FUNction "CURRent:AC"
FUNction "RESistance" (ohms 2 fils)
FUNction "FRESistance" (ohms 4 fils)
FUNction "FREQuency"
FUNction "PERIoD"
FUNction "CONTInuity"
FUNction "DIODE"
FUNction?

[SENSe:]
VOLTage:DC:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
VOLTage:DC:RANGe? [MIN|MAX]
VOLTage:AC:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
VOLTage:AC:RANGe? [MIN|MAX]
CURRent:DC:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
CURRent:DC:RANGe? [MIN|MAX]
CURRent:AC:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
CURRent:AC:RANGe? [MIN|MAX]
RESistance:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
RESistance:RANGe? [MIN|MAX]
FRESistance:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
FRESistance:RANGe? [MIN|MAX]
FREQuency:VOLTage:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
FREQuency:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]
PERIoD:VOLTage:RANGe {<gamme>|MIN|MAX}
PERIoD:VOLTage:RANGe? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]
VOLTage:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
VOLTage:DC:RANGe:AUTO?
VOLTage:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
VOLTage:AC:RANGe:AUTO?
CURRent:DC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
CURRent:DC:RANGe:AUTO?
CURRent:AC:RANGe:AUTO {OFF|ON}
CURRent:AC:RANGe:AUTO?
RESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}
RESistance:RANGe:AUTO?
FRESistance:RANGe:AUTO {OFF|ON}
FRESistance:RANGe:AUTO?
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}
FREQuency:VOLTage:RANGe:AUTO?
PERIoD:VOLTage:RANGe:AUTO {OFF|ON}
PERIoD:VOLTage:RANGe:AUTO?

[SENSe:]
VOLTage:DC:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
VOLTage:DC:RESolution? [MIN|MAX]
VOLTage:AC:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
VOLTage:AC:RESolution? [MIN|MAX]
CURRent:DC:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
CURRent:DC:RESolution? [MIN|MAX]
CURRent:AC:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
CURRent:AC:RESolution? [MIN|MAX]
RESistance:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
RESistance:RESolution? [MIN|MAX]
FRESistance:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}
FRESistance:RESolution? [MIN|MAX]

[SENSe:]
VOLTage:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
VOLTage:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]
CURRent:DC:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
CURRent:DC:NPLCycles? [MIN|MAX]
RESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
RESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]
FRESistance:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}
FRESistance:NPLCycles? [MIN|MAX]
```

Résumé des commandes

Commandes de configuration de mesure (suite)

```
[SENSe:]  
FREQuency:APERture {0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
FREQuency:APERture? [MIN|MAX]  
PERiod:APERture {0.01|0.1|1|MIN|MAX}  
PERiod:APERture? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
DETEctor:BANdwidth {3|20|200|MIN|MAX}  
DETEctor:BANdwidth? [MIN|MAX]
```

```
[SENSe:]  
ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}  
ZERO:AUTO?
```

```
INPUt  
:IMPedance:AUTO {OFF|ON}  
:IMPedance:AUTO?
```

```
ROUTE:TERMinals?
```

Commandes d'opérations mathématiques

```
CALCulate  
:FUNction  
{NULL|DB|DBM|AVERage|LIMIT}  
:FUNction?  
:STATe {OFF|ON}  
:STATe?
```

```
CALCulate  
:AVERage:MINimum?  
:AVERage:MAXimum?  
:AVERage:AVERage?  
:AVERage:COUNT?
```

```
CALCulate  
:NULL:OFFSet {<valeur>|MIN|MAX}  
:NULL:OFFSet? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
:DB:REFerence {<valeur>|MIN|MAX}  
:DB:REFerence? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
:DBM:REFerence {<valeur>|MIN|MAX}  
:DBM:REFerence? [MIN|MAX]
```

```
CALCulate  
:LIMit:LOWer {<valeur>|MIN|MAX}  
:LIMit:LOWer? [MIN|MAX]  
:LIMit:UPPer {<valeur>|MIN|MAX}  
:LIMit:UPPer? [MIN|MAX]
```

```
[1] DATA:FEED RDG_STORE, {"CALCulate" | "  
[1] DATA:FEED?
```

4

[1] Disponible à partir de la Révision 2 du micrologiciel (Rév. 02-01-01).

Commandes de déclenchement

INITiate
READ?
TRIGger
:SOURce {BUS|IMMediate|EXTernal}
:SOURce?
TRIGger
:DElay {<secondes>|MIN|MAX}
:DElay? [MIN|MAX]
TRIGger
:DElay:AUTO {OFF|ON}
:DElay:AUTO?
SAMPle
:COUNT {<valeur>|MIN|MAX}
:COUNT? [MIN|MAX]
TRIGger
:COUNT {<valeur>|MIN|MAX|INFinite}
:COUNT? [MIN|MAX]

Commandes système

FETCH?
READ?
DISPlay {OFF|ON}
DISPlay?
DISPlay
:TEXT <chaîne délimitée>
:TEXT?
:TEXT:CLEar
SYSTEM
:BEEPer
:BEEPer:STATe {OFF|ON}
:BEEPer:STATe?
SYSTEM:ERRor?
SYSTEM:VERSion?
DATA:POINTs?
*RST
*TST?
*IDN?

Commandes de rapport d'état

SYSTem:ERRor?

STATus
:QUESTionable:ENABle <valeur d'activation>
:QUESTionable:ENABle?
:QUESTionable:EVEnt?

STATus
:PRESet

*CLS

*ESE <valeur d'activation>
*ESE?

*ESR?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*SRE <valeur d'activation>
*SRE?

Commandes d'étalonnage

CALibration?

CALibration:COUNT?

CALibration
:SECure:CODE <nouveau code>
:SECure:STATE {OFF|ON},<code>
:SECure:STATE?

CALibration
:STRing <chaîne délimitée>
:STRing?

CALibration
:VALue <valeur>
:VALue?

Commandes de l'interface RS-232

SYSTem
:LOCAl
:REMote
:RWLock

Commandes communes IEEE-488.2

*CLS

*ESE <valeur d'activation>
*ESE?

*ESR?

*IDN?

*OPC

*OPC?

*PSC {0|1}
*PSC?

*RST

*SRE <valeur d'activation>
*SRE?

*STB?

*TRG

*TST?

Séquence de programmation simplifiée

Les sept étapes de la séquence simplifiée ci-dessous vous permettent de programmer des mesures sur le multimètre depuis l'interface distante.

1. Mettez le multimètre dans un état connu (par exemple, l'état de ré-initialisation).
2. Modifiez les paramètres du multimètre en fonction de la configuration souhaitée.
3. Définissez les conditions de déclenchement.
4. Initialisez ou armez le multimètre pour la mesure.
5. Déclenchez le multimètre pour qu'il effectue une mesure.
6. Récupérez les valeurs placées dans la mémoire tampon de sortie ou dans la mémoire interne.
7. Lisez les résultats avec votre contrôleur de bus.

La méthode la plus simple pour programmer des mesures sur le multimètre consiste à utiliser les commandes **MEASure?** et **CONFigure**. Vous pouvez sélectionner, en une seule commande, la fonction de mesure, la gamme et la résolution. Le multimètre *définit automatiquement* les autres paramètres de mesure (filtre ca, réglage automatique de zéro, nombre de déclenchements, etc.) à partir des valeurs par défaut présentées ci-dessous.

Valeurs par défaut des commandes **MEASure?** et **CONFigure**

Commande	Valeur pour MEASure? et CONFigure
Filtre CA (DET:BAND)	20 Hz (filtre moyen)
Réglage automatique de zéro (ZERO:AUTO)	OFF si la résolution donne $NPLC < 1$; ON si la résolution donne $NPLC \geq 1$
Résistance d'entrée (INP:IMP:AUTO)	OFF (fixée à 10 MW pour toutes les gammes de tensions cc)
Nombre de mesures par déclenchement (SAMP:COUN)	1 mesure
Nombre de déclenchements (TRIG:COUN)	1 déclenchement
Retard de déclenchement (TRIG:DEL)	Automatique
Source de déclenchement (TRIG:SOUR)	Immédiate
Fonction mathématique(sous-système CALCulate)	OFF

Utilisation de la commande MEASure?

La méthode la plus facile pour programmer des mesures sur le multimètre consiste à utiliser la commande **MEASure?**. Cependant, cette commande n'offre pas beaucoup de souplesse. Lorsque vous l'exécutez, le multimètre *choisit automatiquement* les meilleurs réglages possibles en fonction de la configuration demandée puis lance immédiatement la mesure. Vous ne pouvez modifier aucun paramètre (mis à part la fonction, la gamme et la résolution) avant la mesure. Les résultats sont envoyés dans la mémoire tampon de sortie.

Le fait d'envoyer une commande MEASure? revient au même que d'envoyer une commande CONFigure suivie immédiatement d'une commande READ?.

Utilisation de la commande CONFigure

La commande **CONFigure** offre un peu plus de souplesse de programmation. Lorsque vous l'exécutez, le multimètre *choisit automatiquement* les meilleurs réglages possibles en fonction de la configuration demandée (comme pour la commande **MEASure?**), mais il *ne lance pas* la mesure, ce qui vous laisse la possibilité de modifier des paramètres. Vous pouvez ainsi "affiner" la configuration à partir des conditions *prédéfinies*. Avec les sous-systèmes **INPut**, **SENSe**, **CALCulate** et **TRIGger**, vous disposez de nombreuses commandes de bas niveau pour programmer le multimètre (la commande **SENSe:FUNction** vous permet de modifier la fonction de mesure sans avoir recours à **MEASure?** ni à **CONFigure**).

Lancez la mesure à l'aide de la commande INITiate ou READ?.

Utilisation des paramètres *gamme* et *résolution*

Avec les commandes **MEASure?** et **CONFigure**, vous pouvez sélectionner en une seule commande la fonction de mesure, la *gamme* et la *résolution*. Le paramètre *gamme* sert à indiquer la valeur prévue pour le signal d'entrée. Le multimètre s'en sert pour sélectionner la *gamme* de mesure adéquate.

Pour les mesures de fréquence et de période, le multimètre utilise la même "gamme" pour toutes les entrées comprises entre 3 Hz et 300 kHz. Le paramètre *gamme* ne sert qu'à indiquer la *résolution*. Pour cette raison, il n'est pas nécessaire d'envoyer une nouvelle commande pour chaque nouvelle fréquence à mesurer.

Le paramètre *résolution* sert à indiquer la *résolution* voulue pour la mesure. Il doit être spécifié dans la même unité que la fonction de mesure, *et non en nombre de chiffres*. Par exemple, pour une mesure de tension cc, indiquez la *résolution* en volts ; pour une mesure de fréquence, indiquez la *résolution* en hertz.

Pour pouvoir utiliser le paramètre résolution, vous devez spécifier une gamme.

Utilisation de la commande **READ?**

La commande **READ?** fait passer le système de déclenchement de l'état de "repos" à l'état d'"attente de déclenchement". Après la réception d'une commande **READ?**, la mesure ne commence qu'une fois que les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites. Les résultats sont envoyés *immédiatement* dans la mémoire tampon de sortie. Vous devez récupérer les valeurs avec votre contrôleur de bus, sinon le multimètre arrête les mesures dès que la mémoire tampon de sortie est pleine. Lorsque vous utilisez la commande **READ?**, les résultats *ne sont pas stockés* dans la mémoire interne du multimètre.

La commande READ? est équivalente à une commande INITiate immédiatement suivie d'une commande FETCh?, hormis le fait qu'elle ne met pas les mesures en mémoire interne.

Attention

Si vous envoyez deux commandes d'interrogation à la suite sans lire la réponse de la première, puis que vous essayez de lire la réponse de la seconde, vous risquez d'obtenir des données de la première réponse, suivies par l'intégralité de la seconde réponse. Pour éviter cela, lisez toujours la réponse à vos commandes d'interrogation. Si, dans une situation particulière, il ne vous est pas possible de lire la réponse, envoyez une commande de remise à zéro d'appareil avant d'envoyer la seconde commande d'interrogation.

Utilisation des commandes INITiate et FETCH?

Les commandes **INITiate** et **FETCH?** fournissent le niveau de contrôle le plus bas (et le maximum de souplesse) pour le déclenchement et la récupération des mesures. La commande **INITiate** doit être utilisée après avoir configuré le multimètre pour la mesure. Elle fait passer le système de déclenchement de l'état de "repos" à l'état d'"attente de déclenchement". Après la réception d'une commande **INITiate**, la mesure ne commence qu'une fois que les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites. Les résultats *sont* placés dans la mémoire interne du multimètre (qui peut contenir jusqu'à 512 valeurs). Ils *restent* en mémoire jusqu'à ce que vous les récupérez.

La commande **FETCH?** permet de transférer les résultats de mesure depuis la mémoire interne du multimètre vers sa mémoire tampon de sortie, où elles peuvent être lues par votre contrôleur de bus.

Exemple de commande
MEASure?

Le segment de programme suivant montre comment utiliser la commande **MEASure?** pour effectuer une mesure. Le multimètre est configuré pour une mesure de tension cc, il est mis automatiquement en "attente de déclenchement" et il se déclenche en interne ; pour finir, il envoie la mesure vers la mémoire tampon de sortie.

```
MEAS:VOLT:DC? 10,0.003  
lecture par le bus
```

Ceci est la méthode la plus simple pour effectuer une mesure. Cependant, la commande **MEASure?** n'offre aucune souplesse pour régler le nombre de déclenchements, le nombre d'échantillons, le retard de déclenchement, etc. Tous les paramètres de mesure, à l'exception de la fonction, de la gamme et de la résolution, sont pré-définis automatiquement (voir le tableau de la page 110).

Exemple de commande
CONFigure

Le segment de programme ci-dessous montre comment utiliser les commandes `READ?` et `CONFigure` pour effectuer une mesure avec un déclenchement externe. Le multimètre est configuré pour une mesure de tension cc. La commande `CONFigure` ne met pas le multimètre en "attente de déclenchement" ; c'est la commande `READ?` qui s'en charge. Dès qu'il reçoit une impulsion sur la borne *Ext Trig*, le multimètre effectue la mesure puis envoie le résultat dans la mémoire tampon de sortie.

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
READ?
lecture par le bus
```

Exemple de commande
CONFigure

Le segment de programme ci-dessous est similaire au précédent, mais il utilise la commande `INITiate` pour mettre le multimètre en "attente de déclenchement". Cette commande met le multimètre en "attente de déclenchement", effectue une mesure dès que la borne *Ext Trig* reçoit une impulsion, puis place le résultat dans la mémoire interne du multimètre. La commande `FETCh?` transfère ensuite la mesure depuis la mémoire interne vers la mémoire tampon de sortie.

```
CONF:VOLT:DC 10, 0.003
TRIG:SOUR EXT
INIT
FETC?
lecture par le bus
```

Il est plus rapide de stocker les mesures en mémoire interne avec la commande `INITiate` que de les envoyer vers la mémoire tampon de sortie avec la commande `READ?`. Le multimètre peut stocker jusqu'à 512 mesures dans sa mémoire interne. Si vous lui demandez d'effectuer plus de 512 mesures (en réglant le nombre d'échantillons et le nombre de déclenchements), puis que vous envoyez une commande `INITiate`, cela génère une erreur de mémoire.

Après l'exécution d'une commande `INITiate`, aucune autre commande n'est acceptée tant que la séquence de mesure n'est pas terminée. Cependant, si vous sélectionnez `TRIGger:SOURCE BUS` comme source de déclenchement, le multimètre accepte tout de même les commandes `*TRG` (déclenchement par le bus) et les messages IEEE-488 de *déclenchement groupé (Group Execute Trigger)*.

Les commandes MEASure? et CONFigure

Voir aussi la section "Configuration de mesure" du chapitre 3 à la page 51.

- Pour le paramètre gamme, MIN sélectionne la plus petite gamme possible pour la fonction choisie ; MAX sélectionne la plus grande gamme possible ; DEF correspond à la sélection automatique de gamme.
- Le paramètre résolution doit être spécifié dans la même unité que la fonction de mesure, et non en nombre de chiffres. MIN sélectionne la plus petite valeur acceptée, ce qui donne la meilleure résolution ; MAX sélectionne la plus grande valeur acceptée, soit la moins bonne résolution ; DEF correspond à la résolution par défaut, qui est le mode lent à 5½ chiffres (10 PLC).

Pour pouvoir utiliser le paramètre résolution, vous devez spécifier une gamme.

MEASure:VOLTage:DC? (<gamme>|MIN|MAX|DEF), {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de tension cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie.

MEASure:VOLTage:DC:RATio? (<gamme>|MIN|MAX|DEF), {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de rapport cc:cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les mesures de rapport, la gamme spécifiée s'applique au signal relié aux bornes Input. La gamme de la tension de référence appliquée aux bornes Sense est sélectionnée automatiquement.

MEASure:VOLTage:AC? (<gamme>|MIN|MAX|DEF), {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de tension ca avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les mesures en alternatif, la résolution est en fait fixée à 6½ chiffres. Le paramètre *résolution* n'affecte que l'affichage en face avant.

MEASure:CURRent:DC? (<gamme>|MIN|MAX|DEF), {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de courant cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie.

MEASure:CURRent:AC? (<gamme>|MIN|MAX|DEF), {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de courant ca avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les mesures en alternatif, la résolution est en fait fixée à 6½ chiffres. Le paramètre *résolution* n'affecte que l'affichage en face avant.

MEASure:RESistance? {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de résistance en 2 fils avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie.

MEASure:FRESistance? {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de résistance en 4 fils avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie.

MEASure:FREQuency? {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de fréquence avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les mesures de fréquence, le multimètre n'utilise qu'une seule "gamme" pour toutes les entrées comprises entre 3 Hz et 300 kHz. Lorsqu'aucun signal d'entrée n'est appliqué, la mesure de fréquence donne "0".

MEASure:PERiod? {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et effectue une mesure de période avec la gamme et la résolution spécifiées. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les mesures de période, le multimètre n'utilise qu'une seule "gamme" pour toutes les entrées comprises entre 3,3 ms et 0,33 seconde. Lorsqu'aucun signal d'entrée n'est appliqué, la mesure de période donne "0".

MEASure:CONTinuity?

Prépare et effectue une mesure de continuité. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les tests de continuité, la gamme et la résolution sont fixes (1 k Ω et 4½ chiffres).

MEASure:DIODE?

Prépare et effectue une mesure de diode. Le résultat est envoyé dans la mémoire tampon de sortie. Pour les tests de diode, la gamme et la résolution sont fixes (1 Vcc avec une source de courant de sortie de 1 mA et 4½ chiffres).

CONFigure:VOLTage:DC {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de tension cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure.

CONFigure:VOLTage:DC:RATio {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de rapport cc:cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure. Pour les mesures de rapport, la gamme spécifiée s'applique au signal relié aux bornes Input. La gamme de la tension de référence appliquée aux bornes Sense est sélectionnée automatiquement.

CONFigure:VOLTage:AC {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de tension ca avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure. Pour les mesures en alternatif, la résolution est en fait fixée à 6½ chiffres. Le paramètre *résolution* n'affecte que l'affichage en face avant.

CONFigure:CURRent:DC {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de courant cc avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure.

CONFigure:CURRent:AC {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de courant ca avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure. Pour les mesures en alternatif, la résolution est en fait fixée à 6½ chiffres. Le paramètre *résolution* n'affecte que l'affichage en face avant.

CONFigure:RESistance {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de résistance en 2 fils avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure.

CONFigure:FRESistance {<gamma>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de résistance en 4 fils avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* de mesure.

CONFIgure:FREQuency {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour une mesure de fréquence avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* la mesure. Pour les mesures de fréquence, le multimètre utilise une même "gamme" pour tous les signaux dont la fréquence est comprise entre 3 Hz et 300 kHz. Lorsqu'aucun signal n'est appliqué en entrée, la mesure de fréquence retourne la valeur "0".

CONFIgure:PERiod {<gamme>|MIN|MAX|DEF}, {<résolution>|MIN|MAX|DEF}
Prépare et configure le multimètre pour une mesure de période avec la gamme et la résolution spécifiées. Cette commande *ne lance pas* la mesure. Pour les mesures de période, le multimètre utilise une même "gamme" pour tous les signaux dont la période est comprise entre 0,33 seconde et 3,3 microsecondes. Lorsqu'aucun signal n'est appliqué en entrée, la mesure de période retourne la valeur "0".

CONFIgure:CONTinuity
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de continuité. Cette commande *ne lance pas* de mesure. Pour les tests de continuité, la gamme et la résolution sont fixes (1 k Ω et 4½ chiffres).

CONFIgure:DIODE
Prépare et configure le multimètre pour des mesures de diode. Cette commande *ne lance pas* de mesure. Pour les tests de diode, la gamme et la résolution sont fixes (1 Vcc avec une source de courant de sortie de 1 mA et 4½ chiffres).

CONFIgure?
Interroge le multimètre pour connaître sa configuration courante et retourne une chaîne délimitée.

Commandes de configuration de mesure

Voir aussi la section "Configuration de mesure" du chapitre 3 à la page 51.

FUNCTION "<fonction>"

Sélectionne une fonction de mesure. Dans la chaîne de commande, la fonction doit être encadrée de délimiteurs (FUNC "VOLT:DC"). Indiquez l'une des chaînes ci-dessous.

VOLTage:DC	FRESistance (ohms 4 fils)
VOLTage:DC:RATio	FREQuency
VOLTage:AC	PERiod
CURRent:DC	CONTInuity
CURRent:AC	DIODE
RESistance (ohms 2 fils)	

4

FUNCTION?

Demande la fonction de mesure et retourne une chaîne délimitée.

<fonction>:RANGE {<gamme>|MIN|MAX}

Sélectionne une gamme pour la fonction choisie. Pour les mesures de fréquence et de période, la sélection de gamme s'applique à la tension d'entrée du signal, *et non* à sa fréquence (utilisez FREQuency:VOLTage ou PERiod:VOLTage). MIN sélectionne la plus petite gamme possible pour la fonction choisie. MAX sélectionne la gamme la plus élevée. [mémoire volatile]

<fonction>:RANGE? [MIN|MAX]

Demande la gamme sélectionnée pour la fonction choisie.

<fonction>:RANGE:AUTO {OFF|ON}

Désactive ou active la sélection automatique de gamme pour la fonction choisie. Pour les mesures de fréquence et de période, utilisez FREQuency:VOLTage ou PERiod:VOLTage. Seuils de transition pour la sélection automatique de gamme : seuil inférieur à 10% de la gamme ; seuil supérieur à 120% de la gamme. [mémoire volatile]

<fonction>:RANGE:AUTO?

Demande l'état de la sélection automatique de gamme. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

<fonction>:RESolution {<résolution>|MIN|MAX}

Sélectionne la résolution pour la fonction spécifiée (ne convient pas pour les mesures de fréquence, de période ou de rapport). Spécifiez la résolution dans la même unité que la fonction de mesure, *et non en nombre de chiffres*. MIN sélectionne la plus petite valeur acceptée, qui donne la meilleure résolution. MAX sélectionne la plus grande valeur acceptée, soit la résolution la plus faible. [mémoire volatile]

<fonction>:RESolution? [MIN|MAX]

Demande la résolution définie pour la fonction choisie. Pour les mesures de fréquence ou de période, le multimètre retourne une valeur de résolution correspondant à une fréquence d'entrée de 3 Hz.

<fonction>:NPLCycles {0.02|0.2|1|10|100|MIN|MAX}

Sélectionne le temps d'intégration en nombre de cycles de la tension secteur pour la fonction courante (la valeur par défaut est de 10 PLC). Cette commande ne convient que pour les mesures de tension et de courant cc, de rapport, et de résistance à 2 et 4 fils. MIN = 0,02. MAX = 100. [mémoire volatile]

<fonction>:NPLCycles? [MIN|MAX]

Demande le temps d'intégration défini pour la fonction courante.

FREQuency:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

Sélectionne le temps d'ouverture (ou temps de porte) pour les mesures de fréquence (la valeur par défaut est de 0,1 seconde). Indiquez une valeur de 10 ms (4½ chiffres), de 100 ms (valeur par défaut ; 5½ chiffres) ou de 1 seconde (6½ chiffres). MIN = 0,01 seconde. MAX = 1 seconde. [mémoire volatile]

FREQuency:APERTure? [MIN|MAX]

Demande le temps d'ouverture pour les mesures de fréquence.

PERiod:APERTure {0.01|0.1|1|MIN|MAX}

Sélectionne le temps d'ouverture (ou temps de porte) pour les mesures de période (la valeur par défaut est de 0,1 seconde). Indiquez une valeur de 10 ms (4½ chiffres), de 100 ms (valeur par défaut ; 5½ chiffres) ou de 1 seconde (6½ chiffres). MIN = 0,01 seconde. MAX = 1 seconde. [mémoire volatile]

PERiod:APERTure? [MIN|MAX]

Demande le temps d'ouverture pour les mesures de période.

[SENSe:]DETEctor:BAWdwidth {3|20|200|MIN|MAX}

Indique la plus basse fréquence prévue dans le signal d'entrée. Suivant la fréquence que vous indiquez, le multimètre sélectionne le filtre ca lent, moyen (par défaut) ou rapide. MIN = 3 Hz. MAX = 200 Hz. [mémoire volatile]

[SENSe:]DETEctor:BAWdwidth? [MIN|MAX]

Interroge le multimètre pour savoir quel filtre ca il utilise. Retourne "3", "20" ou "200".

[SENSe:]ZERO:AUTO {OFF|ONCE|ON}

Désactive ou active (par défaut) le réglage automatique de zéro. Les valeurs OFF et ONCE ont un effet similaire, mais avec le paramètre OFF, aucune nouvelle mesure de zéro n'est effectuée tant que le multimètre ne repasse pas dans l'état d'"attente de déclenchement", tandis que le paramètre ONCE provoque une mesure de zéro immédiate. [mémoire volatile]

[SENSe:]ZERO:AUTO?

Demande l'état du réglage automatique de zéro. Retourne "0" (OFF ou ONCE) ou "1" (ON).

INPUt:IMPedance:AUTO {OFF|ON}

Désactive ou active le mode de résistance d'entrée automatique pour les mesures de tension cc. Avec AUTO OFF (par défaut), la résistance d'entrée est fixée à 10 M Ω pour toutes les gammes. Avec AUTO ON, la résistance d'entrée est fixée à >10 G Ω pour les gammes 100 mV, 1 V et 10 V. [mémoire volatile]

INPUt:IMPedance:AUTO?

Demande l'état du mode de résistance d'entrée automatique. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

ROUTE:TERMinals?

Interroge le multimètre pour savoir si les bornes d'entrée sélectionnées sont les bornes avant ou arrière. Retourne "FRON" ou "REAR".

Commandes d'opérations mathématiques

Voir aussi la section "Opérations mathématiques" du chapitre 3 à la page 62.

Il existe cinq fonctions mathématiques disponibles, mais vous ne pouvez en activer qu'une seule à la fois. Chacune d'elles effectue une opération mathématique sur chaque mesure ou stocke des données concernant une série de mesures. L'opération sélectionnée reste active tant que vous ne la désactivez pas, que vous ne changez pas de fonction, que vous ne mettez pas le multimètre hors tension et que vous ne lancez pas de ré-initialisation à distance de l'interface. Les opérations mathématiques utilisent un ou plusieurs registres internes. La valeur de certains de ces registres peut être prédéfinie ; les autres contiennent les résultats de l'opération mathématique.

Le tableau ci-dessous vous indique les combinaisons de fonctions de mesure et d'opérations mathématiques qui sont autorisées. Les "X" indiquent les combinaisons valides. Si vous choisissez une opération mathématique qui n'est pas autorisée pour la fonction de mesure en cours, le mode mathématique est alors désactivé. Si vous sélectionnez une opération mathématique valide puis que vous passez sur une opération non valide, l'interface distante génère l'erreur "Settings conflict" (conflit de paramètres). Pour les mesures relatives et les mesures en dB, vous devez activer l'opération mathématique avant d'écrire dans le registre correspondant.

	DC V	AC V	DC I	AC I	Ω 2W	Ω 4W	Freq	Per	Cont	Diode	Ratio
Null	X	X	X	X	X	X	X	X			
Min-Max	X	X	X	X	X	X	X	X			X
dB	X	X									
dBm	X	X									
Limit	X	X	X	X	X	X	X	X			X

CALCulate:FUNction {NULL|DB|DBM|AVERAge|LIMit}

Sélectionne la fonction mathématique. Vous ne pouvez activer qu'une seule fonction à la fois. La fonction par défaut est la fonction de mesure relative. [mémoire volatile]

CALCulate:FUNction?

Demande quelle est la fonction mathématique en cours. Retourne NULL, DB, DBM, AVER ou LIM.

CALCulate:STATe {OFF|ON}

Désactive ou active la fonction mathématique sélectionnée. [mémoire volatile]

CALCulate:STATE?

Demande l'état de la fonction mathématique. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

CALCulate:AVERage:MINimum?

Lit la valeur minimale trouvée pendant une opération min-max. Cette valeur est remise à zéro lorsque la fonction min-max est activée, après une mise hors tension ou après une ré-initialisation à distance de l'interface. [mémoire volatile]

CALCulate:AVERage:MAXimum?

Lit la valeur maximale trouvée pendant une opération min-max. Cette valeur est remise à zéro lorsque la fonction min-max est activée, après une mise hors tension ou après une ré-initialisation à distance de l'interface. [mémoire volatile]

CALCulate:AVERage:AVERage?

Lit la moyenne de toutes les mesures effectuées depuis l'activation de la fonction min-max. Cette valeur est remise à zéro lorsque la fonction min-max est activée, après une mise hors tension ou après une ré-initialisation à distance de l'interface. [mémoire volatile]

CALCulate:AVERage:COUNT?

Lit le nombre de mesures effectuées depuis l'activation de la fonction min-max. Cette valeur est remise à zéro lorsque la fonction min-max est activée, après une mise hors tension ou après une ré-initialisation à distance de l'interface. [mémoire volatile]

CALCulate:NULL:OFFSet {<valeur>|MIN|MAX}

Stocke une valeur de référence dans le registre de référence du multimètre. *Vous devez activer l'opération mathématique avant de pouvoir écrire dans ce registre.* La valeur de référence peut être un nombre quelconque compris entre 0 et $\pm 120\%$ de la gamme la plus élevée pour la fonction en cours. MIN = -120% de la gamme la plus élevée. MAX = 120% de la gamme la plus élevée. [mémoire volatile]

CALCulate:NULL:OFFSet? [MIN|MAX]

Demande la valeur de référence.

CALCulate:DB:REfERENCE {<valeur>|MIN|MAX}

Stocke une valeur de référence dans le registre de référence en dB. *Vous devez activer l'opération mathématique avant de pouvoir écrire dans ce registre.* La valeur de référence en dB peut être un nombre quelconque compris entre 0 dBm et ± 200 dBm. MIN = -200.00 dBm. MAX = 200.00 dBm. [mémoire volatile]

CALCulate:DB:REfERENCE? [MIN|MAX]
Demande la valeur de référence en dB.

CALCulate:DBM:REfERENCE {<valeur>|MIN|MAX}
Sélectionne la résistance de référence pour les dBm. Choisissez l'une des valeurs suivantes : 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 ou 8000 ohms.
MIN = 50Ω. MAX = 8000Ω. [mémoire non volatile]

CALCulate:DBM:REfERENCE? [MIN|MAX]
Demande la résistance de référence pour les dBm.

CALCulate:LIMit:LOWer {<valeur>|MIN|MAX}
Définit la limite inférieure pour le test de limites. Cette limite peut être un nombre quelconque compris entre 0 et ±120% de la gamme la plus élevée pour la fonction en cours.
MIN = -120% de la gamme la plus élevée. MAX = 120% de la gamme la plus élevée. [mémoire volatile]

CALCulate:LIMit:LOWer? [MIN|MAX]
Demande la limite inférieure.

CALCulate:LIMit:UPPer {<valeur>|MIN|MAX}
Définit la limite supérieure pour le test de limites. Cette limite peut être un nombre quelconque compris entre 0 et ±120% de la gamme la plus élevée pour la fonction en cours.
MIN = -120% de la gamme la plus élevée. MAX = 120% de la gamme la plus élevée. [mémoire volatile]

CALCulate:LIMit:UPPer? [MIN|MAX]
Demande la limite supérieure.

DATA:FEED RDG_STORE, {"CALCulate" | " "}
Indique si les mesures effectuées par la commande **INITiate** doivent être stockées dans la mémoire interne du multimètre (par défaut) ou si elles ne doivent pas être stockées du tout. *Cette commande est disponible à partir de la Révision 2 du micrologiciel (REV 02-01-01).*

Dans l'état par défaut (**DATA:FEED RDG_STORE, "CALC"**), le multimètre stocke en mémoire, à l'exécution de la commande **INITiate**, jusqu'à 512 mesures. Les commandes **MEASure?** et **CONFigure** sélectionnent automatiquement "CALC". Lorsque la mémorisation est désactivée (**DATA:FEED RDG_STORE, " "**), les mesures effectuées à l'aide de la commande **INITiate** ne sont pas stockées. Ceci peut être utile avec la fonction min-max car vous pouvez ainsi déterminer la moyenne d'une

série de mesures sans avoir à stocker les valeurs individuelles. Si vous essayez de transférer les résultats de mesure vers la mémoire tampon de sortie à l'aide de la commande **FETCh?**, cela génère une erreur.

DATA:FEED?

Demande l'état de la mémoire de mesure. Retourne "CALC" ou " ".

Déclenchement

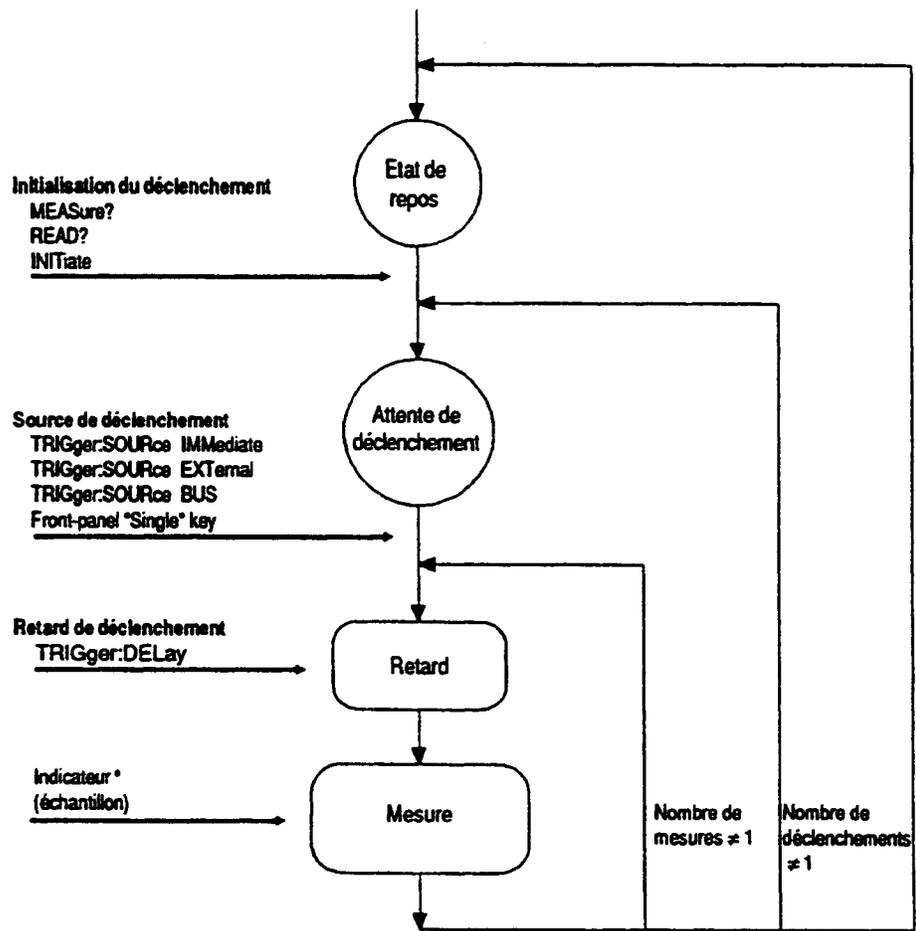
Voir aussi la section "Déclenchement" du chapitre 3 à la page 71.

Le système de déclenchement du multimètre vous permet de générer les déclenchements manuellement ou automatiquement, d'effectuer plusieurs mesures par déclenchement et d'introduire un retard avant chaque mesure. Normalement, pour chaque déclenchement, le multimètre n'effectue qu'une seule mesure ; cependant, vous pouvez lui demander d'en effectuer jusqu'à 50 000.

Le déclenchement du multimètre depuis l'interface distante est un processus à plusieurs étapes qui offre une grande souplesse.

- Tout d'abord, vous devez configurer le multimètre pour la mesure à effectuer en sélectionnant la fonction, la gamme, la résolution, etc.
- Ensuite, vous devez spécifier la source de déclenchement. Celle-ci peut être logicielle (déclenchement par le bus depuis l'interface distante), matérielle (par la borne de déclenchement externe *Ext Trig* du panneau arrière) ou immédiate (déclenchement interne).
- Ensuite, vous devez vous assurer que le multimètre est prêt à être déclenché par la source spécifiée (il doit être dans l'état appelé *attente de déclenchement*).

Le diagramme de la page suivante décrit le système de déclenchement du multimètre.



Le déclenchement du multimètre est une opération à plusieurs étapes.

L'état d'attente de déclenchement

Après avoir configuré le multimètre et sélectionné une source de déclenchement, vous devez le mettre en *attente de déclenchement*. Aucun déclenchement n'est accepté tant que le multimètre n'est pas dans cet état. Si le multimètre est en "attente de déclenchement" et qu'un signal de déclenchement se présente, le processus de mesure démarre et les mesures sont effectuées.

Le terme "attente de déclenchement" est principalement utilisé pour le fonctionnement à distance. Lorsque vous travaillez à partir de la face avant, le multimètre est toujours en "attente de déclenchement" et accepte de se déclencher à tout moment, sauf si une mesure est déjà en cours.

Depuis l'interface distante, vous pouvez mettre le multimètre en "attente de déclenchement" en exécutant l'une des commandes suivantes :

MEASure?
READ?
INITiate

Lorsqu'il reçoit une commande lui demandant de passer en "attente de déclenchement", le multimètre met environ 20 ms à se préparer. Les déclenchements qui surviennent au cours de cette période sont ignorés.

Commandes de déclenchement

Voir aussi la section "Déclenchement" du chapitre 3 à la page 71.

INITiate

Fait passer le système de déclenchement de l'état de "repos" à l'état d'"attente de déclenchement". Après réception de la commande **INITiate**, les mesures commencent dès que les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites. Les résultats sont placés dans la mémoire interne du multimètre (qui peut contenir jusqu'à 512 valeurs). Ils *restent* en mémoire jusqu'à ce que vous les récupérez (pour cela, utilisez la commande **FETCH?**).

*A partir de la Révision 2, le micrologiciel comprend une nouvelle commande qui vous permet d'effectuer des mesures avec **INITiate** sans avoir à les stocker en mémoire interne. Cette commande peut être utile avec la fonction min-max car elle vous permet de déterminer la moyenne d'une série de mesures sans avoir à stocker les valeurs individuelles.*

DATA:FEED RDG_STORE, " " ne stocke pas les mesures
DATA:FEED RDG_STORE, "CALCulate" stocke les mesures (par défaut)

*Pour plus d'informations sur l'utilisation de la commande **DATA:FEED**, reportez-vous à la page 124.*

READ?

Fait passer le système de déclenchement de l'état de "repos" à l'état d'"attente de déclenchement". Après réception de la commande **READ?**, les mesures commencent dès que les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites. Les résultats sont immédiatement envoyés vers la mémoire tampon de sortie.

TRIGger:SOURCE {BUS|IMMediate|EXTernal}

Sélectionne la source de déclenchement du multimètre. Celui-ci peut accepter un déclenchement logiciel (par le bus), un déclenchement interne immédiat (source par défaut) ou un déclenchement matériel par la borne *Ext Trig* (déclenchement externe) du panneau arrière. [mémoire volatile]

TRIGger:SOURCE?

Demande la source de déclenchement actuellement sélectionnée. Retourne "BUS", "IMM" ou "EXT".

TRIGger:DELay {<secondes>|MIN|MAX}

Introduit un retard de déclenchement après le signal de déclenchement et entre les mesures successives. Si vous n'indiquez pas de retard de déclenchement, le multimètre en choisit automatiquement un pour vous. Choisissez une valeur comprise entre 0 et 3600 secondes. MIN = 0 seconde. MAX = 3600 secondes. [mémoire volatile]

TRIGger:DELay? [MIN|MAX]

Demande le retard de déclenchement actuellement défini.

TRIGger:DELay:AUTO {OFF|ON}

Désactive ou active le retard automatique de déclenchement. La durée de ce retard dépend de la fonction, de la gamme, du temps d'intégration et du filtre ca. Le fait de définir une valeur spécifique pour le retard de déclenchement désactive la fonction de retard automatique de déclenchement. [mémoire volatile]

TRIGger:DELay:AUTO?

Demande l'état du retard automatique de déclenchement. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

SAMPle:COUNT {<valeur>|MIN|MAX}

Définit le nombre de mesures (échantillons) à effectuer à chaque déclenchement. Choisissez un nombre compris entre 1 et 50 000 mesures par déclenchement. MIN = 1. MAX = 50000. [mémoire volatile]

SAMPle:COUNT? [MIN|MAX]

Demande le nombre d'échantillons qui a été défini.

TRIGger:COUNT {<valeur>|MIN|MAX|INFinite}

Définit le nombre de déclenchements que le multimètre acceptera avant de repasser à l'état de "repos". Choisissez un nombre compris entre 1 et 50 000 déclenchements. Le paramètre *INFinite* vous permet de déclencher le multimètre en continu (vous devez alors envoyer une commande de remise à zéro d'appareil si vous souhaitez remettre le multimètre à l'état de "repos"). En mode local, le nombre de déclenchements est ignoré. MIN = 1. MAX = 50000. [mémoire volatile]

TRIGger:COUNT? [MIN|MAX]

Demande le nombre de déclenchements qui a été défini. Si vous avez défini un nombre de déclenchements infini, cette interrogation retourne la valeur "9.90000000E+37".

Commandes système

Voir aussi la section "Opérations système" du chapitre 3 à la page 84.

FEtCh?

Transfère les résultats stockés dans la mémoire interne du multimètre (par la commande **INITiate**) vers la mémoire tampon de sortie, où ils peuvent être lus par votre contrôleur de bus.

READ?

Fait passer le système de déclenchement de l'état de "repos" à l'état d'"attente de déclenchement". Après réception de la commande **READ?**, les mesures commencent dès que les conditions de déclenchement spécifiées sont satisfaites. Les résultats sont envoyés immédiatement dans la mémoire tampon de sortie.

DISPlay {OFF | ON}

Désactive ou active l'afficheur de la face avant. [mémoire volatile]

DISPlay?

Demande l'état de l'afficheur de la face avant. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

DISPlay:TEXT <chaîne délimitée>

Affiche un message sur la face avant. Le multimètre peut afficher les 12 premiers caractères du message ; les caractères restants n'apparaissent pas. [mémoire volatile]

DISPlay:TEXT?

Demande le message qui a été envoyé sur l'afficheur de la face avant et retourne une chaîne délimitée.

DISPlay:TEXT:CLEAr

Efface le message affiché en face avant.

SYSTEM:BEEPer

Emet immédiatement un signal sonore simple.

SYSTEM:BEEPer:STATE {OFF|ON}

Désactive ou active l'avertisseur sonore de la face avant. [mémoire non volatile]

Lorsque l'avertisseur sonore est désactivé, le multimètre *n'émet plus de signal sonore* lorsque :

- 1) la fonction min-max détecte un nouveau minimum ou un nouveau maximum ;
- 2) la fonction de maintien de résultat détecte une mesure stable ;
- 3) une mesure sort des limites lors d'un test de limites ;
- 4) la fonction de test de diode mesure une diode en polarisation directe.

SYSTEM:BEEPer:STATE?

Demande l'état de l'avertisseur sonore de la face avant. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

SYSTEM:ERRor?

Récupère les erreurs de la file d'erreurs du multimètre. Celle-ci peut contenir jusqu'à 20 erreurs. Les erreurs sont récupérées dans l'ordre FIFO (first-in-first-out : première entrée, première sortie). Chaque chaîne d'erreur peut contenir jusqu'à 80 caractères.

SYSTEM:VERSion?

Interroge le multimètre pour connaître la version SCPI utilisée.

DATA:POINTs?

Demande le nombre de mesures stockées dans la mémoire interne du multimètre.

***RST**

Ré-initialise le multimètre à sa configuration de mise sous tension.

***TST?**

Effectue un auto-test complet du multimètre. Retourne "0" si l'auto-test réussit et "1" s'il échoue.

***IDN?**

Lit la chaîne d'identification du multimètre (prévoyez une variable chaîne d'au moins 35 caractères).

Le modèle d'état SCPI

Les registres d'état sont mis en oeuvre de la même façon sur tous les appareils SCPI. Le système enregistre l'état de l'appareil dans trois registres différents : le registre de l'octet d'état, le registre d'événements standard et le registre de données interrogeable. Le registre de l'octet d'état est un résumé de haut niveau des informations contenues dans les autres registres. Ce système d'état SCPI est illustré par le diagramme de la page suivante.

Le chapitre 6, "Programmes d'application", contient un exemple montrant l'utilisation des registres d'état. Cet exemple pourra vous être utile lorsque vous aurez lu la section suivante de ce chapitre.

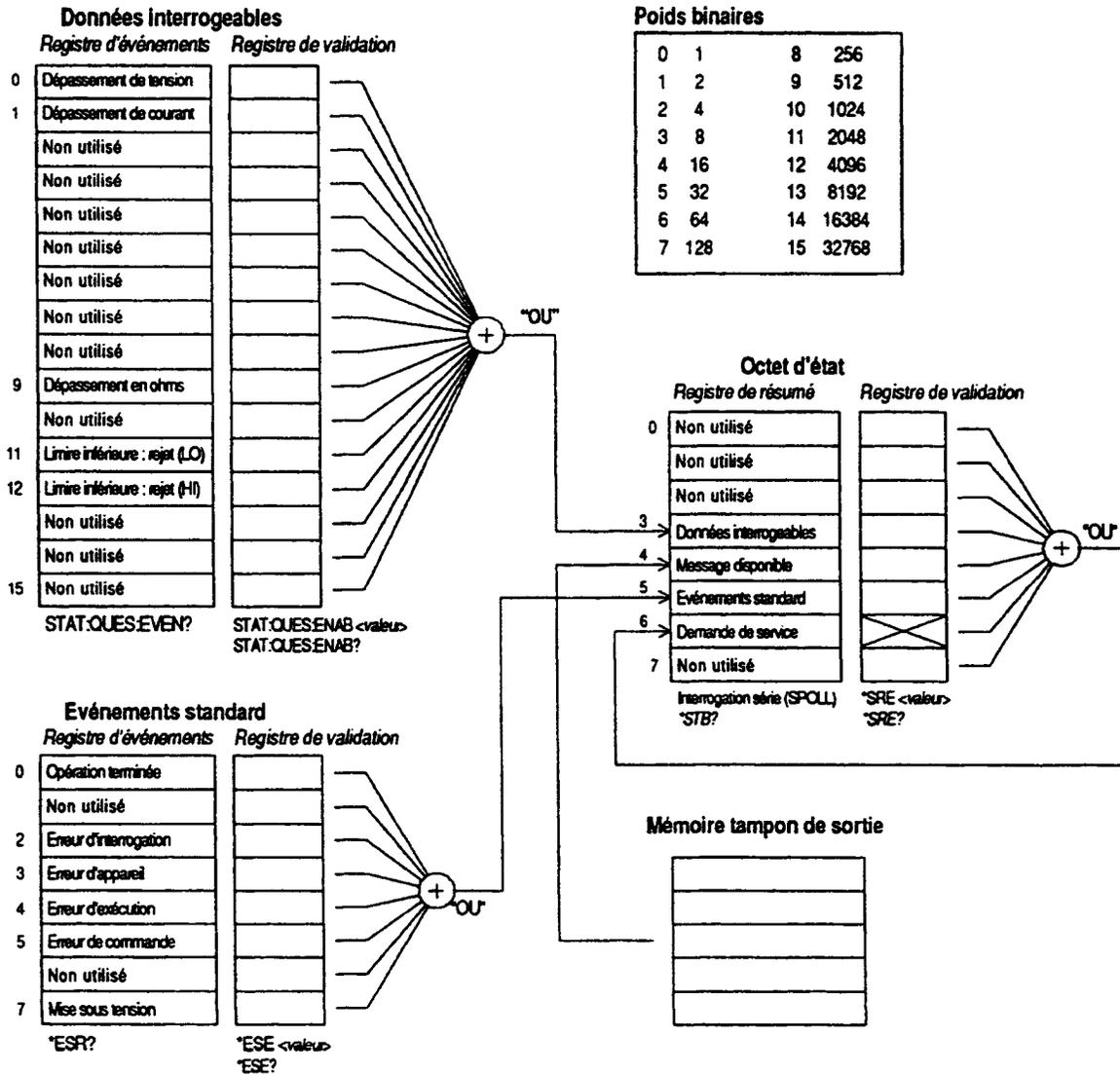
Qu'est-ce qu'un registre d'événements ?

Le registre d'événements standard et le registre de données interrogeable contiennent tous deux un registre d'événements. Un registre d'événements est un registre à lecture seule qui indique certaines conditions présentes dans le multimètre. Les bits des registres d'événements fonctionnent en bascules. Une fois qu'un bit d'événement est mis à un, tout changement d'état postérieur est ignoré. Le fait de demander le contenu d'un registre d'événements (avec *ESR? ou STAT:QUES:EVEN?) ou d'envoyer une commande *CLS (clear status : remise à zéro d'état) remet automatiquement les bits du registre à zéro. Par contre, une ré-initialisation (*RST) ou une remise à zéro d'appareil les laisse inchangés. Lorsque vous demandez le contenu d'un registre d'événements, vous récupérez une valeur décimale qui correspond à la somme pondérée de tous les bits du registre qui sont à un.

Qu'est-ce qu'un registre de validation ?

Un registre de validation sert à définir les bits du registre d'événements correspondant qui doivent subir un OU logique pour former un bit de résumé simple. Les registres de validation sont accessibles en lecture et en écriture. Lorsque vous demandez le contenu d'un registre de validation, celui-ci *n'est pas* remis à zéro. La commande *CLS (clear status : remise à zéro d'état) n'efface pas les registres de validation, mais elle remet à zéro les bits des registres d'événements. La commande STATus:PRESet remet à zéro le registre interrogeable de validation des données. Pour activer des bits dans un registre de validation, vous devez écrire dans le registre une valeur décimale qui corresponde à la somme pondérée des bits à activer.

Le système d'état SCPI



4

L'octet d'état

Le registre de résumé de l'octet d'état indique des conditions provenant des autres registres d'état. Dès que des données demandées se retrouvent en attente dans la mémoire tampon de sortie du multimètre, le bit 4 indique immédiatement un "message disponible". Les bits du registre de résumé ne fonctionnent pas en bascules. Lorsque vous remettez à zéro un registre d'événements, cela efface également les bits correspondants du registre de résumé de l'octet d'état. Si vous lisez tous les messages de la mémoire tampon de sortie, y compris les demandes en cours de traitement, cela efface le bit de message disponible.

Registre de l'octet d'état - définition des bits

Bit	Valeur décimale	Définition
0 Non utilisé	1	Toujours à 0.
1 Non utilisé	2	Toujours à 0.
2 Non utilisé	4	Toujours à 0.
3 Données interrogeables	8	Un ou plusieurs bits sont à un dans le registre de données interrogeables (ces bits doivent être "validés" dans le registre de validation).
4 Message disponible	16	Des données sont disponibles dans la mémoire tampon de sortie.
5 Evénements standard	32	Un ou plusieurs bits sont à un dans le registre d'événements standard (ces bits doivent être "validés" dans le registre de validation).
6 Demande de service	64	Le multimètre émet une demande de service (interrogation série).
7 Non utilisé	128	Toujours à 0.

Le *registre de résumé* de l'octet d'état est remis à zéro lorsque :

- Vous exécutez une commande ***CLS** (clear status : remise à zéro d'état).
- Vous demandez le contenu du registre d'événements standard ou celui du registre de données interrogeables (dans ce cas, seuls les bits correspondants sont remis à zéro).

Le *registre de validation* de l'octet d'état (demande de service) est remis à zéro lorsque :

- Vous mettez le multimètre sous tension après l'avoir configuré avec la commande ***PSC 1**.
- Vous exécutez une commande ***SRE 0**.

Le registre de validation de l'octet d'état *n'est pas* remis à zéro à la mise sous tension si vous avez configuré le multimètre avec la commande ***PSC 0**.

Utilisation de la demande de service (SRQ) et de l'interrogation série (Serial Poll)

Pour pouvoir utiliser cette fonctionnalité, vous devez configurer votre contrôleur de bus pour qu'il réponde à l'interruption de demande de service IEEE-488 SRQ (service request). Définissez dans le registre de validation de l'octet d'état (SRE) les bits de résumé qui doivent activer le signal de bas niveau IEEE-488 SRQ. Lorsque le bit 6 de l'octet d'état ("demande de service") est mis à un, un message d'interruption IEEE-488 SRQ est automatiquement envoyé au contrôleur de bus. Celui-ci peut ensuite interroger les appareils du bus pour déterminer lequel a émis la demande (celui dont le bit 6 de l'octet d'état est à un). Le bit de demande de service ne peut être remis à zéro que par la lecture de l'octet d'état à l'aide d'une interrogation série (serial poll) IEEE-488 ou par la lecture du registre d'événements dont le bit de résumé a provoqué la demande de service.

Pour lire le registre de résumé de l'octet d'état, envoyez un message d'interrogation série IEEE-488. Lorsque vous demandez le contenu du registre de résumé, vous récupérez une valeur décimale qui correspond à la somme pondérée des bits du registre qui sont à un. Une interrogation série remet automatiquement à zéro le bit de "demande de service" du registre de résumé. Aucun autre bit n'est affecté. L'interrogation série n'affecte pas le débit de l'appareil.

Attention

*La norme IEEE-488.2 n'assure pas la synchronisation entre le programme de votre contrôleur de bus et l'appareil. Pour vous assurer que l'exécution des commandes déjà envoyées à l'appareil est terminée, utilisez la commande *OPC?. Si vous exécutez une interrogation série avant la fin d'une commande *RST, *CLS ou autre, vous risquez d'obtenir un état qui n'est pas celui que vous attendez.*

Utilisation de *STB? pour lire l'octet d'état

La commande *STB? (status byte query : interrogation de l'octet d'état) est similaire à l'interrogation série, hormis le fait qu'elle est traitée comme n'importe quelle autre commande. Elle retourne le même résultat qu'une interrogation série IEEE-488, mais elle *ne remet pas* à zéro le bit de "demande de service" (bit 6). La commande *STB? n'est pas gérée automatiquement par les circuits de l'interface de bus IEEE-488 et elle s'exécute *seulement* une fois que les commandes précédentes sont terminées. Il n'est donc pas possible de sonder le bus avec *STB?. Cette commande ne remet pas à zéro le registre de résumé de l'octet d'état.

Pour interrompre le contrôleur de bus avec SRQ

- Envoyez un message de remise à zéro d'appareil.
- Mettez à zéro les registres d'événements avec la commande *CLS (clear status : remise à zéro d'état).
- Définissez les masques de validation *ESE (registre d'événements standard) et *SRE (registre de l'octet d'état).
- Envoyez une commande *OPC? (operation complete query : interrogation d'opération terminée) et récupérez le résultat afin de garantir la synchronisation.
- Validez l'interruption IEEE-488 SRQ de votre contrôleur de bus.

Pour savoir quand une séquence de commandes est terminée

- Envoyez un message de remise à zéro d'appareil pour vider la mémoire tampon de sortie du multimètre.
- Mettez à zéro les registres d'événements par une commande *CLS (clear status : remise à zéro d'état).
- Validez le bit d'"opération terminée" avec la commande *ESE 1 (registre d'événements standard).
- Envoyez la commande *OPC? (operation complete query : interrogation d'opération terminée) et récupérez le résultat afin de garantir la synchronisation.
- Envoyez votre séquence de programmation en mettant à la fin la commande *OPC.
- A l'aide d'une interrogation série, surveillez le passage à un du bit 5 (événements standard) du registre de résumé de l'octet d'état. Vous pouvez également configurer le multimètre pour qu'il émette une interruption SRQ en envoyant la commande *SRE 32 (bit 5 du registre de validation de l'octet d'état).

Utilisation du bit de message disponible (MAV)

Le bit de "message disponible" (bit 4) de l'octet d'état vous permet de savoir que des données sont prêtes à être lues par votre contrôleur de bus. Le multimètre met ce bit à un au premier déclenchement de mesure (qui peut être **TRIGger : SOURce : IMMEDIATE**). Il ne le remet à zéro *qu'une fois* que tous les messages de la mémoire tampon de sortie ont été lus.

Le bit de message disponible (MAV) ne permet de détecter que la *première* mesure disponible (après une commande **READ?**). Il peut être pratique si vous ne savez pas à quel moment doit se produire le déclenchement (notamment lors d'un déclenchement de type **BUS** ou **EXTERNAL**).

Lorsque vous utilisez une commande **INITiate** suivie d'une commande **FETCh?**, le bit MAV n'est mis à un qu'une fois que *toutes* les mesures demandées sont terminées. Si vous utilisez la commande **INITiate**, les résultats sont placés dans la mémoire interne du multimètre. La commande **FETCh?** les transfère vers la mémoire tampon de sortie. Par conséquent, le bit MAV ne peut être mis à un qu'une fois que *toutes* les mesures sont terminées.

Utilisation de *OPC pour indiquer la présence de données dans la mémoire tampon de sortie

Généralement, pour détecter la fin de l'exécution d'une séquence de commandes, la meilleure méthode est d'utiliser le bit "opération terminée" (bit 0) du registre d'événements standard. Après l'exécution d'une commande ***OPC**, ce bit est mis à un. Si vous envoyez une commande ***OPC** à la suite d'une commande qui place un message dans la mémoire tampon de sortie (résultats de mesure ou réponse à une interrogation), vous pouvez utiliser le bit d'opération terminée pour savoir à quel moment le message est disponible. Cependant, si vous générez trop de messages avant la commande ***OPC** (qui s'exécute en séquence), la mémoire tampon de sortie sature et le multimètre arrête les mesures.

Le registre d'événements standard

Le registre *d'événements standard* contient les types d'événements suivants : mise sous tension détectée, erreurs de syntaxe de commande, erreurs d'exécution de commande, erreurs d'auto-test ou d'étalonnage, erreurs d'interrogation ou commande *OPC exécutée. Vous pouvez valider tout ou partie de ces conditions dans le bit de résumé d'événements standard à l'aide du registre de validation. Pour définir le masque du registre de validation, vous devez écrire une valeur décimale à l'aide de la commande *ESE (event status enable : validation d'état d'événements).

Remarque : *En cas d'erreur (bits 2, 3, 4 ou 5 du registre d'événements standard), le multimètre enregistre toujours une ou plusieurs erreurs dans sa file d'erreurs, sauf dans le cas ci-dessous. Vous pouvez lire le contenu de la file d'erreurs à l'aide de la commande SYSTem:ERRor?.*

Un dépassement de capacité lors d'une mesure est toujours indiqué simultanément dans le registre d'événements standard (bit 3) et dans le registre d'événements de données interrogeable (bits 0, 1 ou 9). Cependant, aucun message d'erreur n'est enregistré dans la file d'erreurs du multimètre.

Registre d'événements standard - définition des bits

Bit	Valeur décimale	Définition	
0	Opération terminée	1	Toutes les commandes précédant et comprenant *OPC ont été exécutées.
1	Non utilisé	2	Toujours à 0.
2	Erreur d'interrogation	4	Le multimètre a essayé de lire la mémoire tampon de sortie mais elle était vide, ou bien il a reçu une nouvelle ligne de commande avant que l'interrogation précédente n'ait été lue, ou enfin les deux mémoires tampon (entrée et sortie) sont pleines.
3	Erreur d'appareil	8	Une erreur d'auto-test, d'étalonnage ou de dépassement de capacité s'est produite (voir les erreurs 501 à 748 au chapitre 5).
4	Erreur d'exécution	16	Une erreur d'exécution s'est produite (voir les erreurs -211 à -230 au chapitre 5).
5	Erreur de commande	32	Une erreur de syntaxe de commande s'est produite (voir les erreurs -101 à -158 au chapitre 5).
6	Non utilisé	64	Toujours à 0.
7	Mise sous tension	128	Le multimètre a été éteint puis rallumé depuis la dernière lecture ou la dernière remise à zéro du registre d'événements

Le registre d'événements standard est remis à zéro lorsque :

- Vous envoyez une commande *CLS (clear status).
- Vous examinez le contenu du registre d'événements à l'aide de la commande *ESR? (event status register : registre d'état d'événements).

Le registre de validation d'événements standard est remis à zéro lorsque :

- Vous mettez le multimètre sous tension après l'avoir configuré avec la commande *PSC 1.
- Vous exécutez une commande *ESE 0.

Le registre de validation d'événements standard *n'est pas* remis à zéro lors de la mise sous tension si vous avez précédemment configuré le multimètre avec la commande *PSC 0.

Le registre de données interrogeable

Le registre de données interrogeable contient des informations sur la qualité des résultats de mesure du multimètre. Ces informations concernent les dépassements de capacité et le résultat des tests de limites. Vous pouvez valider tout ou partie de ces conditions dans le bit de résumé de données interrogeables à l'aide du registre de validation. Pour définir le masque du registre de validation, vous devez écrire une valeur décimale à l'aide de la commande `STATus:QUESTionable:ENABle`.

Remarque : *Un dépassement de capacité lors d'une mesure est toujours indiqué simultanément dans le registre d'événements standard (bit 3) et dans le registre d'événements de données interrogeable (bits 0, 1 ou 9). Cependant, aucun message d'erreur n'est enregistré dans la file d'erreurs du multimètre.*

Registre de données interrogeable - définition des bits

Bit	Valeur décimale	Définition	
0	Dépassement de tension	1	Dépassement de gamme pour une mesure de tension cc ou ca, de fréquence, de période, de diode ou de rapport.
1	Dépassement de courant	2	Dépassement de gamme pour une mesure de courant cc ou ca.
2	Non utilisé	4	Toujours à 0.
3	Non utilisé	8	Toujours à 0.
4	Non utilisé	16	Toujours à 0.
5	Non utilisé	32	Toujours à 0.
6	Non utilisé	64	Toujours à 0.
7	Non utilisé	128	Toujours à 0.
8	Non utilisé	256	Toujours à 0.
9	Dépassement en ohms	512	Dépassement de gamme pour une mesure de résistance en 2 ou 4 fils.
10	Non utilisé	1024	Toujours à 0.
11	Limite inférieure : rejet (LO)	2048	Mesure plus petite que la limite inférieure, lors d'un test de limites.
12	Limite supérieure : rejet (HI)	4096	Mesure plus grande que la limite supérieure, lors d'un test de limites.
13	Non utilisé	8192	Toujours à 0.
14	Non utilisé	16384	Toujours à 0.
15	Non utilisé	32768	Toujours à 0.

Le *registre d'événements* de données interrogeable est remis à zéro lorsque :

- Vous exécutez une commande ***CLS** (clear status : remise à zéro d'état).
- Vous examinez le contenu du registre d'événements à l'aide de la commande **STATus:QUESTionable:EVENT?**.

Le *registre de validation* de données interrogeable est remis à zéro lorsque :

- Vous mettez le multimètre sous tension (***PSC** ne s'applique pas).
- Vous exécutez la commande **STATus:PRESet**.
- Vous exécutez la commande **STATus:QUESTionable:ENABLE 0**.

Commandes de rapport d'état

SYSTEM:ERROR?

Demande le contenu de la file d'erreurs du multimètre. Celle-ci peut contenir jusqu'à 20 erreurs. Les erreurs sont récupérées dans l'ordre FIFO (first-in-first-out : première entrée, première sortie). Chaque chaîne d'erreur peut contenir jusqu'à 80 caractères.

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE <valeur d'activation>

Valide des bits dans le registre de validation de données interrogeable. Les bits sélectionnés sont ensuite reportés dans l'octet d'état.

STATUS:QUESTIONABLE:ENABLE?

Demande le contenu du registre de validation de données interrogeable. Le multimètre retourne une valeur décimale correspondant à la somme pondérée de tous les bits du registre de validation qui sont à un.

STATUS:QUESTIONABLE:EVENT?

Demande le contenu du registre d'événements de données interrogeable. Le multimètre retourne une valeur décimale correspondant à la somme pondérée de tous les bits du registre qui sont à un.

STATUS:PRESET

Remet à zéro tous les bits du registre de validation de données interrogeable.

***CLS**

Remet à zéro le registre de résumé de l'octet d'état et tous les registres d'événements.

***ESE <valeur d'activation>**

Valide des bits dans le registre de validation d'événements standard. Les bits sélectionnés sont ensuite reportés dans l'octet d'état.

***ESE?**

Demande le contenu du registre de validation d'événements standard. Le multimètre retourne une valeur décimale correspondant à la somme pondérée de tous les bits du registre qui sont à un.

***ESR?**

Demande le contenu du registre d'événements standard. Le multimètre retourne une valeur décimale correspondant à la somme pondérée de tous les bits du registre qui sont à un.

***OPC**

Met à un le bit d'"opération terminée" (bit 0) du registre d'événements standard après exécution de la commande.

***OPC?**

Retourne la valeur "1" dans la mémoire tampon de sortie après exécution de la commande.

***PSC {0|1}**

Remise à zéro de l'état à la mise sous tension (power-on status clear). Permet de remettre à zéro le masque de validation de l'octet d'état et celui du registre d'événements standard au moment de la mise sous tension (*PSC 1). Avec *PSC 0, ces masques *ne sont pas* remis à zéro lors de la mise sous tension. [mémoire non volatile]

***PSC?**

Demande si la remise à zéro de l'état à la mise sous tension est activée ou non. Retourne "0" (*PSC 0) ou "1" (*PSC 1).

***SRE <valeur d'activation>**

Valide des bits dans le registre de validation de l'octet d'état.

***SRE?**

Demande le contenu du registre de validation de l'octet d'état. Le multimètre retourne une valeur décimale correspondant à la somme pondérée de tous les bits du registre qui sont à un.

Commandes d'étalonnage

Pour obtenir une description plus détaillée des procédures d'étalonnage du multimètre, reportez-vous au Service Guide (Guide de maintenance).

CALibration?

Effectue un étalonnage en utilisant la valeur d'étalonnage spécifiée (commande **CALibration:VALue**).

CALibration:COUNT?

Interroge le multimètre pour savoir combien de fois il a été étalonné. Comme cette valeur augmente d'une unité pour chaque point étalonné, un étalonnage complet augmente la valeur de plusieurs unités. [mémoire non volatile]

CALibration:SECure:CODE <nouveau code>

Entre un nouveau code de protection. Pour changer le code de protection, dé-protégez d'abord le multimètre avec l'ancien code puis entrez le nouveau code. Le code d'étalonnage peut contenir jusqu'à 12 caractères. [mémoire non volatile]

CALibration:SECure:STATE {OFF|ON}, <code>

Dé-protège ou protège le multimètre contre l'étalonnage. Le code d'étalonnage peut contenir jusqu'à 12 caractères. [mémoire non volatile]

CALibration:SECure:STATE?

Demande si le multimètre est protégé ou non. Retourne "0" (OFF) ou "1" (ON).

CALibration:STRing <chaîne délimitée>

Enregistre des informations d'étalonnage concernant le multimètre. Par exemple, vous pouvez stocker la dernière date ou la prochaine date d'étalonnage. Le message d'étalonnage peut contenir jusqu'à 40 caractères. [mémoire non volatile]

CALibration:STRing?

Demande le message d'étalonnage et retourne une chaîne délimitée.

CALibration:VALue <valeur>

Définit la valeur du signal d'étalonnage connu utilisé par la procédure d'étalonnage.

CALibration:VALue?

Demande la valeur d'étalonnage courante.

Configuration de l'interface RS-232

Voir aussi la section "Configuration de l'interface distante" du chapitre 3 à la page 91.

Format des données RS-232

Bit de départ	7 bits de données	Bit de parité	Bit de parité	Bit de parité
---------------	-------------------	---------------	---------------	---------------

- Format de données constant à 11 bits
- 1 bit de départ
- 7 bits de données plus un bit de parité (parité paire ou impaire) ou 8 bits de données sans bit de parité (le bit de parité vaut "0")
- 2 bits d'arrêt

Le multimètre utilise toujours un bit de départ et deux bits d'arrêt, quelle que soit la vitesse de transmission en bauds. Le nombre de bits de départ et de bits d'arrêt n'est pas programmable.

Mode de synchronisation matérielle (RS-232)

Le multimètre utilise la ligne DTR (data terminal ready : terminal de données prêt) pour contrôler l'envoi de données par le contrôleur de bus. Lorsque DTR (broche 4 du connecteur RS-232) est à l'état vrai, le contrôleur de bus peut envoyer des données au multimètre. Lorsque DTR passe à l'état faux, le contrôleur de bus doit s'arrêter d'envoyer des données moins de 10 caractères après la transition et ne doit pas reprendre son émission tant que DTR ne repasse pas à l'état vrai.

Il y a deux cas où le multimètre fait passer le signal DTR à l'état faux :

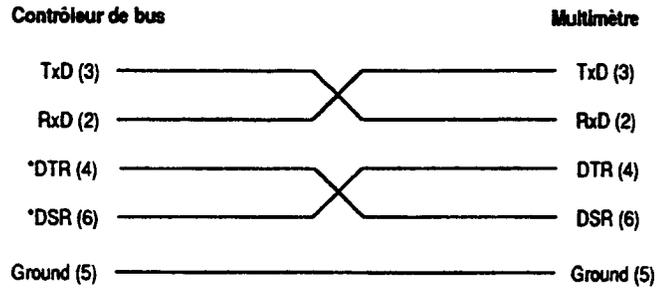
1. Lorsque la mémoire tampon d'entrée du multimètre est pleine (environ 100 caractères), DTR passe à l'état faux. Une fois que le multimètre a libéré suffisamment d'espace dans sa mémoire d'entrée, il remet DTR à l'état vrai, sauf s'il en est empêché par la situation 2 décrite ci-dessous.
2. Lorsque le multimètre désire "parler", ce qui signifie qu'il vient de traiter une interrogation et qu'il a reçu une marque de fin de message <saut de ligne>, il met DTR à l'état faux. Ceci implique qu'une fois qu'il a envoyé une interrogation au multimètre, le contrôleur de bus doit lire la réponse avant d'essayer d'envoyer d'autres données. Cela signifie également que la chaîne de commande doit se terminer par un <saut de ligne>. Une fois qu'il a envoyé sa réponse, le multimètre remet DTR à l'état vrai, sauf s'il en est empêché par la situation 1 décrite ci-dessus.

Pour savoir quand le contrôleur de bus est prêt à accepter des données, le multimètre surveille la ligne DSR (data set ready : modem prêt). Il teste ce signal (broche 6 du connecteur RS-232) avant chaque envoi de caractère et suspend l'émission si le signal est à l'état faux. Lorsque DSR passe à l'état vrai, l'émission reprend. Lorsque l'émission est suspendue, le multimètre laisse DTR à l'état faux. *Cela peut alors créer un blocage si le contrôleur de bus ne remet pas sa ligne DSR à l'état vrai pour permettre au multimètre de terminer son émission de données.*

Vous pouvez remédier à ce blocage en envoyant un caractère contrôle-C, qui annule l'opération en cours et abandonne les sorties en attente (ce qui revient au même qu'une remise à zéro d'appareil IEEE-488). *Pour être sûr que le caractère contrôle-C soit reconnu par le multimètre alors que ce dernier maintient DTR à l'état faux, le contrôleur de bus doit d'abord mettre la ligne DSR à l'état faux.*

Mode de
synchronisation
matérielle
(suite)

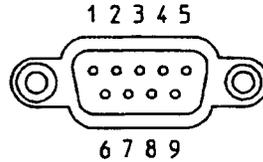
L'explication de la page précédente suppose que le contrôleur de bus utilise également les signaux DTR et DSR pour la synchronisation (c'est le cas pour un ordinateur *Agilent Vectra* fonctionnant sous QuickBASIC). Les lignes DTR et DSR du câble d'interface doivent être croisées, de manière à ce que l'entrée DSR du multimètre corresponde à la sortie DTR du contrôleur de bus et réciproquement.



* Si vous utilisez un autre contrôleur de bus ou un autre langage, vous devez déterminer quel type de synchronisation matérielle est utilisé. Il se peut que vous ayez à fabriquer un câble spécifique pour relier les signaux de façon adéquate. Si votre contrôleur de bus ne gère pas la synchronisation matérielle, vous devez relier l'entrée DSR du multimètre à un signal qui soit toujours à l'état vrai. De plus, dans ce cas, votre contrôleur de bus doit toujours être prêt à accepter les données du multimètre. Pour cela, vous pouvez éventuellement réduire la vitesse de transmission à 2400 ou à 4800 bauds.

Connexion à un terminal ou à une imprimante (RS-232)

Le connecteur RS-232 du panneau arrière du Agilent 34401 est un connecteur à 9 broches (connecteur DB-9 mâle). Vous pouvez relier le multimètre à un terminal ou à une imprimante quelconque à condition que le périphérique utilisé ait un connecteur d'ETTD (DB-25) correctement configuré. Vous pouvez utiliser un câble d'interface Agilent 24542G ou 24542H standard.



Connecteur RS-232

Numéro de broche	Entrée/Sortie	Description
1	Sortie	* Test de limites accepté
2	Entrée	RxD : réception de données
3	Sortie	TxD : émission de données
4	Sortie	DTR : terminal de données prêt
5	-	SG : masse des signaux
6	Entrée	DSR : modem prêt
9	Sortie	* Test de limites rejeté

*Ces sorties TTL ne sont disponibles qu'après installation de deux cavaliers dans le multimètre. Pour plus d'informations, reportez-vous au Service Guide (Guide de maintenance).

Attention

N'utilisez pas l'interface RS-232 si vous avez configuré le multimètre pour qu'il délivre les signaux accepté / rejeté sur les broches 1 et 9. Vous risqueriez d'endommager des composants internes de l'interface RS-232.

Commandes de l'interface RS-232

SYSTem:LOCa1

En fonctionnement RS-232, met le multimètre en mode local. Toutes les touches de la face avant sont opérationnelles.

SYSTem:REMOte

En fonctionnement RS-232, met le multimètre en mode distant. Toutes les touches de la face avant sont désactivées, sauf la touche LOCAL.

SYSTem:RWLock

En fonctionnement RS-232, met le multimètre en mode distant. Toutes les touches de la face avant sont désactivées, y compris la touche LOCAL.

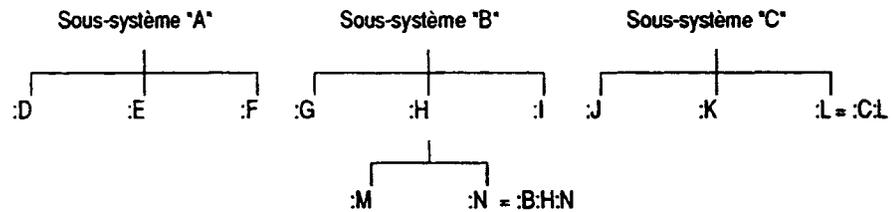
4

Attention

Le fait d'émettre ou de recevoir des données par l'interface RS-232 lorsque le multimètre n'est pas configuré pour le fonctionnement DISTANT peut provoquer des résultats imprévisibles. Lorsque vous utilisez l'interface RS-232, assurez-vous toujours que le multimètre est bien en mode distant.

Présentation du langage SCPI

Le langage SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) définit la communication entre un appareil et un contrôleur de bus. Il utilise une structure hiérarchique similaire à celle des systèmes de fichiers existant sur de nombreux contrôleurs de bus. L'“arbre” des commandes contient des commandes de niveau racine (également appelées “sous-systèmes”) placées tout en haut, avec plusieurs niveaux au-dessous de chaque commande. Pour exécuter une commande de niveau inférieur, vous devez indiquer son chemin complet.



Utilisation du signe deux-points (:) Lorsque le premier caractère du mot-clé d'une commande est le signe deux-points, cela signifie qu'il s'agit d'une commande de niveau racine. Lorsque deux mnémoniques de commande sont séparés par un signe deux-points, la seconde commande se trouve un niveau au-dessous de la première dans l'arbre. Vous devez toujours séparer les mnémoniques de cette manière. Si la commande est la première d'une nouvelle ligne de programme, vous pouvez omettre le signe deux-points placé au début.

Utilisation du point-virgule (;) Le point-virgule permet de séparer deux commandes dans une même chaîne de commande. Il ne modifie pas le chemin. Par exemple, les deux instructions suivantes sont équivalentes.

```
:TRIG:DELAY 1;:TRIG:COUNT 10  
:TRIG:DELAY 1;COUNT 10
```

Utilisation de la virgule (,) Si une commande nécessite plus d'un paramètre, vous devez séparer les différents paramètres par une virgule.

Utilisation des espaces Un paramètre *doit* être séparé de sa commande par un espace ou par un caractère de tabulation. Les espaces ne sont généralement pas utiles dans les listes de paramètres.

Utilisation des commandes “ ? ” Le contrôleur de bus peut envoyer des commandes à tout moment, tandis qu'un appareil SCPI ne peut envoyer des réponses que lorsqu'on le lui demande *explicitement*. Seules les commandes d'interrogation (commandes se terminant par un point d'interrogation “?”) nécessitent un message de réponse de l'appareil. Ces réponses peuvent être soit des résultats de mesure, soit des paramètres internes de l'appareil.

Attention

Si vous envoyez deux commandes d'interrogation à la suite sans lire la réponse de la première, puis que vous essayez de lire la réponse de la seconde, vous risquez d'obtenir des données de la première réponse, suivies par l'intégralité de la seconde réponse. Pour éviter cela, lisez toujours la réponse à vos commandes d'interrogation. Si, dans une situation particulière, il ne vous est pas possible de lire la réponse, envoyez une commande de remise à zéro d'appareil avant d'envoyer la seconde commande d'interrogation.

Il est préférable de ne pas envoyer des commandes et des interrogations sur la même ligne de programme ; cela peut provoquer une saturation de la mémoire tampon de sortie si le multimètre génère trop de données.

Utilisation des commandes “ * ” Les commandes qui commencent par une étoile “ * ” s'appellent les *commandes communes*. Elles ont la même fonction sur tous les appareils conformes à la norme d'interface IEEE-488.2. Elles servent à contrôler la ré-initialisation, l'auto-test et les fonctions d'état du multimètre.

Types de données SCPI

Le langage SCPI définit plusieurs formats de données pour les messages de programmation et de réponse. Les appareils SCPI sont relativement tolérants quant au format des commandes et des paramètres qu'ils reçoivent. Par contre, leur format de sortie est précis et rigide.

Paramètres numériques Les commandes qui demandent des paramètres numériques acceptent tous les formats décimaux les plus courants ; elles reconnaissent le signe optionnel, le point décimal et la notation scientifique. Les valeurs numériques particulières, telles que **MAXimum**, **MINimum** et **DEFault**, sont également acceptées. En outre, vous pouvez utiliser les suffixes d'unités techniques (M, k ou u). Lorsqu'une commande n'accepte que certaines valeurs numériques précises, le multimètre arrondit automatiquement les valeurs reçues.

Paramètres discrets Les paramètres discrets sont utilisés lorsque le nombre de valeurs possibles est limité (comme, par exemple, **BUS**, **IMMEDIATE** et **EXTERNAL**). Ils ont un format court et un format long, tout comme les mots-clés de commandes. Vous pouvez mélanger les majuscules et les minuscules. Les réponses sont *toujours* au format court et en majuscules.

Paramètres logiques Les paramètres logiques représentent un état binaire qui peut être soit vrai, soit faux. Pour l'état faux, le multimètre accepte "OFF" ou "0". Pour l'état vrai, il accepte "ON" ou "1". Lorsque vous demandez un paramètre logique, le multimètre retourne *toujours* "0" ou "1".

Paramètres chaîne Les paramètres chaîne peuvent contenir virtuellement tout ensemble de caractères ASCII. Une chaîne *doit* commencer et finir par le même délimiteur, qui peut être une apostrophe ou un guillemet. Si vous souhaitez inclure le délimiteur dans la chaîne, vous devez le taper deux fois de suite.

Marques de fin de message en entrée

Les messages de programmation envoyés à un appareil SCPI *doivent* se terminer par un caractère de <saut de ligne>. Le signal IEEE-488 EOI (end or identify) est interprété comme un caractère de <saut de ligne> et peut également être utilisé comme marque de fin de message. Le <saut de ligne> peut être précédé d'un <retour chariot>. De nombreux langages de programmation vous permettent d'envoyer automatiquement à chaque transaction sur le bus un caractère de marque de fin de message ou un signal EOI. Une marque de fin de message ramène *toujours* le chemin courant au niveau racine.

Formats de données en sortie

Le tableau ci-dessous présente les différents formats de données en sortie.

Type des données	Format de sortie
Interrogation autre qu'une mesure	Chaînes de moins de 80 caractères ASCII
Mesure simple (IEEE-488)	SC.CCCCCCCESCC<nl>
Mesures multiples (IEEE-488)	SC.CCCCCCCESCC,.....,<nl>
Mesure simple (RS-232)	SC.CCCCCCCESCC<cr><nl>
Mesures multiples (RS-232)	SC.CCCCCCCESCC,.....,<cr><nl>
	S Signe négatif ou positif
	C Chiffre décimal
	E Exposant
	<nl> Caractère de saut de ligne
	<cr> Caractère de retour chariot

Utilisation de la remise à zéro d'appareil pour arrêter les mesures

La remise à zéro d'appareil (device clear) est un message de bas niveau du bus IEEE-488 ; ce message peut être utilisé pour arrêter les mesures en cours. Cette fonctionnalité est supportée par différents langages de programmation et différentes cartes d'interface IEEE-488 ; les commandes associées dépendent du produit utilisé. Le message de remise à zéro d'appareil ne modifie ni les registres d'état, ni la file d'erreurs, ni les différents paramètres de configuration. Il provoque les actions suivantes.

- Toutes les mesures en cours sont arrêtées.
- Le système de déclenchement du multimètre repasse à l'"état de repos".
- Les mémoires tampon d'entrée et de sortie du multimètre sont effacées.
- Le multimètre se prépare à recevoir une nouvelle chaîne de commande.

En mode RS-232, l'envoi du caractère contrôle-C donne le même résultat que le message IEEE-488 de remise à zéro d'appareil. Lorsqu'il reçoit une remise à zéro d'appareil, le multimètre met sa ligne de synchronisation DTR (data terminal ready : terminal de données prêt) à l'état vrai. Pour plus de détails, reportez-vous à la section "Mode de synchronisation matérielle" à la page 146.

Mode EMETTEUR SEULEMENT pour imprimantes

Vous pouvez définir comme adresse GPIB pour le multimètre la valeur "31", qui correspond au mode *émetteur seulement*. Dans ce mode, le multimètre peut envoyer directement les résultats de mesure à une imprimante sans avoir à communiquer avec un contrôleur de bus. L'adresse 31 ne permet pas d'utiliser le multimètre avec l'interface GPIB depuis un contrôleur de bus.

Si vous sélectionnez l'interface RS-232 puis que vous choisissez l'adresse GPIB 31 (mode émetteur seulement), le multimètre, lorsqu'il est en mode local, *envoie* les résultats de mesure sur l'interface RS-232.

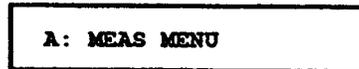
Définition de l'adresse GPIB

Chaque appareil installé sur le bus GPIB (IEEE-488) doit avoir sa propre adresse. L'adresse du multimètre peut être une valeur quelconque comprise entre 0 et 31. L'adresse définie en usine est "22". Lorsque vous mettez le multimètre sous tension, son adresse s'affiche sur la face avant. Voir aussi la section "Adresse GPIB" à la page 91.

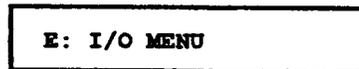
On/Off



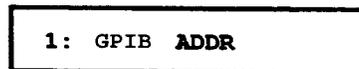
- 1 Activez le menu de la face avant.



- 2 Déplacez-vous sur l'option I/O MENU de ce niveau.

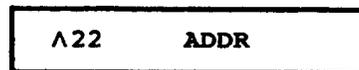


- 3 Descendez d'un niveau pour vous placer sur la commande GPIB ADDR.



- 4 Descendez au niveau "paramètre" pour définir l'adresse.

Modifiez l'adresse à l'aide des touches fléchées vers la gauche, vers la droite, vers le haut et vers le bas.



ENTER

- 5 Sauvegardez la modification puis désactivez le menu.

L'adresse est stockée en mémoire *non volatile* et n'est pas modifiée par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.

Sélection de l'interface distante

Le multimètre est livré avec une interface GPIB (IEEE-488) et une interface RS-232. Vous ne pouvez utiliser qu'une seule interface à la fois. L'interface sélectionnée en usine est l'interface GPIB . *Voir aussi la section "Sélection de l'interface distante" à la page 92.*

On/Off
Shift <

- 1 Activez le menu de la face avant.

A: MEAS MENU

< <

- 2 Déplacez-vous sur l'option I/O MENU de ce niveau.

E: I/O MENU

v >

- 3 Descendez d'un niveau puis placez-vous sur la commande INTERFACE.

2: INTERFACE

v

- 4 Descendez au niveau "paramètre" pour sélectionner l'interface.

Pour afficher les différentes interfaces possibles, servez-vous des touches fléchées vers la gauche et vers la droite. Choisissez entre GPIB / 488 et RS-232.

GPIB / 488

Auto/Man
ENTER

- 5 Sauvegardez la modification puis désactivez le menu.

Le choix de l'interface est stocké en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.

Réglage de la vitesse en bauds

Pour le fonctionnement RS-232, vous disposez de six vitesses de transmission possibles. Lorsque le multimètre sort d'usine, sa vitesse est réglée sur 9600 bauds. Voir aussi la section "Sélection de la vitesse en bauds" à la page 93.

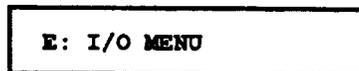
On/Off



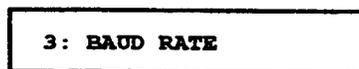
- 1 Activez le menu de la face avant.



- 2 Déplacez-vous sur l'option I/O MENU de ce niveau.

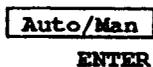
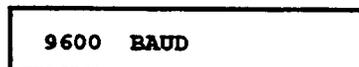


- 3 Descendez d'un niveau puis placez-vous sur la commande BAUD RATE.



- 4 Descendez au niveau "paramètre" pour sélectionner une vitesse en bauds.

Pour afficher les différentes vitesses possibles, servez-vous des touches fléchées vers la gauche et vers la droite. Choisissez entre 300, 600, 1200, 2400, 4800 et 9600 bauds.



- 5 Sauvegardez la modification puis désactivez le menu.

La vitesse en bauds est stockée en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifiée* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.

Réglage de la parité

Pour le fonctionnement RS-232, vous pouvez choisir la parité utilisée. Lorsque le multimètre sort d'usine, il est configuré pour une parité paire avec 7 bits de données. Voir aussi la section "Sélection de la parité" à la page 93.

On/Off

Shift <

- 1 Activez le menu de la face avant.

A: MEAS MENU

< <

- 2 Déplacez-vous sur l'option I/O MENU de ce niveau.

E: I/O MENU

v < <

- 3 Descendez d'un niveau puis placez-vous sur la commande PARITY.

4: PARITY

v

- 4 Descendez au niveau "paramètre" pour sélectionner la parité.

Pour afficher les différentes parités possibles, servez-vous des touches fléchées vers la gauche et vers la droite. Choisissez entre None (8 bits de données), Even (7 bits de données) et Odd (7 bits de données). Lorsque vous définissez la parité, cela détermine indirectement le nombre de bits de données.

EVEN: 7 BITS

Auto/Man

ENTER

- 5 Sauvegardez la modification puis désactivez le menu.

Le choix de la parité est stocké en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.

Sélection du langage de programmation

Pour programmer le multimètre depuis l'interface distante choisie, vous disposez de trois langages différents. Lorsque le multimètre sort d'usine, il est configuré pour le langage SCPI. *Voir aussi la section "Sélection du langage de programmation" à la page 94.*

On/Off

Shift <

- 1 Activez le menu de la face avant.

A: MEAS MENU

< <

- 2 Déplacez-vous sur l'option I/O MENU de ce niveau.

E: I/O MENU

v <

- 3 Descendez d'un niveau puis placez-vous sur la commande LANGUAGE.

5: LANGUAGE

v

- 4 Descendez au niveau "paramètre" pour sélectionner le langage.

Choisissez entre SCPI, Agilent 3478A et Fluke 8840A.

SCPI

Auto/Man

ENTER

- 5 Sauvegardez la modification puis désactivez le menu.

Le choix du langage est stocké en mémoire *non volatile* et *n'est pas modifié* par une mise hors tension ou une ré-initialisation à distance de l'interface.

Compatibilité avec d'autres langages de programmation

Vous pouvez configurer le Agilent 34401A pour qu'il reconnaisse et exécute les commandes du multimètre Agilent 3478A ou celles du multimètre Fluke 8840A/8842A. Depuis l'interface distante, vous ne pouvez accéder qu'aux fonctions du langage sélectionné. Seul le langage de programmation SCPI permet de tirer profit de toutes les fonctionnalités du Agilent 34401A. Pour plus d'informations sur la sélection des autres langages depuis le menu de la face avant, reportez-vous à la section "Sélection du langage de programmation" à la page précédente.

Le Agilent 34401A supporte virtuellement toutes les commandes des deux autres multimètres, à l'exception des commandes d'auto-test et d'étalonnage. L'étalonnage du Agilent 34401A doit obligatoirement être effectué avec le langage SCPI. Les commandes d'étalonnage des deux autres multimètres ne sont pas exécutées.

Gardez à l'esprit que les opérations de mesure peuvent présenter des différences de durées d'un langage à l'autre.

Le langage du Agilent 3478A

Le Agilent 34401A supporte toutes les commandes du Agilent 3478A et peut les exécuter avec un résultat équivalent, à l'exception toutefois des commandes présentées ci-dessous. Pour plus d'informations sur la programmation de l'interface distante, reportez-vous au *Manuel d'utilisation* du Agilent 3478A.

Commande du Agilent 3478A	Description	Action du Agilent 34401A
C	Effectue un étalonnage.	La commande est acceptée mais ignorée.
Remise à zéro d'appareil	Effectue un auto-test et une réinitialisation.	L'auto-test n'est pas exécuté.

Le langage du Fluke 8840A/8842A

Le Agilent 34401A supporte toutes les commandes du Fluke 8840A ou 8842A et peut les exécuter avec un résultat équivalent, à l'exception toutefois des commandes présentées ci-dessous. Pour plus d'informations sur la programmation de l'interface distante, reportez-vous au *Manuel d'instruction* du Fluke 8840A ou 8842A.

Commande du Fluke 8840A	Description	Action du Agilent 34401A
G2	GET du prompt d'entrée d'étalonnage.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
G4	GET de l'état d'étalonnage.	Retourne "1000".
P2	PUT d'une valeur d'étalonnage variable.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
P3	PUT d'un message utilisateur.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
Z0	Effectue un auto-test.	L'auto-test n'est pas exécuté et aucune erreur n'est enregistrée dans l'octet d'état.
C0	Stocke l'entrée comme valeur d'étalonnage.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
C1	Commence l'étalonnage A/N.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
C2	Commence l'étalonnage CA haute fréquence.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.
C3	Entre en mode d'effacement.	Génère l'erreur 51 du 8840A/8842A.

Informations de conformité avec SCPI

Les commandes ci-dessous sont spécifiques au Agilent 34401A. Elles ne font pas partie de la version 1991.0 de la norme SCPI. Toutefois, elles ont été conçues en gardant à l'esprit le format SCPI et elles respectent entièrement les règles de syntaxe de cette norme.

Par souci de simplicité et de clarté, de nombreuses commandes de la norme SCPI ne sont pas décrites dans ce manuel, bien qu'elles soient acceptées par le multimètre. La plupart de ces commandes non documentées réalisent en fait la même fonction qu'une commande déjà décrite dans ce chapitre.

<pre>CALCulate :AVERage:MINimum? :AVERage:MAXimum? :AVERage:AVERage? :AVERage:COUNT? :DB:REFerence {<valeur> MIN MAX} :DB:REFerence? [MIN MAX] :DBM:REFerence {<valeur> MIN MAX} :DBM:REFerence? [MIN MAX] :FUNCTION {NULL DB DBM AVERage LIMIT} :FUNCTION? :LIMit:LOWer {<valeur> MIN MAX} :LIMit:LOWer? [MIN MAX] :LIMit:UPPer {<valeur> MIN MAX} :LIMit:UPPer? [MIN MAX] :NULL:OFFSet {<value> MIN MAX} :NULL:OFFSet? [MIN MAX] CALibration :COUNT? :SECure:CODE <nouveau code> :SECure:STATE {OFF ON}, <code> :SECure:STATE? :STRing <chaîne délimitée> :STRing? CONFigure :CONTinuity :DIODE INPut :IMPedance:AUTO {OFF ON} :IMPedance:AUTO?</pre>	<pre>MEASure :CONTinuity? :DIODE? SAMPle :COUNT {<valeur> MIN MAX} :COUNT? [MIN MAX] [SENSe:] FUNCTION "CONTinuity" FUNCTION "DIODE" FREQuency:VOLTage:RANGE {<gamme> MIN MAX} FREQuency:VOLTage:RANGE? [MIN MAX] FREQuency:VOLTage:RANGE:AUTO {OFF ON} FREQuency:VOLTage:RANGE:AUTO? PERiod:VOLTage:RANGE {<gamme> MIN MAX} PERiod:VOLTage:RANGE? [MIN MAX] PERiod:VOLTage:RANGE:AUTO {OFF ON} PERiod:VOLTage:RANGE:AUTO? ZERO:AUTO? SYStem :LOCal :REMote :RWLock</pre>
--	--

Informations de conformité avec IEEE-488

Lignes matérielles dédiées		Commandes adressées	
ATN	Attention	DCL	Remise à zéro d'appareil
IFC	Remise à zéro d'interface	EOI	Marque de fin ou d'identification de message
REN	Activation distante	GET	Déclenchement groupé
SRQ	Interruption de demande de service	GTL	Passage en local
		LLO	Verrouillage local
		SDC	Remise à zéro d'appareil avec sélection
		SPD	Désactivation de l'interrogation série
		SPE	Activation de l'interrogation série
Commandes communes IEEE-488.2			
*CLS		*RST	
*ESE <valeur d'activation>		*SRE <valeur d'activation>	
*ESE?		*SRE?	
*ESR?		*STB?	
*IDN?		*TRG	
*OPC		*TST?	
*OPC?			
*PSC {0 1}			
*PSC?			

Messages
d'erreur

Messages d'erreur

Lorsque l'indicateur **ERROR** de la face avant s'allume, cela signifie que le multimètre a détecté une ou plusieurs erreurs matérielles ou de syntaxe de commande. La *file d'erreurs* du multimètre peut contenir jusqu'à 20 erreurs. La récupération des erreurs s'effectue dans l'ordre FIFO (first-in-first-out : première entrée, première sortie). Voir aussi la section "*Conditions d'erreur*" à la page 85.

- Pour lire la file d'erreurs depuis le menu de la face avant, utilisez la commande suivante :

3: ERROR (SYS MENU)

Lorsque l'indicateur **ERROR** est allumé, appuyez sur **Shift** **>** (rappel de menu) pour lire le contenu de la file d'erreurs. Les erreurs sont situées au niveau "paramètre" et sont disposées *horizontalement*. Une mise hors tension du multimètre ou l'exécution d'une commande ***CLS** (clear status : remise à zéro d'état) provoquent la remise à zéro de la file d'erreurs.

```
ERR 1:  -113
```

Première erreur de la file

Code de l'erreur

- Pour lire la file d'erreurs depuis l'interface distante, utilisez la commande suivante :

SYSTEM:ERROR?

Les erreurs ont le format suivant (la chaîne d'erreur peut contenir jusqu'à 80 caractères) :

-113, "Undefined header"

Erreurs d'exécution

- 101 **Invalid character (caractère incorrect)**
Un caractère incorrect a été trouvé dans la chaîne de commande. Vous avez peut-être mis un caractère tel que #, \$ ou % dans l'en-tête de commande ou dans un paramètre. Exemple : `CONF : VOLT#DC`
- 102 **Syntax error (erreur de syntaxe)**
La syntaxe de la chaîne de commande est incorrecte. Vous avez peut-être placé un espace avant ou après un signe deux-points dans l'en-tête de commande, ou bien avant une virgule. Exemple : `SAMP : COUN , 1`
- 103 **Invalid separator (séparateur incorrect)**
La chaîne de commande contient un séparateur incorrect. Vous avez peut-être utilisé une virgule à la place d'un signe deux-points, d'un point-virgule ou d'un espace, ou bien un espace à la place d'une virgule. Exemple : `TRIG : COUN, 1` ou `CONF : FREQ 1000 0 . 1`
- 104 **Data type error (erreur de type de données)**
La chaîne de commande contient un type de paramètre incorrect. Vous avez peut-être indiqué une valeur numérique à la place d'une chaîne de caractères, ou le contraire. Exemple : `DISP : TEXT 5 . 0`
- 105 **GET not allowed (GET non autorisé)**
La commande de déclenchement groupé GET (Group Execute Trigger) n'est pas autorisée dans une chaîne de commande.
- 108 **Parameter not allowed (paramètre non autorisé)**
La commande reçue contient trop de paramètres. Vous avez peut-être ajouté un paramètre supplémentaire, ou bien vous avez spécifié un paramètre pour une commande qui n'en accepte pas. Exemple : `READ? 10`
- 109 **Missing parameter (paramètre manquant)**
Vous n'avez pas indiqué tous les paramètres requis par la commande. Vous en avez omis un ou plusieurs. Exemple : `SAMP : COUN`

- 112 **Program mnemonic too long
(mnémonique de programme trop long)**
Vous avez envoyé un en-tête de commande qui fait plus que les 12 caractères autorisés au maximum. Exemple : **CONFIGURATION:VOLT:DC**
- 113 **Undefined header (en-tête non défini)**
Vous avez envoyé une commande qui n'est pas reconnue par ce multimètre. Soit la commande est incorrecte, soit vous l'avez mal orthographiée. Si vous utilisez la forme abrégée de la commande, souvenez-vous qu'elle ne peut pas contenir plus de quatre lettres. Exemple : **TRIG:COUN 3**
- 121 **Invalid character in number
(caractère incorrect dans une valeur numérique)**
Un caractère incorrect a été trouvé dans la valeur numérique fournie en paramètre. Exemple : **STAT:QUES:ENAB #B01010102**
- 123 **Numeric overflow (dépassement de capacité numérique)**
Vous avez indiqué un paramètre numérique dont l'exposant est supérieur à 32 000. Exemple : **TRIG:COUN 1E34000**
- 124 **Too many digits (trop de chiffres)**
Vous avez indiqué un paramètre numérique dont la mantisse contient plus de 255 chiffres, hormis les zéros du début.
- 131 **Invalid suffix (suffixe incorrect)**
Vous avez indiqué pour un paramètre numérique un suffixe incorrect. Ce dernier est peut-être simplement mal orthographié. Exemple : **TRIG:DEL 0.5 SECS**
- 138 **Suffix not allowed (suffixe non autorisé)**
Vous avez indiqué un suffixe à la suite d'un paramètre numérique qui n'en accepte pas. Exemple : **SAMP:COUN 1 SEC** (SEC n'est pas un suffixe autorisé).
- 141 **Invalid character data (donnée caractère incorrecte)**
Vous avez indiqué un paramètre discret qui ne convient pas pour la commande utilisée. Exemple : **CALC:FUNC SCALE** (SCALE n'est pas un choix autorisé).

Remarque : Cette erreur a été supprimée à partir de la Révision 3 du micrologiciel ; elle est remplacée par une nouvelle, l'erreur -224, "Illegal parameter value" (valeur de paramètre interdite).

- 148 **Character data not allowed (donnée caractère non autorisée)**
Vous avez indiqué un paramètre discret au lieu d'une chaîne de caractères ou d'une valeur numérique. Vérifiez la liste des paramètres pour contrôler leur type. Exemple : `DISP:TEXT ON`
- 151 **Invalid string data (chaîne de caractères incorrecte)**
Le multimètre a reçu une chaîne de caractères incorrecte. Vérifiez que vous avez bien délimité la chaîne de caractères par des apostrophes ou des guillemets. Exemple : `DISP:TEXT 'ON` (il manque le délimiteur de fin).
- 158 **String data not allowed (chaîne de caractères non autorisée)**
Vous avez indiqué une chaîne de caractères alors que la commande utilisée n'en accepte pas. Vérifiez la liste des paramètres pour contrôler leur type. Exemple : `CALC:STAT 'ON'`
- 160 à -168 **Block data errors (erreurs de bloc de données)**
Le multimètre n'accepte pas les blocs de données.
- 170 à -178 **Expression errors (erreurs d'expression)**
Le multimètre n'accepte pas les expressions mathématiques.
- 211 **Trigger ignored (déclenchement ignoré)**
Le multimètre a reçu une commande de déclenchement groupé GET (Group Execute Trigger) ou une commande `*TRG` qui a été ignorée. Avant d'envoyer un déclenchement, assurez-vous que le multimètre est bien en "attente de déclenchement" et que vous avez sélectionné la bonne source de déclenchement.
- 213 **Init ignored (Init ignoré)**
Le multimètre a reçu une commande `INITiate` mais n'a pas pu l'exécuter car une mesure était déjà en cours. Pour arrêter la mesure en cours et mettre le système de déclenchement à l'état de "repos", envoyez une commande de remise à zéro d'appareil.
- 214 **Trigger deadlock (blocage du déclenchement)**
Un blocage du déclenchement se produit lorsque la source de déclenchement sélectionnée est BUS et que le multimètre reçoit une commande `READ?`.

- 221 **Settings conflict (conflit de paramètres)**
Cette erreur peut se produire dans l'un des cas suivants :
- Vous avez envoyé une commande **CONF**igure ou une commande **MEAS**ure avec la sélection automatique de gamme activée et une résolution fixe. Exemple : **CONF : VOLT : DC DEF, 0 . 1**
 - Vous avez activé le mode mathématique (**CALC : STAT ON**) puis vous êtes passé sur une opération mathématique qui ne convient pas pour la fonction de mesure en cours. Par exemple, vous ne pouvez pas utiliser les dB pour une mesure de résistance en 2 fils. Cette situation désactive le mode mathématique.
- 222 **Data out of range (donnée hors de la plage autorisée)**
Vous avez indiqué comme paramètre numérique une valeur qui se trouve en dehors des limites autorisées pour la commande.
Exemple : **TRIG : COUN -3**
- 223 **Too much data (trop de données)**
Le multimètre a reçu une chaîne de caractères mais n'a pas pu l'exécuter car elle contenait plus de 12 caractères. Cette erreur peut être générée par les commandes **CAL**ibration : **STR**ing et **DIS**Play : **TEXT**.
- 224 **Illegal parameter value (valeur de paramètre interdite)**
Vous avez indiqué un paramètre discret qui ne convient pas pour la commande utilisée. Vous avez peut-être spécifié un paramètre incorrect.
Exemple : **CALC : FUNC : SCALE** (SCALE n'est pas un choix autorisé).
- Remarque : Cette erreur remplace, à partir de la Révision 3 du micrologiciel, l'erreur -141, "Invalid character data" (donnée caractère incorrecte).*
- 230 **Data stale (données périmées)**
Le multimètre a reçu une commande **FETCh?** mais la mémoire de mesures interne était vide. Le résultat récupéré est peut-être incorrect.
- 330 **Self-test failed (Echec de l'auto-test)**
L'auto-test complet du multimètre par l'interface distante (commande ***TST?**) a échoué. Dans ce cas, le multimètre génère également d'autres erreurs qui décrivent le ou les problèmes rencontrés. *Voir aussi la section "Erreurs de l'auto-test" à la page 173.*
- 350 **Too many errors (trop d'erreurs)**
La file d'erreurs est pleine : plus de 20 erreurs se sont produites. Aucune autre erreur ne sera enregistrée tant que vous n'aurez pas retiré les erreurs de la file. La file d'erreurs est remise à zéro par la mise hors tension ou par l'exécution d'une commande ***CLS** (clear status : remise à zéro d'état).

- 410 **Query INTERRUPTED (interrogation INTERROMPUE)**
Le multimètre a reçu une commande qui envoie des données dans la mémoire tampon de sortie, mais celle-ci contient les données d'une commande précédente (qui ne peuvent être remplacées). La mémoire tampon de sortie peut être effacée par une mise hors tension ou par l'exécution d'une commande *RST (reset).
- 420 **Query UNTERMINATED (interrogation NON TERMINEE)**
Le multimètre a reçu l'ordre de parler (c'est-à-dire d'envoyer des données sur l'interface) mais il n'a reçu aucune commande qui mette des données dans la mémoire tampon de sortie. Cela peut se produire, par exemple, si vous exécutez une commande CONFIGure (qui ne génère pas de données) puis que vous lancez l'instruction ENTER pour lire les données par l'interface distante.
- 430 **Query DEADLOCKED (interrogation BLOQUEE)**
Le multimètre a reçu une commande qui génère trop de données pour la mémoire tampon de sortie et la mémoire tampon d'entrée est également pleine. L'exécution continue mais toutes les données sont perdues.
- 440 **Query UNTERMINATED after indefinite response (interrogation NON TERMINEE après réponse indéfinie)**
La commande *IDN? doit être la dernière commande d'interrogation dans une chaîne de commande. Exemple : *IDN? ; :SYST:VERS?
- 501 **Isolator UART framing error (erreur de trame de l'UART d'isolation)**
- 502 **Isolator UART overrun error (erreur de cadence de l'UART d'isolation)**
- 511 **RS-232 framing error (erreur de trame RS-232)**
- 512 **RS-232 overrun error (erreur de cadence RS-232)**
- 513 **RS-232 parity error (erreur de parité RS-232)**
- 514 **Command allowed only with RS-232 (commande autorisée seulement en RS-232)**
Il y a trois commandes qui ne sont autorisées qu'avec l'interface RS-232 :
SYSTEM:LOCAL, SYSTEM:REMOTE et SYSTEM:RWLOCK.

- 521 **Input buffer overflow**
(débordement de la mémoire tampon d'entrée)
- 522 **Output buffer overflow (débordement de la mémoire tampon de sortie)**
- 531 **Insufficient memory (mémoire insuffisante)**
Il n'y a pas suffisamment de mémoire interne pour stocker le nombre de mesures demandées par la commande **INITiate**. Le produit du nombre d'échantillons (**SAMPle:COUNT**) par le nombre de déclenchements (**TRIGger:COUNT**) ne doit pas dépasser 512 résultats de mesure.
- 532 **Cannot achieve requested resolution (impossible d'obtenir la résolution demandée)**
Le multimètre ne peut pas obtenir la résolution de mesure demandée. Vous avez peut-être spécifié une résolution incorrecte dans la commande **CONFIgure** ou dans la commande **MEASure**.
- 540 **Cannot use overload as math reference (impossible d'utiliser un dépassement de capacité comme référence mathématique)**
Le multimètre ne peut pas stocker une valeur correspondant à un dépassement de capacité ($9.90000000E+37$) comme référence mathématique pour des mesures relatives ou en dB. Cette erreur désactive le mode mathématique.
- 550 **Command not allowed in local (commande non autorisée en mode local)**
En fonctionnement RS-232, le multimètre a reçu une commande **READ?** alors qu'il était en mode local. Avant d'envoyer des commandes par l'interface, vous devez toujours commencer par exécuter la commande **SYSTem:REMOte**.

Erreurs de l'auto-test

Les erreurs ci-dessous correspondent aux situations qui peuvent être rencontrées lors d'un auto-test. Pour plus d'informations, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.

601	Front panel does not respond (la face avant ne répond pas)
602	RAM read/write failed (échec de lecture/écriture en mémoire vive)
603	A/D sync stuck (synchronisation A/N bloquée)
604	A/D slope convergence failed (panne de convergence de pente A/N)
605	Cannot calibrate rundown gain (impossible d'étalonner l'affaiblissement)
606	Rundown gain out of range (affaiblissement hors de la plage autorisée)
607	Rundown too noisy (trop de bruit pour l'affaiblissement)
608	Serial configuration readback failed (la relecture de la configuration série a échoué)
609	DC gain x1 failed (panne du gain CC x1)
610	DC gain x10 failed (panne du gain CC x10)
611	DC gain x100 failed (panne du gain CC x100)
612	Ohms 500 nA source failed (panne de la source de 500 nA pour les ohms)
613	Ohms 5 uA source failed (panne de la source de 5 uA pour les ohms)
614	DC 1000V zero failed (panne du réglage de zéro CC 1000V)
615	Ohms 10 uA source failed (panne de la source de 10 uA pour les ohms)

616	DC current sense failed (panne de la détection de courant CC)
617	Ohms 100 uA source failed (panne de la source de 100 uA pour les ohms)
618	DC high voltage attenuator failed (panne de l'atténuateur haute tension CC)
619	Ohms 1 mA source failed (panne de la source de 1 mA pour les ohms)
620	AC rms zero failed (panne du réglage de zéro CA eff)
621	AC rms full scale failed (panne CA eff pleine échelle)
622	Frequency counter failed (panne du compteur de fréquence)
623	Cannot calibrate precharge (impossible d'étalonner la précharge)
624	Unable to sense line frequency (impossible de détecter la fréquence secteur)
625	I/O processor does not respond (le processeur d'E/S ne répond pas)
626	I/O processor failed self-test (le processeur d'E/S a échoué à l'auto-test)

Erreurs d'étalonnage

Les erreurs ci-dessous correspondent aux situations qui peuvent être rencontrées en cours d'étalonnage. Pour plus d'informations, reportez-vous au *Service Guide (Guide de maintenance)*.

701	Cal security disabled by jumper (protection d'étalonnage désactivée par cavalier) La fonction de protection de l'étalonnage a été désactivée par un cavalier à l'intérieur du multimètre. Cette erreur apparaît à la mise sous tension pour vous avertir que le multimètre est dé-protégé.
702	Cal secured (étalonnage protégé) Le multimètre est protégé contre l'étalonnage.

- 703 **Invalid secure code (code de protection incorrect)**
Vous n'avez pas utilisé le bon code de protection d'étalonnage pour protéger ou dé-protéger le multimètre. Pour dé-protéger le multimètre, vous devez utiliser le même code de protection que celui qui a été utilisé lors de la protection, et réciproquement. Ce code peut contenir jusqu'à 12 caractères alphanumériques. Le premier caractère *doit être* une lettre.
- 704 **Secure code too long (code de protection trop long)**
Vous avez utilisé un code de protection de plus de 12 caractères.
- 705 **Cal aborted (étalonnage abandonné)**
L'étalonnage est abandonné lorsque vous appuyez sur l'une des touches de la face avant, lorsque vous envoyez une commande de remise à zéro d'appareil, ou bien lorsque vous faites passer le multimètre de l'état local à l'état distant ou inversement.
- 706 **Cal value out of range (valeur d'étalonnage hors gamme)**
La valeur d'étalonnage spécifiée (CAL:VALue) ne convient pas pour la fonction et la gamme en cours.
- 707 **Cal signal measurement out of range (mesure hors gamme pour le signal d'étalonnage)**
La valeur d'étalonnage spécifiée (CAL:VALue) ne correspond pas au signal appliqué à l'entrée du multimètre.
- 708 **Cal signal frequency out of range (fréquence du signal d'étalonnage hors gamme)**
Lors d'un étalonnage ca, la fréquence du signal d'entrée ne correspond pas à la fréquence d'entrée requise pour l'étalonnage.
- 709 **No cal for this function or range (pas d'étalonnage pour cette fonction ou cette gamme)**
Vous ne pouvez pas effectuer d'étalonnage pour les mesures de courant ca, de période, de continuité, de diode et de rapport, ni sur la gamme 100 MΩ.
- 710 **Full scale correction out of range (correction pleine échelle hors gamme)**
- 720 **Cal DCV offset out of range (décalage de tension CC d'étalonnage hors gamme)**
- 721 **Cal DCI offset out of range (décalage de courant CC d'étalonnage hors gamme)**
- 722 **Cal RES offset out of range (décalage de résistance 2 fils d'étalonnage hors gamme)**
- 723 **Cal FRES offset out of range (décalage de résistance 4 fils d'étalonnage hors gamme)**
- 724 **Extended resistance self cal failed (échec de l'auto-étalonnage de résistance étendue)**

725 *	500V DC correction out of range (correction 500 V CC hors gamme)
730	Precharge DAC convergence failed (échec de convergence du CAN de précharge)
731	A/D turnover correction out of range (correction de turnover A/N hors gamme)
732	AC flatness DAC convergence failed (échec de convergence du CAN de linéarité CA)
733	AC low frequency convergence failed (échec de convergence basse fréquence CA)
734	AC low frequency correction out of range (correction basse fréquence CA hors gamme)
735	AC rms converter noise correction out of range (correction de bruit du convertisseur CA eff hors gamme)
736 *	AC rms 100th scale linearity correction out of range (correction de linéarité 100ème d'échelle CA eff hors gamme)
740	Cal checksum failed, secure state (mauvais total de contrôle d'étalonnage, état de protection)
741	Cal checksum failed, string data (mauvais total de contrôle d'étalonnage, donnée chaîne)
742	Cal checksum failed, DCV corrections (mauvais total de contrôle d'étalonnage, corrections de tension CC)
743	Cal checksum failed, DCI corrections (mauvais total de contrôle d'étalonnage, corrections de courant CC)
744	Cal checksum failed, RES corrections (mauvais total de contrôle d'étalonnage, corrections de résistance 2 fils)
745	Cal checksum failed, FRES corrections (mauvais total de contrôle d'étalonnage, corrections de résistance 4 fils)
746	Cal checksum failed, AC corrections (mauvais total de contrôle d'étalonnage, corrections CA)
747	Cal checksum failed, GPIB address (mauvais total de contrôle d'étalonnage, adresse GPIB)
748	Cal checksum failed, internal data (mauvais total de contrôle d'étalonnage, données internes)

* Disponible à partir de la Révision 3 du micrologiciel (REV 03-01-01).

Programmes
d'application

Programmes d'application

Ce chapitre contient plusieurs exemples de programmation de l'interface distante destinés à vous aider dans le développement de vos propres programmes de mesure. Le chapitre 4, "Guide de l'interface distante", à la page 103, indique la syntaxe des commandes SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables) permettant de programmer le multimètre. *Les exemples de programmes en QuickBASIC sont écrits pour une machine compatible IBM® PC munie de la carte d'interface GPIB Agilent 82335A et de sa bibliothèque de commandes.*

Lorsque le multimètre sort d'usine, il est configuré avec l'adresse GPIB (IEEE-488) "22". Les exemples de ce chapitre supposent que cette adresse est celle qui est définie sur votre multimètre. Lorsque vous envoyez une commande d'interface distante, vous devez ajouter l'adresse GPIB au code de sélection de l'interface GPIB (normalement 7). Par conséquent, si l'adresse vaut 22 et le code de sélection 7, la combinaison résultante est "722".

IBM est une marque déposée aux Etats-Unis de International Business Machines Corporation.

Utilisation de MEASure? pour une mesure simple

L'exemple suivant utilise la commande MEASure? pour effectuer une mesure unique de courant ca. Il s'agit de la méthode la plus facile pour programmer le multimètre. Cependant, la commande MEASure? n'offre pas une grande souplesse. L'exemple est présenté d'une part en BASIC et d'autre part en QuickBASIC.

Programmation de GPIB avec BASIC

```
10 REAL Rdg
20 ASSIGN @Dmm TO 722
30 CLEAR 7          ! Remet à zéro GPIB et le multimètre
40 OUTPUT @Dmm; "*RST"  ! Réinitialise le multimètre
50 OUTPUT @Dmm; "*CLS"  ! Remet à zéro les registres d'état du multimètre
60 OUTPUT @Dmm; "MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA" ! Règle la gamme sur 1 A ca
70 ENTER @Dmm; Rdg
80 PRINT Rdg
90 END
```

Programmation de GPIB avec QuickBASIC

```
REM $Include "QBSetup"
DEV%=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="MEASURE:CURRENT:AC? 1A,0.001MA"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)

Call IOCLEAR(DEV%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOENTER(DEV%, Rdg)
Print Rdg
END
```

Utilisation de CONFIGure avec une opération mathématique

L'exemple suivant utilise la commande CONFIGure avec la fonction mathématique de mesure en dBm. Cette commande offre un peu plus de souplesse de programmation que la commande MEASURE?, ce qui permet d'"affiner" la configuration du multimètre. L'exemple est présenté d'une part en BASIC et d'autre part en QuickBASIC (voir page suivante).

Programmation de GPIB avec BASIC

```
10 DIM Rdgs(1:5)
20 ASSIGN @Dmm TO 722
30 CLEAR 7 ! Remet à zéro GPIB et le multimètre
40 OUTPUT @Dmm; "*RST" ! Réinitialise le multimètre
50 OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! Remet à zéro les registres d'état du multimètre
60 OUTPUT @Dmm; "CALC:DBM:REF 50" ! Résistance de référence de 50 ohms
70 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:AC 1,0.001" ! Règle la gamme du multimètre sur 1 A ca
80 OUTPUT @Dmm; "DET:BAND 200" ! Sélectionne le filtre ca à 200 Hz (rapide)
90 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 5" ! Le multimètre acceptera 5 déclenchements
100 OUTPUT @Dmm; "TRIG:SOUR IMM" ! Source de déclenchement IMMEDIATE
110 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC DBM" ! Sélectionne la mesure en dBm
120 OUTPUT @Dmm; "CALC:STAT ON" ! Active le mode mathématique
130 OUTPUT @Dmm; "READ?" ! Effectue les mesures et les envoie en sortie
140 ENTER @Dmm; Rdgs(*)
150 PRINT USING "K,/"; Rdgs(*)
160 END
```

Programmation de GPIB avec QuickBASIC

```
REM $Include "QBSsetup"
DEV#=722
INFO1$="*RST"
LENGTH1%=LEN(INFO1$)
INFO2$="*CLS"
LENGTH2%=LEN(INFO2$)
INFO3$="CALC:DBM:REF 50"
LENGTH3%=LEN(INFO3$)
INFO4$="CONF:VOLT:AC 1,0.001"
LENGTH4%=LEN(INFO4$)
INFO5$="DET:BAND 200"
LENGTH5%=LEN(INFO5$)
INFO6$="TRIG:COUN 5"
LENGTH6%=LEN(INFO6$)
INFO7$="TRIG:SOUR IMM"
LENGTH7%=LEN(INFO7$)
INFO8$="CALC:FUNC DBM"
LENGTH8%=LEN(INFO8$)
INFO9$="CALC:STAT ON"
LENGTH9%=LEN(INFO9$)
INFO10$="READ?"
LENGTH10%=LEN(INFO10$)
DIM A(1:5)
Actual#=0

Call IOCLEAR(DEV#)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO2$, LENGTH2%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO9$, LENGTH9%)
Call IOOUTPUTS(DEV#, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOENTER(DEV#, Seg A(1),5,Actual#)
For I=1 to 5
    Print A(I);
Next I
END
```

Utilisation des registres d'état

L'exemple suivant vous montre comment utiliser les registres d'état du multimètre pour détecter la fin de l'exécution d'une séquence de commandes. Pour plus d'informations, reportez-vous à la section "Le modèle d'état SCPI" en page 132. L'exemple est présenté d'une part en BASIC et d'autre part en QuickBASIC (voir page 184).

Programmation de GPIB avec BASIC

```
10 REAL Avar,Min_rdg,Max_rdg
20 INTEGER Val,Hpib,Mask,Task
30 ASSIGN @Dmm TO 722
40 CLEAR 7 ! Remet à zéro GPIB et le multimètre
50 OUTPUT @Dmm; "*RST" ! Réinitialise le multimètre
60 OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! Remet à zéro les registres d'état du multimètre
70 OUTPUT @Dmm; "*ESE 1" ! Valide le report du bit "opération terminée" dans
! le bit "événements standard" de l'octet d'état
80 OUTPUT @Dmm; "*SRE 32" ! Autorise le bit "événements standard" de
! l'octet d'état à activer la ligne IEEE-488 SRQ
90 OUTPUT @Dmm; "*OPC?" ! Assure la synchronisation
100 ENTER @Dmm; Val
110 !
120 ! Configure le multimètre pour les mesures
130 !
140 OUTPUT @Dmm; "CONF:VOLT:DC 10" ! Règle le multimètre sur la gamme 10 Vdc
150 OUTPUT @Dmm; "VOLT:DC:NPLC 10" ! Règle le temps d'intégration sur 10 PLC
160 OUTPUT @Dmm; "TRIG:COUN 100" ! Le multimètre acceptera 100 déclenchements
170 OUTPUT @Dmm; "CALC:FUNC AVER;STAT ON" ! Sélectionne min-max et active le
! mode mathématique
180 OUTPUT @Dmm; "INIT" ! Met le multimètre en "attente de déclenchement"
190 OUTPUT @Dmm; "*OPC" ! Lorsque la mesure est terminée, met le bit
! "opération terminée" du registre d'événements
! standard à un
200 !
210 Hpib=7
220 ON INTR Hpib GOSUB Read_data
230 Mask=2 ! Le bit 1 est SRQ
240 ENABLE INTR Hpib;Mask ! Valide l'interruption du programme par SRQ
250 !
260 !Exécute d'autres tâches en attendant les données
270 !
```

Suite page suivante...⇒

Programmation de GPIB avec BASIC (suite)

```
280 Task=1
290 WHILE Task=1
300   DISP "Taking Readings"
310   WAIT .5
320   DISP ""
330   WAIT .5
340 END WHILE
350 DISP "AVE = ";Aver; "      MIN = ";Min_rdg; "      MAX = ";Max_rdg
360 STOP
370 !
380 Read_data:      !
390 OUTPUT @Dmm; "CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?" ! Lit la moyenne et les valeurs
min, et max
400 ENTER @Dmm; Aver, Min_rdg, Max_rdg
410 OUTPUT @Dmm; "*CLS" ! Remet à zéro les registres d'état du multimètre
420 Task=0
430 RETURN
440 END
```

Programmation de GPIB avec QuickBASIC

```
REM $Include "QBSetup"  
ISC%=7  
DEV%=722  
INFO1$="*RST"  
LENGTH1%=LEN (INFO1$)  
INFO2$="*CLS"  
LENGTH2%=LEN (INFO2$)  
INFO3$="*ESE 1"  
LENGTH3%=LEN (INFO3$)  
INFO4$="*SRE 32"  
LENGTH4%=LEN (INFO4$)  
INFO5$="*OPC?"  
LENGTH5%=LEN (INFO5$)  
INFO6$="CONF:VOLT:DC 10"  
LENGTH6%=LEN (INFO6$)  
INFO7$="VOLT:DC:NPLC 10"  
LENGTH7%=LEN (INFO7$)  
INFO8$="TRIG:COUN 100"  
LENGTH8%=LEN (INFO8$)  
INFO9$="CALC:FUNC:AVER;STAT ON"  
LENGTH9%=LEN (INFO9$)  
INFO10$="INIT"  
LENGTH10%=LEN (INFO10$)  
INFO11$="*OPC"  
LENGTH11%=LEN (INFO11$)  
INFO12$="CALC:AVER:AVER?;MIN?;MAX?"  
LENGTH12%=LEN (INFO12$)  
INFO13$="*CLS"  
LENGTH13%=LEN (INFO13$)  
DIM A(1:3)  
Actual%=0  
Reading=0
```

Suite page suivante...⇒

Programmation de GPIB avec QuickBASIC (suite)

```
Call IOCLEAR (DEV%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO1$, LENGTH1%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO2$, LENGTH2%)
ON PEN GOSUB RESULTS
PEN ON
Call IOOPEN (ISC%, 0)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO3$, LENGTH3%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO4$, LENGTH4%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO5$, LENGTH5%)
Call IOENTER (DEV%, Reading)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO6$, LENGTH6%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO7$, LENGTH7%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO8$, LENGTH8%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO9$, LENGTH9%)
BACK:GOTO BACK
RESULTS:
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO10$, LENGTH10%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO11$, LENGTH11%)
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO12$, LENGTH12%)
Call IOENTERA (DEV%, Seg A(1), 3, Actual%)
For I=1 to 3
  Print A(I);
Next I
Call IOOUTPUTS (DEV%, INFO13$, LENGTH13%)
END
```

Programmation RS-232 avec QuickBASIC

L'exemple suivant vous montre comment envoyer des commandes et recevoir des réponses par l'interface RS-232 en utilisant QuickBASIC.

Programmation RS-232 avec QuickBASIC

```
CLS
LOCATE 1, 1
DIM cmd$(100), resp$(1000)
' Règle le port série sur 9600 bauds, parité paire, 7 bits ;
' Ignore Demande Pour Emettre et Détection de Porteuse; envoie un saut de ligne
' active le contrôle de parité, réserve 1000 octets de mémoire tampon d'entrée
'
OPEN "com1:9600,e,7,2,rs,cd,lf,pe" FOR RANDOM AS #1 LEN = 1000
'
' Met le multimètre en mode de fonctionnement distant
PRINT #1, ":SYST:REM"
'
' Demande la chaîne d'identification du multimètre
'
PRINT #1, "*IDN?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT "*IDN? returned: ", resp$
'
' Demande la révision SCPI utilisée par le multimètre
PRINT #1, ":SYST:VERS?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":SYST:VERS? returned: ", resp$
'
' Envoie un message sur l'afficheur et génère un signal sonore
PRINT #1, ":SYST:BEEP::DISP:TEXT 'HP 34401A'"
'
' Configure le multimètre pour les mesures de tension cc,
' gamme 10 V, résolution 0.1 V, 4 mesures
PRINT #1, ":CONF:VOLT:DC 10,0.1::SAMP:COUN 4"
' Déclenche les mesures et récupère les résultats
PRINT #1, ":READ?"
LINE INPUT #1, resp$
PRINT ":READ? returned: ", resp$
END
```

Programmation RS-232 avec Turbo C

L'exemple suivant vous montre comment programmer un ordinateur personnel AT pour la communication par interruptions sur le port COM. Cet exemple permet d'envoyer des commandes SCPI au Agilent 34401A et de récupérer les réponses aux commandes d'interrogation. Il est écrit en Turbo C et peut facilement être modifié pour fonctionner sous Microsoft® Quick C.

Programmation RS-232 avec Turbo C

```
#include <bios.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <dos.h>
#include <conio.h>

#define EVEN_7 (0x18 | 0x02 | 0x04) /* Parité paire, 7 bits de données, 2 bits d'arrêt */
#define ODD_7 (0x08 | 0x02 | 0x04) /* Parité impaire, 7 bits de données, 2 bits d'arrêt */
#define NONE_8 (0x00 | 0x03 | 0x04) /* Aucune parité, 8 bits de données, 2 bits d'arrêt */
#define BAUD300 0x40
#define BAUD600 0x60
#define BAUD1200 0x80
#define BAUD2400 0xA0
#define BAUD4800 0xC0
#define BAUD9600 0xE0

/* Registre de l'UART 8250 */
#define COM 0x3F8 /* Adresse de base du port COM1 */
#define THR COM+0 /* LCR bit 7 = 0 */
#define RDR COM+0 /* LCR bit 7 = 0 */
#define IER COM+1 /* LCR bit 7 = 0 */
#define IIR COM+2 /* On ne s'occupe pas des autres pour le bit 7 */
#define LCR COM+3
#define MCR COM+4
#define LSR COM+5
#define MSR COM+6
```

Suite page suivante...⇒

Programmation RS-232 avec Turbo C (suite)

```
#define IRQ4_int      0xC    /* Numéro du vecteur d'interruption pour IRQ4 */
#define IRQ4_enab    0xEF    /* Masque de validation du contrôleur */
                             /* d'interruption pour IRQ4 */
#define INT_controller 0x20  /* Adresse du contrôleur d'interruption 8259 */
#define End_of_interrupt 0x20 /* Commande de fin d'interruption (EOI) non spécifique */

void interrupt int_char_in(void);
void send_ctlc(void);

#define INT_BUF_size 9000

char int_buf[INT_BUF_size], *int_buf_in = int_buf, *int_buf_out = int_buf;
unsigned int int_buf_count = 0;
unsigned char int_buf_ovfl = 0;

int main(int argc, char *argv[])
{
    void interrupt (*oldvect)();
    char command[80], c;
    int i;

    oldvect = getvect(IRQ4_int); /* Sauvegarde l'ancien vecteur d'interruption */
    setvect(IRQ4_int, int_char_in); /* Prépare la nouvelle routine d'interruption */
    bioscom(0, BAUD9600 | EVEN_7, 0); /* Initialise les paramètres de COM1 */
    outportb(MCR, 0x9); /* Valide la mémoire tampon pour IRQ, DTR = 1 */
    outportb(IER, 0x1); /* Valide l'interruption de réception de */
                        /* données de l'UART */

    /* Valide IRQ4 dans le registre du contrôleur d'interruption 8259 */
    outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) & IRQ4_enab);

    do {
        if(int_buf_ovfl) {
            printf("\nBuffer Overflow!!!\n\n");
            int_buf_in = int_buf_out = int_buf;
            int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
        }
    }
}
```

Suite page suivante...⇒

Programmation RS-232 avec Turbo C (suite)

```
printf("\nEnter command string:\n");
gets(command); strcat(command, "\n"); /* SCPI exige un saut de ligne */

if(command[0] == 0x19) send_ctlc(); /* Si ^Y, alors envoie un ^C */
else if(command[0] != 'q') {
    for(i=0; i<strlen(command); i++) {
        /* Attend que DSR soit actif et que le registre d'émission soit vide */
        while(! (inportb(LSR) & inportb(MSR) & 0x20)) ;
        outportb(THR, command[i]); /* Transmet caractère */
    }
}

if(strpbrk(command, "?")) { /* Si interrogation, obtient la
réponse */
    c = 0;
    do {
        while(int_buf_count && !kbhit()) {
            putchar(c = *int_buf_out++); int_buf_count--;
            if(int_buf_out >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_out = int_buf;
        }

        if(kbhit()) {
            if(getch() == 0x19) send_ctlc(); /* si ^Y, alors envoie un ^C */
            c = 0xa; /* Termine la boucle */
        }
    } while(c != 0xa); /* Fin du if */
}

while(command[0] != 'q'); /* 'q' pour quitter le programme */

outportb(IER, inportb(IER) & 0xfe); /* Désactive l'interruption de
l'UART */
outportb(MCR, 0x1); /* Désactive la mémoire tampon */
/* pour IRQ, DTR = 1 */
/* Désactive IRQ4 dans le registre du contrôleur d'interruption 8259 */
outportb(INT_controller+1, inportb(INT_controller+1) | ~IRQ4_enab);
setvect(IRQ4_int, oldvect); /* Restaure l'ancien vecteur */
/* d'interruption */

return(0);
}
```

Suite page suivante...=>

Programmation RS-232 avec Turbo C (suite)

```
void interrupt int_char_in(void)
{
    enable(); /* Valide les interruptions matérielles */
    if(int_buf_count < INT_BUF_size) {
        *int_buf_in++ = inportb(RDR); /* Lit l'octet dans l'UART */
        int_buf_count++;
        if(int_buf_in >= int_buf + INT_BUF_size) int_buf_in = int_buf;
        int_buf_ovfl = 0;
    }
    else {
        inportb(RDR); /* Remet à zéro l'interruption de l'UART */
        int_buf_ovfl = 1;
    }
    outportb(INT_controller, End_of_interrupt); /* Fin d'interruption (EOI) */
                                                /* non spécifique */
}

void send_ctlc(void)
{
    outportb(MCR, 0x8); /* Désactive DTR */
    delay(10); /* Attend 10 nS pour les caractères parasites */
    while(!(inportb(LSR) & 0x20)) ; /* Attend en testant le registre d'émission */
    outportb(THR, 0x3); /* Envoie un ^C */
    while(!(inportb(LSR) & 0x40)) ; /* Attend l'émission du ^C */
    int_buf_in = int_buf_out = int_buf; /* Efface la mémoire tampon d'entrée */
    int_buf_count = int_buf_ovfl = 0;
    delay(20); /* 20mS de délai pour la remise en */
                /* condition du 34401 */
    outportb(MCR, 0x9); /* Active DTR */
}
```

Initiation à
la mesure

Initiation à la mesure

Le Agilent 34401A est capable d'effectuer des mesures extrêmement précises. Pour obtenir la meilleure précision possible, vous devez respecter certaines étapes afin d'éliminer les sources potentielles d'erreurs de mesure. Ce chapitre décrit les erreurs de mesure courantes et fournit des suggestions pour vous aider à les éviter.

Erreurs de FEM thermique

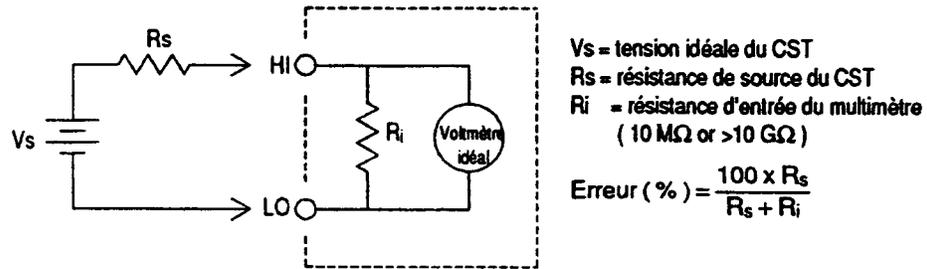
Les tensions thermoélectriques constituent la source d'erreur la plus courante dans les mesures de tension cc de faible niveau. Les tensions thermoélectriques proviennent de connexions entre deux métaux à différentes températures. Chaque jonction métal-métal forme un *thermocouple* qui génère une tension proportionnelle à la température de jonction. Lorsque vous effectuez des mesures de tension faible, vous devez prendre certaines précautions pour minimiser les tensions de thermocouple et les variations de température. Les meilleures connexions sont les connexions cuivre-cuivre serties. Le tableau ci-dessous montre les tensions thermoélectriques courantes pour différents métaux.

Cuivre avec	$\mu\text{V} / ^\circ\text{C}$ (environ)
Cuivre	<0.3
Or	0.5
Argent	0.5
Laiton	3
Cuivre au béryllium	5
Alumine	5
Kovar ou alliage 42	40
Silicium	500
Oxyde de cuivre	1000
Soudure cadmium -étain	0.2
Soudure étain-plomb	5

Les bornes d'entrée du Agilent 34401A sont en alliage de cuivre.

Erreurs dues à l'imperfection d'entrée du multimètre (volts cc)

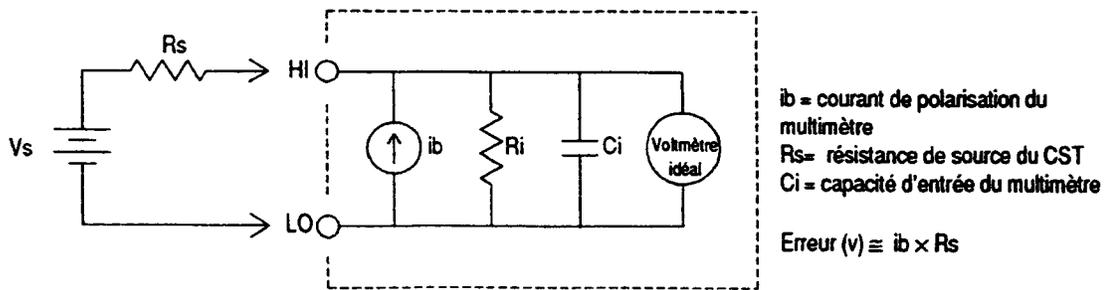
Les erreurs de mesure dues à l'imperfection d'entrée du multimètre se produisent lorsque la résistance du circuit sous test (CST) représente un pourcentage non négligeable de la résistance d'entrée du multimètre. Le diagramme ci-dessous illustre cette source d'erreur.



Pour réduire les effets de cette imperfection et minimiser le bruit capté, vous pouvez régler la résistance d'entrée du multimètre, pour les gammes 100 mVcc, 1 Vcc et 10 Vcc, à plus de 10 G Ω . Pour les gammes 100 Vcc et 1000 Vcc, la résistance d'entrée est maintenue à 10 M Ω .

Erreurs de courant de fuite

Les courants de polarisation d'entrée "chargent" la capacité d'entrée du multimètre lorsque les bornes sont en circuit ouvert (si la résistance d'entrée est de 10 G Ω). Les circuits de mesure du multimètre présentent environ 30 pA de courant de polarisation d'entrée pour une température ambiante comprise entre 0°C et 30°C. Ce courant de polarisation double (x2) tous les 8°C au-dessus de 30°C. Il génère un petit décalage de tension qui dépend de la résistance de source du circuit sous test. Cet effet apparaît lorsque la résistance de source est supérieure à 100 kW ou lorsque la température de fonctionnement du multimètre est sensiblement supérieure à 30°C.



Réjection des tensions de bruit du secteur

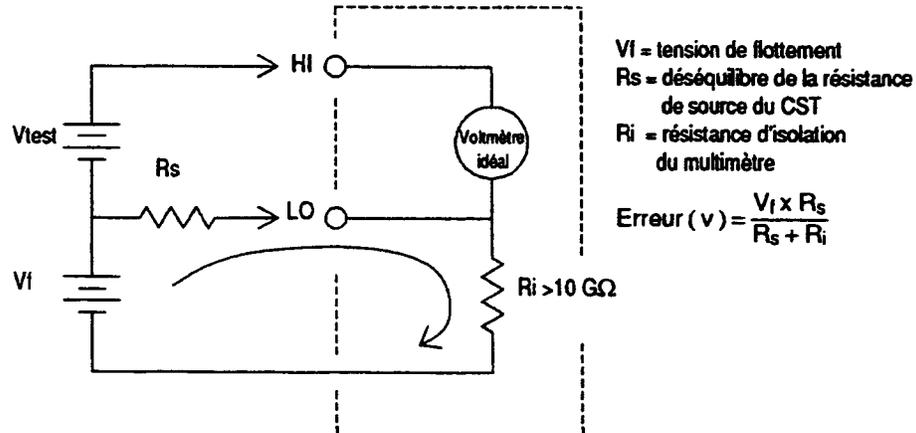
L'une des caractéristiques appréciables des convertisseurs analogiques-numériques (A/N) à intégration est le fait qu'ils sont capables d'éliminer les signaux parasites. Les techniques d'intégration permettent de rejeter le bruit du secteur qui est présent sur les signaux d'entrée continus. Cela s'appelle la *réjection de mode normal* ou NMR (normal mode rejection). Cette réjection s'effectue en mesurant la valeur moyenne de l'entrée par "intégration" du signal sur une période déterminée. Si vous réglez le temps d'intégration sur un nombre entier de cycles de la tension secteur (PLC), la fréquence secteur parasite d'entrée et ses harmoniques s'annulent presque complètement.

Le Agilent 34401A permet d'utiliser trois valeurs différentes de temps d'intégration A/N pour la réjection du bruit de la fréquence secteur (et de ses harmoniques). Lorsque vous mettez le multimètre sous tension, il mesure la fréquence secteur (50 Hz ou 60 Hz) puis détermine le temps d'intégration adéquat. Le tableau ci-dessous montre la réjection de bruit obtenue avec différentes configurations. Plus le temps d'intégration est long, plus la résolution est élevée et meilleure est la réjection du bruit.

Chiffres	NPLC	Temps d'intégration		NMR
		60 Hz (50 Hz)		
4½ Rapide	0.02	400 µs	(400 ms)	-
4½ Lent	1	16.7 ms	(20 ms)	60 dB
5½ Rapide	0.2	3 ms	(3 ms)	-
5½ Lent	10	167 ms	(200 ms)	60 dB
6½ Rapide	10	167 ms	(200 ms)	60 dB
6½ Lent	100	1.67 sec	(2 sec)	70 dB

Réjection de mode commun (CMR)

Un multimètre idéal est censé être complètement isolé de la terre. Malheureusement, il existe toujours une résistance (illustrée ci-dessous) non infinie entre la terre et la borne d'entrée LO du multimètre. Cette résistance peut provoquer une erreur lorsque vous mesurez une tension faible qui est flottante par rapport à la terre.



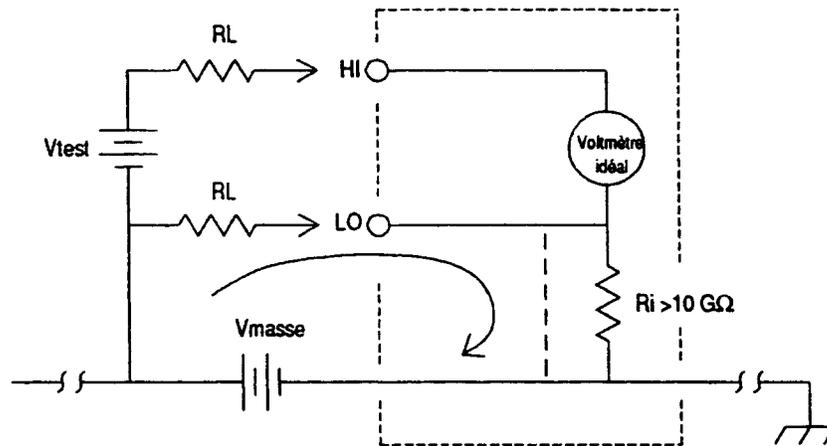
Bruit dû aux boucles magnétiques

Si vous effectuez des mesures près d'un champ magnétique, vous devez prendre des précautions pour éviter les tensions induites dans les fils de mesure. Vous devez être particulièrement vigilant lorsque vous travaillez près de conducteurs à courant élevé. Pour réduire la surface de la boucle captant le bruit, utilisez pour les connexions des fils à paire torsadée, ou bien placez les fils de mesure aussi près l'un de l'autre que possible. Lorsque les fils de mesure sont lâches ou vibrent, cela induit également une tension d'erreur. Lorsque vous travaillez près d'un champ magnétique, assurez-vous que vos fils de mesure sont bien fixés. Utilisez si possible des matériaux de blindage magnétique ou une séparation physique afin de réduire le problème des sources de champ magnétique.

Bruit dû aux boucles de masse

Lorsque vous mesurez une tension dans un circuit où le multimètre et le circuit sous test sont tous deux référencés à une masse commune, cela forme une "boucle de masse". Comme le montre la figure ci-dessous, la différence de tension entre les deux points de masse (V_{masse}) génère un courant dans les fils de mesure, ce qui provoque une erreur de mesure sous forme de bruit et d'une tension de décalage (cette erreur est généralement liée à la tension secteur).

La meilleure façon d'éliminer les boucles de masse est de laisser le multimètre isolé de la masse : ne connectez pas les bornes d'entrée à la masse. Si le multimètre doit tout de même être relié à la masse, reliez-le avec le circuit sous test à un même point de masse. Ceci réduira ou éliminera toute différence de tension entre les circuits. Faites également en sorte, si possible, que le multimètre et le circuit sous test soient raccordés à la même prise secteur.



R_L = résistance de fil
 R_i = résistance d'isolation du multimètre
 V_{masse} = chute de tension sur le bus de masse

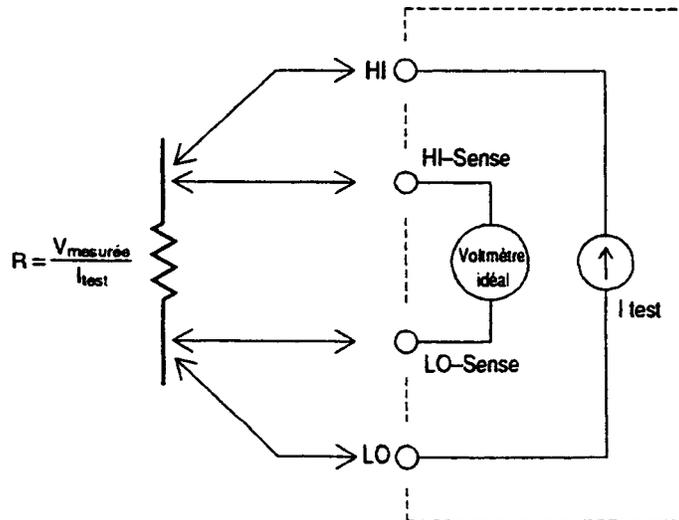
Mesures de résistance

Le Agilent 34401A offre deux méthodes différentes pour la mesure des résistances : les mesures en 2 fils et les mesures en 4 fils. Dans les deux cas, le courant de test part de la borne d'entrée HI et traverse la résistance à mesurer. Pour les mesures en 2 fils, la chute de tension dans la résistance est mesurée à l'intérieur du multimètre. Pour cette raison, la résistance des fils de mesure est également prise en compte. Les mesures en 4 fils nécessitent deux fils supplémentaires pour la "détection". Comme aucun courant ne circule dans ces fils de détection, leur résistance ne provoque pas d'erreur de mesure.

Les erreurs mentionnées plus haut dans ce chapitre à propos des mesures de tension cc s'appliquent également aux mesures de résistance. Les paragraphes qui suivent décrivent les sources d'erreur supplémentaires propres à la mesure des résistances.

Mesures en ohms 4 fils

La méthode en 4 fils est la plus précise pour la mesure des petites résistances. Elle réduit le problème de la résistance des fils de mesure et des résistances de contact. Elle est souvent utilisée dans les applications automatisées, pour lesquelles les liaisons entre le multimètre et le circuit sous test sont longues et comprennent de nombreuses connexions et de nombreux commutateurs. Les branchements recommandés pour les mesures de résistance en 4 fils sont présentés ci-dessous. Voir aussi la section "Mesures de résistance" à la page 17.



Suppression des erreurs dues à la résistance des fils de mesure

Pour éliminer les erreurs de décalage dues à la résistance des fils lors de mesures de résistance en 2 fils, procédez comme suit :

1. Court-circuitez les deux fils de mesure à leur extrémité. Le multimètre affiche la résistance des fils.
2. Appuyez sur la touche **Null** de la face avant. Le multimètre affiche "0" ohm avec les fils court-circuités.

Effets de dissipation de puissance

Lorsque vous mesurez des résistances conçues pour des mesures de température (ou tout autre circuit résistif à coefficient de température important), gardez à l'esprit que le multimètre dissipe une certaine puissance dans le circuit sous test. Si cette dissipation de puissance vous pose un problème, passez sur la gamme immédiatement supérieure afin de réduire l'erreur à un niveau acceptable. Le tableau suivant vous montre quelques exemples.

Gamme	Courant de mesure	Puissance dans le CST à pleine échelle
100 Ω	1 mA	100 mW
1 k Ω	1 mA	1 mW
10 k Ω	100 mA	100 mW
100 k Ω	10 mA	10 mW
1 M Ω	5 mA	30 mW
10 M Ω	500 nA	3 mW

Effets du temps de stabilisation

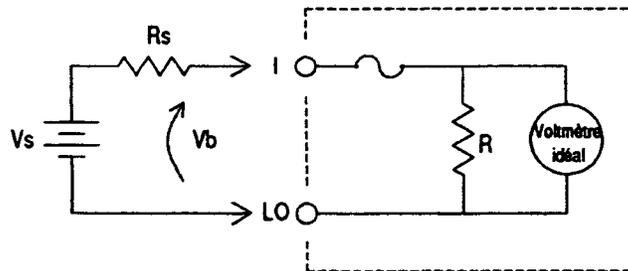
Le Agilent 34401A a la possibilité d'insérer un délai automatique de stabilisation avant les mesures. Ce délai convient pour les mesures de résistance lorsque la capacité combinée des câbles et du circuit est inférieure à 200 pF. Ceci est particulièrement important si vous mesurez des résistances de valeur supérieure à 100 k Ω . En raison des constantes de temps RC, la durée de la stabilisation peut être relativement longue. Certaines résistances de précision et certains étalonneurs multi-fonctions utilisent de grosses capacités en parallèle (de 1000 pF à 0,1 μ F) avec des résistances élevées pour filtrer les courants de bruit injectés par leurs circuits internes. La capacité non-idéale des câbles et autres circuits peut provoquer un temps de stabilisation beaucoup plus long que celui qui correspondrait simplement à la constante de temps RC due à l'absorption diélectrique. Pendant la stabilisation, c'est-à-dire après la connexion initiale et après tout changement de gamme, la mesure est erronée.

Erreurs dans les mesures de résistances élevées

Lorsque vous mesurez une résistance élevée, vous pouvez obtenir une erreur importante due à la résistance de l'isolant et au manque de propreté des surfaces. Vous devez prendre les précautions nécessaires pour maintenir une bonne "propreté". Les fils de mesure et toute l'installation sont susceptibles de créer des courants de fuite en raison des surfaces "sales" et de l'absorption d'humidité par les isolants. Le nylon et le PVC sont des isolants relativement médiocres (10^9 ohms) comparés aux isolants PTFE Téflon® (10^{13} ohms). Lors de la mesure d'une résistance de $1\text{ M}\Omega$ dans des conditions humides, les courants de fuite dans un isolant en nylon ou en PVC peuvent facilement entraîner une erreur de 0,1%.

Erreurs de mesure des courants CC

Lorsque vous connectez le multimètre en série avec un circuit pour mesurer le courant, cela introduit une erreur de mesure. Cette erreur est due à la *chute de tension* série dans le multimètre. Cette tension (illustrée ci-dessous) est développée dans la résistance de câblage et dans la résistance de dérivation de courant du multimètre.



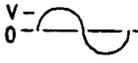
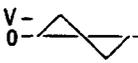
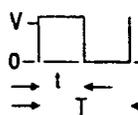
V_s = tension de source
 R_s = résistance de source du CST
 V_b = chute de tension dans le multimètre
 R = résistance de dérivation dans le multimètre

$$\text{Erreur (\%)} = \frac{-100\% \times V_b}{V_s}$$

Teflon est une marque déposée de E.I. duPont deNemours and Co.

Mesures CA efficaces (RMS) vraies

Les multimètres à réponse efficace (RMS) vraie, comme le Agilent 34401A, mesurent le potentiel de "chaleur" de la tension appliquée en entrée. Contrairement à une mesure "à réponse moyenne", une mesure efficace vraie permet de déterminer la puissance dissipée dans une résistance. Cette puissance est proportionnelle au carré de la tension efficace vraie mesurée, et est indépendante de la forme du signal. Un multimètre ca à réponse moyenne est étalonné pour fournir une mesure efficace vraie lorsqu'on lui applique un signal sinusoïdal, mais cette équivalence n'est valable *que pour les signaux sinusoïdaux*. Pour les autres types de signaux, le multimètre à réponse moyenne donne une erreur importante, comme le montre le tableau ci-dessous.

Forme de signal	Facteur de crête (C.F.)	Valeur eff. CA	Valeur eff. CA + CC	Erreur de la mesure moyenne
	1.414	$\frac{V}{1.414}$	$\frac{V}{1.414}$	Etalonnage pour une erreur nulle
	1.732	$\frac{V}{1.732}$	$\frac{V}{1.732}$	- 3.9%
	$\sqrt{\frac{T}{t}}$	$\frac{V}{C.F.} \times \sqrt{1 - \left(\frac{1}{C.F.}\right)^2}$	$\frac{V}{C.F.}$	- 46% pour C.F. = 4

Les fonctions de tension ca et de courant ca du multimètre mesurent la valeur efficace (RMS) vraie de la composante alternative. Celle-ci est différente de la valeur efficace vraie ca+cc présentée ci-dessus. Seule est mesurée la "chaleur" de la composante alternative du signal d'entrée (la composante continue est filtrée). Pour les signaux sinusoïdaux, triangulaires et carrés, les valeurs ca et ca+cc sont égales car ces types de signaux ne contiennent pas de décalage cc. Les signaux asymétriques, tels que les trains d'impulsions, contiennent une composante continue qui est filtrée lors d'une mesure efficace vraie à couplage alternatif.

Mesures efficaces
(RMS) vraies
(suite)

La valeur efficace vraie à couplage ca est utile dans les cas où vous mesurez des petits signaux alternatifs en présence de décalages cc importants. Par exemple, cette situation est courante lorsque vous mesurez l'ondulation ca présente dans une alimentation continue. Il existe cependant des situations où c'est la valeur efficace vraie ca+cc qui vous intéresse. Vous pouvez déterminer cette valeur en combinant le résultat de la mesure cc et celui de la mesure ca au moyen de la formule ci-dessous. Pour obtenir la meilleure réjection ca possible, vous devez effectuer la mesure cc en utilisant un temps d'intégration d'au moins 10 cycles de la tension secteur (mode 6 chiffres).

$$ca + cc = \sqrt{ca^2 + cc^2}$$

Erreurs de facteur de crête (entrées non sinusoïdales)

Il est courant de penser à tort que "si un multimètre ca effectue des mesures efficaces vraies, la précision qu'il offre en sinusoïdal s'applique à tous les types de signaux". En fait, la forme du signal d'entrée peut énormément affecter la précision de la mesure. La forme d'un signal est souvent caractérisée par son *facteur de crête*. Le facteur de crête d'un signal est le rapport de sa valeur crête à sa valeur efficace.

Pour un train d'impulsions, par exemple, le facteur de crête est à peu près égal à l'inverse de la racine carrée du rapport cyclique, comme indiqué dans le tableau de la page précédente. En général, plus le facteur de crête est important, plus les harmoniques élevées contiennent d'énergie. Tous les multimètres donnent des erreurs de mesure liées au facteur de crête. Pour le Agilent 34401A, ces erreurs sont fournies dans les caractéristiques du chapitre 8. Remarquez que l'erreur de facteur de crête ne s'applique pas lorsque la fréquence du signal d'entrée est inférieure à 100 Hz et que vous utilisez le filtre ca lent.

Facteur de crête
(suite)

La formule ci-dessous vous permet d'estimer l'erreur de mesure due au facteur de crête :

$$\text{Erreur totale} = \text{Erreur (sinusoïdal)} + \text{Erreur (facteur de crête)} + \text{Erreur (bande passante)}$$

Erreur (sinusoïdal): erreur pour un signal sinusoïdal, fournie au chapitre 8.

Erreur (facteur de crête): erreur supplémentaire due au facteur de crête, fournie au chapitre 8.

Erreur (bande passante): erreur de bande passante estimée, indiquée ci-dessous.

$$\text{Erreur de bande passante} = \frac{-C.F.^2 \times F}{4 \pi \times BW}$$

C.F. = facteur de crête du signal
F = fréquence fondamentale du signal
BW = bande passante à 3 dB du multimètre (1 MHz pour le Agilent 34401A)

Exemple

Calculons l'erreur de mesure approximative pour un train d'impulsions avec un facteur de crête de 3 et une fréquence fondamentale de 20 kHz. Pour cet exemple, nous utiliserons les spécifications de précision du multimètre sur 90 jours : $\pm (0,05\% + 0,03\%)$.

$$\text{Erreur totale} = 0,08\% + 0,15\% + 1,4\% = 1,6\%$$

Erreurs dues à la charge d'entrée du multimètre (volts ca)

Pour les mesures de tension ca, l'entrée du Agilent 34401A apparaît comme une résistance de 1 MΩ en parallèle avec une capacité de 100 pF. Le câblage utilisé pour la connexion au multimètre ajoute également une capacité et une charge supplémentaires. Le tableau ci-dessous montre la résistance d'entrée approximative du multimètre à différentes fréquences.

Fréquence d'entrée	Résistance d'entrée
100 Hz	1 MΩ
1 kHz	850 kΩ
10 kHz	160 kΩ
100 kHz	16 kΩ

Pour les basses fréquences :

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

Erreur supplémentaire pour les hautes fréquences :

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

R_s = résistance de source

F = fréquence d'entrée

C_{in} = capacité d'entrée (100 pF) plus capacité des câbles

Mesures inférieures à la pleine échelle

Les mesures les plus précises s'effectuent à pleine échelle de la gamme sélectionnée. En sélection automatique, le changement de gamme se produit à 10% et à 120% de la pleine échelle. Dans certaines situations, vous pouvez donc obtenir un même signal à pleine échelle sur une gamme et à 10% de la pleine échelle sur la gamme immédiatement supérieure ; entre ces deux cas, la précision varie sensiblement. Pour obtenir la meilleure précision possible, il est préférable d'utiliser la sélection de gamme manuelle, afin de pouvoir choisir la plus petite gamme possible.

Erreurs d'échauffement interne en haute tension

Si vous appliquez plus de 300 V_{eff} en entrée, un échauffement interne se produit dans les composants de conditionnement de signal du multimètre. Ceci provoque une erreur qui est fournie dans les caractéristiques de l'appareil. Le changement de température à l'intérieur du multimètre dû à l'échauffement interne peut provoquer une erreur supplémentaire même sur les autres gammes de tension ca. Cette erreur est cependant inférieure à 0,02% et la chaleur se dissipe en quelques minutes.

Erreurs de coefficient de température et de dépassement de capacité

Pour les mesures en alternatif, le Agilent 34401A utilise une technique qui mesure et supprime les tensions de décalage internes lorsque vous changez de fonction ou de gamme. Si vous laissez le multimètre sur la même gamme pendant une période de temps prolongée et que la température ambiante évolue sensiblement (ou si le multimètre n'a pas eu le temps de se stabiliser complètement), les tensions de décalage internes peuvent évoluer. Ce coefficient de température est généralement de 0,002% de la gamme par °C et est automatiquement supprimé lorsque vous changez de fonction ou de gamme.

Lorsque vous changez de gamme manuellement et que vous vous retrouvez en *dépassement de capacité*, la mesure du décalage interne pour la gamme choisie peut être dégradée. Généralement, cela peut introduire une erreur de gamme supplémentaire de 0,01%. Cette erreur est automatiquement supprimée dès que vous éliminez le dépassement de capacité puis que vous changez de fonction ou de gamme.

Erreurs de mesure à faible niveau

Lorsque vous mesurez des tensions ca inférieures à 100 mV, gardez à l'esprit que ces mesures sont particulièrement sujettes aux erreurs introduites par les sources parasites de bruit. Un fil de mesure exposé se comporte comme une antenne, et un multimètre en bon état de fonctionnement mesure alors les signaux captés. Tout le parcours du signal, y compris le secteur, se comporte comme une antenne en boucle. Les courants qui circulent dans cette boucle provoquent des tensions d'erreur aux bornes de toute impédance en série avec l'entrée du multimètre. Pour cette raison, vous devez utiliser, pour la mesure des petits signaux alternatifs, des câbles blindés. Le blindage doit être relié à la borne d'entrée LO.

Faites en sorte, si possible, que le multimètre et la source ca soient connectés à la même prise secteur. Vous devez également diminuer au maximum la surface des boucles de masse que vous ne pouvez pas éviter. Une source à haute impédance est plus susceptible de capter du bruit qu'une source à basse impédance. Vous pouvez réduire l'impédance haute fréquence d'une source en mettant une capacité en parallèle avec les bornes d'entrée du multimètre. Il vous faudra peut-être vous livrer à quelques essais avant de pouvoir déterminer la capacité correcte à utiliser.

La plupart des bruits parasites ne sont pas en corrélation avec le signal d'entrée. Vous pouvez déterminer l'erreur à partir de la formule ci-dessous.

$$\text{Tension mesurée} = \sqrt{V_{in}^2 + \text{Bruit}^2}$$

Le bruit corrélé, bien que rare, est particulièrement nuisible. Il s'ajoute toujours directement au signal d'entrée. Il se rencontre souvent lors de la mesure de faibles signaux dont la fréquence est la même que celle du secteur.

Erreurs de mode commun

Lorsque la borne d'entrée LO du multimètre est reliée à une tension ca par rapport à la terre, cela génère une tension d'erreur de mode commun. Ce phénomène se produit le plus souvent dans le cas suivant : la sortie d'un étalonneur ca est branchée "à l'envers" sur le multimètre. Un multimètre idéal devrait fournir la même mesure quelle que soit le sens dans lequel la source est connectée. Malheureusement, dans la pratique, les effets du multimètre comme de la source peuvent dégrader cette situation idéale.

En raison de la capacité entre la borne d'entrée LO et la terre (environ 200 pF pour le Agilent 34401A), la source doit supporter une charge qui varie suivant le sens dans lequel elle est reliée au multimètre. L'importance de cette erreur dépend de la réponse de la source à cette charge. Les circuits de mesure du multimètre, bien que soigneusement blindés, répondent différemment lorsque l'entrée est inversée, en raison de légères variations de la capacité parasite avec la terre. L'erreur de mesure la plus importante se produit dans le cas d'une entrée à haute tension et à haute fréquence. Généralement, pour une entrée inversée de 100 V à 100 kHz, le multimètre donne une erreur supplémentaire d'environ 0,06%. Pour minimiser la tension de mode commun ca, vous pouvez utiliser les techniques de mise à la terre décrites pour les problèmes de mode commun cc (voir page 195).

Erreurs dans les mesures de courant CA

Le problème de chute de tension qui s'applique aux mesures de courant cc s'applique également aux mesures de courant ca. Cependant, dans le cas d'un courant ca, la chute de tension est principalement due à l'inductance série du multimètre et aux fils de mesure. La chute de tension augmente avec la fréquence du signal d'entrée. Lors de mesures de courant, certains circuits peuvent se mettre à osciller en raison des fils de mesure et de l'inductance série du multimètre.

Erreurs dans les mesures de fréquence et de période

Pour les mesures de fréquence et de période, le multimètre utilise une technique de comptage réciproque. Cette méthode donne une résolution de mesure constante quelle que soit la fréquence d'entrée. La section de mesure de tension ca du multimètre effectue un conditionnement du signal d'entrée. Tous fréquencemètres sont sujets à des erreurs lors de la mesure de petits signaux basse fréquence. Lorsque vous mesurez des signaux "lents", les effets du bruit interne et du bruit capté sont critiques. L'erreur est inversement proportionnelle à la fréquence. Si vous essayez de mesurer la fréquence (ou la période) d'un signal d'entrée juste après un changement de sa composante continue, cela provoque également une erreur de mesure. Vous devez laissez la capacité de blocage cc en entrée du multimètre se stabiliser complètement avant d'effectuer une mesure de fréquence.

Mesures CC et de résistance ultra-rapides

Le multimètre comporte une fonction de mesure automatique du zéro (réglage automatique de zéro) qui permet d'éliminer les erreurs internes dues à la FEM thermique et au courant de polarisation. Chaque mesure consiste en fait en une mesure aux bornes d'entrée suivie d'une mesure de la tension de décalage interne. La seconde mesure est ensuite retranchée de la première afin d'améliorer la précision. Ceci permet de compenser les variations en température de la tension de décalage. Si vous souhaitez obtenir la vitesse de mesure maximale, désactivez le réglage automatique de zéro. Vous pourrez ainsi plus que doubler le rythme des mesures de tension cc, de résistance et de courant cc. Le réglage automatique de zéro ne s'applique pas aux autres fonctions de mesure.

Mesures CA ultra-rapides

Les fonctions de mesure de tension et de courant ca du multimètre comprennent trois filtres passe-haut différents. Ces filtres vous permettent de sacrifier la précision dans les basses fréquences au profit d'une plus grande vitesse de mesure. Le *filtre rapide* se stabilise en 0,1 seconde et sert pour les fréquences supérieures à 200 Hz. Le *filtre moyen* se stabilise en 1 seconde et est utile pour les mesures au-dessus de 20 Hz. Enfin, le *filtre lent* se stabilise en 7 secondes et peut être utilisé pour les fréquences supérieures à 3 Hz.

Avec quelques précautions, vous pouvez effectuer jusqu'à 50 mesures ca par seconde. Pour éviter les délais de sélection automatique de gamme, utilisez de préférence la sélection manuelle. Si vous fixez à zéro le délai de stabilisation (déclenchement) pré-programmé, chaque filtre vous permet d'effectuer jusqu'à 50 mesures par seconde. Cependant, si le filtre n'a pas le temps de se stabiliser complètement, les mesures ne sont pas très précises. Dans les cas où la valeur mesurée varie beaucoup d'un échantillon à l'autre, le filtre moyen permet d'effectuer jusqu'à 1 mesure par seconde et le filtre rapide jusqu'à 10 mesures par seconde (en tenant compte du temps de stabilisation).

Si la valeur mesurée varie peu d'un échantillon à l'autre, chaque nouvelle mesure ne nécessite qu'un temps de stabilisation court. Dans ce cas particulier, le filtre moyen permet d'effectuer 5 mesures par seconde avec une précision réduite et le filtre rapide supporte jusqu'à 50 mesures par seconde, également avec une précision réduite. Un temps de stabilisation supplémentaire peut s'avérer nécessaire si le niveau cc varie d'un échantillon à l'autre. Les circuits de blocage cc du multimètre ont un temps de stabilisation constant de 0,2 seconde. Ce temps de stabilisation n'affecte la précision des mesures que lorsque la composante continue varie d'une mesure à l'autre. Si vous avez besoin de la vitesse de mesure maximale pour un système à balayage, vous pouvez ajouter un circuit de blocage cc externe sur les voies dont la tension cc est importante. Ce circuit peut être aussi simple qu'une résistance et une capacité.

Caractéristiques

Caractéristiques CC

Spécifications de précision \pm (% de la mesure + % de la gamme) [1]

Fonction	Gamme [3]	Courant de test ou chute de tension	24 Heures [2] 23°C \pm 1°C	90 jours 23°C \pm 5°C	1 an 23°C \pm 5°C	Température de coefficient 0°C – 18°C 28°C – 55°C
Tension CC	100.0000 mV		0.0030 + 0.0030	0.0040 + 0.0035	0.0050 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
	1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
	10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
	100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
	1000.000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0010	0.0045 + 0.0010	0.0005 + 0.0001
Résistance [4]	100.0000 Ω	1 mA	0.0030 + 0.0030	0.008 + 0.004	0.010 + 0.004	0.0006 + 0.0005
	1.000000 k Ω	1 mA	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	10.00000 k Ω	100 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	100.0000 k Ω	10 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	1.000000 M Ω	5 μ A	0.002 + 0.001	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0010 + 0.0002
	10.00000 M Ω	500 nA	0.015 + 0.001	0.020 + 0.001	0.040 + 0.001	0.0030 + 0.0004
	100.0000 M Ω	500 nA // 10 M Ω	0.300 + 0.010	0.800 + 0.010	0.800 + 0.010	0.1500 + 0.0002
Courant CC	10.00000 mA	< 0.1 V	0.005 + 0.010	0.030 + 0.020	0.050 + 0.020	0.002 + 0.0020
	100.0000 mA	< 0.6 V	0.01 + 0.004	0.030 + 0.005	0.050 + 0.005	0.002 + 0.0005
	1.000000 A	< 1 V	0.05 + 0.006	0.080 + 0.010	0.100 + 0.010	0.005 + 0.0010
	3.000000 A	< 2 V	0.10 + 0.020	0.120 + 0.020	0.120 + 0.020	0.005 + 0.0020
Continuité	1000.0 Ω	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
Test de diode	1.0000 V	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
Rapport CC: CC	100 mV à 1000 V		(Précision d'entrée) + (Précision de référence) Précision d'entrée = précision définie pour le signal d'entrée HI-LO Précision de référence = précision définie pour le signal d'entrée de référence HI-LO			

Précision de transfert (typique)

(erreur en % de la gamme sur 24 heures)
2

Conditions:

Sur 10 minutes et \pm 0.5°C.

A \pm 10% de la valeur initiale.

Après 2 heures de stabilisation.

Gamme fixe entre 10% et 100% de la pleine échelle.

Avec une résolution de 6½ chiffres, mode lent (100 PLC)

Les mesures sont effectuées suivant les pratiques acceptées en métrologie.

Chapitre 8 Caractéristiques Caractéristiques CA

Caractéristiques de mesure

Tension CC	
Méthode de mesure :	Convertisseur AN/II multi-pente à intégration continue.
Linéarité A/N :	0.0002% de la mesure + 0.0001% de la gamme
Résistance d'entrée :	
gammes 0.1 V, 1 V, 10 V	Choix entre 10 M Ω et >10 G Ω
gammes 100 V, 1000 V	10 M Ω \pm 1%
Courant de polarisation d'entrée :	< 30 pA à 25°C
Bornes d'entrée :	Alliage de cuivre
Protection d'entrée :	1000 V pour toutes les gammes
Résistance	
Méthode de mesure :	Choix entre les ohms 4 fils et 2 fils Source de courant référencée à l'entrée LO.
Résistance max. des fils : (ohms 4 fils)	Par fil, 10% de la gamme sur les gammes 100 Ω et 1 k Ω , 1 k Ω par fil sur toutes les autres gammes.
Protection d'entrée :	1000 V pour toutes les autres gammes.
Courant CC	
Résistance de dérivation :	0.1 Ω pour 1A et 3A. 5 Ω pour 10 mA et 100 mA
Protection d'entrée :	Fusible accessible de 3A, 250 V Fusible interne de 7A, 250 V
Test de diode/Continuité	
Temps de réponse :	300 échantillons/s avec signal sonore
Seuil de continuité :	Réglable de 1 Ω à 1000 Ω
Rapport CC:CC	
Méthode de mesure :	Entrée HI-LO / Référence HI-LO
Entrée HI-LO	Gammes 100 mV à 1000 V
Référence HI-LO	Gammes 100 mV à 10 V (sélection automatique)
Entrée-Référence	Tension Référence LO-Entrée LO < 2 V Tension Référence HI-Entrée LO < 12V
Réjection du bruit de mesure 60 Hz (50 Hz) [5]	
CMRR CC	140 dB
Temps d'intégration	Réjection de mode commun [6]
100 PLC / 1.67s (2s)	70 dB [7]
10 PLC / 167 ms (200 ms)	60 dB [7]
1 PLC / 16.7 ms (20 ms)	60 dB [7]
< 1 PLC / 3 ms (800 μ s)	0 dB

Caractéristiques de fonctionnement [8]

Fonction	Chiffres	Mesures/s	Erreur de bruit supplémentaire
Tension CC, courant	6½	0.6 (0.5)	0% de la gamme
CC et résistance	6½	6 (5)	0% de la gamme
	5½	60 (50)	0.001% de la gamme
	5½	300	0.001% de la gamme [10]
	4½	1000	0.01% de la gamme [10]

Vitesses du système [9]

Changement de fonction	26/s
Changement de gamme	50/s
Sélection automatique de gamme	<30 ms
Mesures ASCII vers RS-232	55/s
Mesures ASCII vers GPIB	1000/s
Vitesse de déclenchement interne maximale	1000/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers mémoire	1000/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers GPIB	900/s

Fonctionnement sans réglage automatique de zéro

Après stabilisation de l'appareil à la température d'étalonnage \pm 1°C et < 10 minutes, ajouter une erreur supplémentaire de 0,0002% de la gamme + 5 mv.

Considérations sur la stabilisation

Le temps de stabilisation des mesures est affecté par l'impédance de la source, les caractéristiques des câbles et les variations du signal d'entrée.

Considérations sur les mesures

Pour ces mesures, Agilent recommande d'utiliser comme isolant pour les fils du Téflon® ou un autre isolant à haute impédance et à faible absorption diélectrique.

- [1] Spécifications correspondant à 1 heure de stabilisation à 6½ chiffres.
- [2] Relatif aux normes d'étalonnage.
- [3] 20% de dépassement de gamme pour toutes les gammes sauf 1000 Vca, 3A.
- [4] Spécifications pour les ohms 4 fils, ou 2 fils en mesure relative. Pour les mesures en ohms 2 fils sans la mesure relative, ajouter une erreur supplémentaire de 0,2 Ω .
- [5] Pour un déséquilibre de 1 k Ω dans le fil LO.
- [6] Pour une fréquence secteur à \pm 0,1%.
- [7] Pour une fréquence secteur à \pm 1%, retrancher 20 dB. Pour \pm 3%, retrancher 30 dB.
- [8] Vitesses de mesure en 60 Hz (50 Hz) sans réglage automatique de zéro.
- [9] Vitesses pour 4½ chiffres, délai 0, sans réglage automatique de zéro, afficheur désactivé. Comprend les mesures et leur transfert sur GPIB.
- [10] Ajouter 20 μ V pour les tensions cc, 4 μ A pour les courants cc et 20 m Ω pour les résistances.

Teflon est une marque déposée de E.I. duPont deNemours and Co.

Caractéristiques CA

Spécifications de précision \pm (% de la mesure + % de la gamme) [1]

Fonction	Gamme [3]	Fréquence	24 heures [2] 23°C ± 1°C	90 jours 23°C ± 5°C	1 an 23°C ± 5°C	Coefficient de température 0°C – 18°C 28°C – 55°C	
Tension efficace CA vraie [4]	100.0000 mV	3 Hz – 5 Hz	1.00 + 0.03	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.004	
		5 Hz – 10 Hz	0.35 + 0.03	0.35 + 0.04	0.35 + 0.04	0.035 + 0.004	
		10 Hz – 20 kHz	0.04 + 0.03	0.05 + 0.04	0.06 + 0.04	0.005 + 0.004	
		20 kHz – 50 kHz	0.10 + 0.05	0.11 + 0.05	0.12 + 0.05	0.011 + 0.005	
		50 kHz – 100 kHz	0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008	
		100 kHz – 300 kHz [6]	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02	
	à 750.000 V	3 Hz – 5 Hz	1.00 + 0.02	1.00 + 0.03	1.00 + 0.03	0.100 + 0.003	
		5 Hz – 10 Hz	0.35 + 0.02	0.35 + 0.03	0.35 + 0.03	0.035 + 0.003	
		10 Hz – 20 kHz	0.04 + 0.02	0.05 + 0.03	0.06 + 0.03	0.005 + 0.003	
		20 kHz – 50 kHz	0.10 + 0.04	0.11 + 0.05	0.12 + 0.05	0.011 + 0.005	
50 kHz – 100 kHz [5]		0.55 + 0.08	0.60 + 0.08	0.60 + 0.08	0.060 + 0.008		
	100 kHz – 300 kHz [6]	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	4.00 + 0.50	0.20 + 0.02		
Courant efficace CA vrai [4]	1.000000 A	3 Hz – 5 Hz	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	1.00 + 0.04	0.100 + 0.006	
		5 Hz – 10 Hz	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.30 + 0.04	0.035 + 0.006	
		10 Hz – 5 kHz	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.10 + 0.04	0.015 + 0.006	
	3.00000 A	3 Hz – 5 Hz	1.10 + 0.06	1.10 + 0.06	1.10 + 0.06	0.100 + 0.006	
		5 Hz – 10 Hz	0.35 + 0.06	0.35 + 0.06	0.35 + 0.06	0.035 + 0.006	
		10 Hz – 5 kHz	0.15 + 0.06	0.15 + 0.06	0.15 + 0.06	0.015 + 0.006	
Erreur supplémentaire en basse fréquence (% de la mesure)			Erreur supplémentaire de facteur de crête (signaux non sinusoïdaux)				
Fréquence			Filtre CA			Facteur de crête	
			Lent	Moyen	Rapide	Erreur (% de la mesure)	
10 Hz – 20 Hz			0	0.74	—	1 – 2	0.05%
20 Hz – 40 Hz			0	0.22	—	2 – 3	0.15%
40 Hz – 100 Hz			0	0.06	0.73	3 – 4	0.30%
100 Hz – 200 Hz			0	0.01	0.22	4 – 5	0.40%
200 Hz – 1 kHz			0	0	0.18		
> 1 kHz			0	0	0		

Précision de transfert en sinusoïdal (typique)

Fréquence	Erreur (% de la gamme)
10 Hz – 50 kHz	0.002%
50 kHz – 300 kHz	0.005%

Conditions :

Entrée sinusoïdale.
Sur 10 minutes et \pm 0,5C.
A \pm 10% de la tension initiale et \pm 1% de la fréquence initiale.
Après 2 heures de stabilisation.
Gamme fixe, entre 10% et 100% de la pleine échelle (et 120 V).
Avec une résolution de 6½ chiffres.
Les mesures sont effectuées suivant les pratiques acceptées en métrologie.

Caractéristiques de mesure

Réjection du bruit de mesure [8]	
CMRR CA	70 dB
Tension efficace CA vraie	
Méthode de mesure	Efficace vraie à couplage CA ; mesure la composante ca de l'entrée avec 400 Vcc de polarisation maximale sur toutes les gammes
Facteur de crête	5:1 maximum à pleine échelle
Bande passante du filtre CA :	
lent	3 Hz – 300 kHz
moyen	20 Hz – 300 kHz
rapide	200 Hz – 300 kHz
Impédance d'entrée	1 M Ω \pm 2% en parallèle avec 100 pF
Protection d'entrée	750 V eff sur toutes les gammes
Courant efficace CA vrai	
Méthode de mesure	Couplage direct au fusible et à la dérivation ; mesure efficace vraie à couplage CA (ne mesure que la composante ca)
Résistance de dérivation	0,1 Ω pour les gammes 1 A et 3 A
Chute de tension	Gamme 1 A : < 1 V eff Gamme 3 A : < 2 V eff
Protection d'entrée	Fusible accessible de 3A, 250 V ; fusible interne de 7A, 250 V

Considérations sur la stabilisation

Un signal > 300 V eff (ou > 1 A eff) provoque un échauffement des composants de conditionnement du signal. Ces erreurs sont comprises dans les spécifications de l'appareil. Pour les gammes de tension ca faible, les variations de température interne dues à l'échauffement peuvent provoquer une erreur supplémentaire. Cette erreur supplémentaire est inférieure à 0,02% de la mesure et se dissipe généralement en quelques minutes.

Caractéristiques de fonctionnement [9]

Fonction	Chiffres	Mesures/s	Filtre CA
Tension CC, courant	6½	7 s/mesure	lent
CC et résistance	6½	1	moyen
	6½	1.6 [10]	rapide
	6½	10	rapide
	6½	50 [11]	rapide
Vitesses du système [11], [12]			
Changement de fonction ou de gamme			5/s
Sélection automatique de gamme			<0.8 s
Mesures ASCII vers RS-232			50/s
Mesures ASCII vers GPIB			50/s
Vitesse de déclenchement interne maximale			50/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers mémoire			50/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers GPIB ou RS-232			50/s

- [1] Spécifications correspondant à 1 heure de stabilisation à 6½ chiffres, filtre CA lent, entrée sinusoïdale.
- [2] Relatif aux normes d'étalonnage.
- [3] 20% de dépassement de gamme pour toutes les gammes sauf 750 Vca, 3 A.
- [4] Spécifications pour une entrée sinusoïdale > 5% de la gamme. Pour une entrée comprise entre 1% et 5% de la gamme et < 50 kHz, ajouter une erreur supplémentaire de 0,1% de la gamme. Entre 50 kHz et 100 kHz, ajouter 0,13% de la gamme.
- [5] Gamme 750 Vca limitée à 100 kHz ou à 8×10^7 Volt.Hz.
- [6] Généralement 30% de l'erreur de mesure à 1 MHz.
- [7] Pour les fréquences inférieures à 100 Hz, filtre CA lent spécifié seulement pour une entrée sinusoïdale.
- [8] Pour un déséquilibre de 1 k Ω dans le fil LO.
- [9] Vitesses de mesure maximales pour une erreur supplémentaire de pas ca de 0,01%. Un délai de stabilisation supplémentaire est nécessaire lorsque le niveau cc de l'entrée varie.
- [10] Pour un déclenchement externe ou un fonctionnement à distance avec le délai de stabilisation par défaut (délai automatique).
- [11] Limite utile maximale avec les délais de stabilisation par défaut désactivés.
- [12] Vitesses pour 4½ chiffres, délai 0, afficheur désactivé, filtre CA rapide.

Caractéristiques de fréquence et de période

Spécifications de précision \pm (% de la mesure) [1]

Fonction	Gamme [3]	Fréquence	24 heures [2] 23°C \pm 1°C	90 jours 23°C \pm 5°C	1 an 23°C \pm 5°C	Coefficient de température 0°C – 18°C 28°C – 55°C
Fréquence, période [4]	100 mV à 750 V	3 Hz – 5 Hz	0.10	0.10	0.10	0.005
		5 Hz – 10 Hz	0.05	0.05	0.05	0.005
	10 Hz – 40 Hz	0.03	0.03	0.03	0.001	
	40 Hz – 300 kHz	0.006	0.01	0.01	0.001	

Erreur supplémentaire en basse fréquence (% de la mesure) [4]

Fréquence	Résolution		
	6½	5½	4½
3 Hz – 5 Hz	0	0.12	0.12
5 Hz – 10 Hz	0	0.17	0.17
10 Hz – 40 Hz	0	0.2	0.2
40 Hz – 100 Hz	0	0.06	0.21
100 Hz – 300 Hz	0	0.03	0.21
300 Hz – 1 kHz	0	0.01	0.07
> 1 kHz	0	0	0.02

Précision de transfert (typique)

0,0005% de la mesure

Conditions :

Sur 10 minutes et \pm 0,5°C.

A \pm 10% de la valeur initiale.

Après 2 heures de stabilisation.

Pour des entrées > 1 kHz et > 100 mV.

Avec une résolution de 6½ chiffres, mode lent (1 seconde de temps de porte).

Les mesures sont effectuées suivant les pratiques acceptées en métrologie.

Chapitre 8 Caractéristiques Caractéristiques de fréquence et de période

Caractéristiques de mesure

Méthode de mesure	Technique de comptage réciproque ; couplage CA de l'entrée par la fonction de mesure de tension ca
Gammes de tension	De 100 mV eff pleine échelle à 750 V eff ; sélection automatique ou manuelle
Temps de porte	10 ms, 100 ms ou 1 s

Considérations sur la stabilisation

Une erreur se produit en cas de mesure de fréquence ou de période juste après une variation de la composante cc de l'entrée. Pour obtenir la meilleure précision possible, il est nécessaire de laisser le circuit RC de blocage d'entrée se stabiliser (jusqu'à 1 seconde).

Considérations sur les mesures

Tous les compteurs de fréquence sont sujets à erreur lorsqu'ils mesurent des petits signaux basse fréquence. Pour minimiser les erreurs de mesure, il est indispensable de blinder les entrées afin d'éviter les bruits externes.

Caractéristiques de fonctionnement [5]

Fonction	Chiffres	Mesures/s
Fréquence et période	6 1/2	1
	5 1/2	9.8
	4 1/2	80
Vitesses du système [5]		
Vitesse de configuration		14/s
Sélection automatique de gamme		<0.6 s
Mesures ASCII vers RS-232		55/s
Mesures ASCII vers GPIB		80/s
Vitesse de déclenchement interne maximale		80/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers mémoire		80/s
Vitesse de déclenchement externe maximale vers GPIB ou RS-232		80/s

- [1] Spécifications correspondant à 1 heure de stabilisation à 6 1/2 chiffres.
- [2] Relatif aux normes d'étalonnage.
- [3] 20% de dépassement de gamme pour toutes les gammes sauf 750 Vca.
- [4] Entrée > 100 mV.
Pour une entrée de 10 mV, multiplier l'erreur en % de la mesure par 10.
- [5] Vitesses pour 4 1/2 chiffres, délai 0, afficheur désactivé, filtre CA rapide.

Informations générales

Spécifications générales

Alimentation	100 V / 120 V / 220 V / 240 V \pm 10%
Fréquence secteur	45 Hz à 66 Hz et 360 Hz à 400 Hz, détectée automatiquement à la mise sous-tension
Consommation	25 VA crête (10 W en moyenne)
Température de fonctionnement	Pleine précision entre 0°C et 55°C Plaine précision jusqu'à 80% d'hygrométrie à 40°C
Température de stockage	-40°C à 70°C
Dimensions (HxLxP)	88,5 mm x 212,6 mm x 348,3 mm
Poids	3,6 kg
Sécurité	Conception en conformité avec CSA 231, UL-1244, IEC-1010-1 (1990)
EMI	MIL-461C
Vibrations et chocs	MIL-T-28800E type III, classe 5
Garantie	3 ans standard

Accessoires inclus

Ensemble de fils de mesure avec sondes, pinces crocodiles et grappe-fil.
Guide d'utilisation, Service Guide (Guide de maintenance), compte-rendu des tests et cordon d'alimentation.

Déclenchement et mémoire

Sensibilité du maintien de résultat	0,01%, 0,1%, 1% ou 10% de la mesure
Nombre de mesures par déclenchement	1 à 50 000
Retard de déclenchement	de 0 à 3600 s (par pas de 10 μ s)
Retard de déclenchement externe	< 1 ms
Imprécision du déclenchement externe	< 500 μ s
Mémoire	512 mesures

Fonctions mathématiques

Mesure relative, min/max/moyenne, dB, dBm, test de limites (avec sortie TTL).
Résistances de référence pour les dBm : 50, 75, 93, 110, 124, 125, 135, 150, 250, 300, 500, 600, 800, 900, 1000, 1200 ou 8000 ohms.

Langages de programmation standard

SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments : Commandes standards pour les appareils programmables)
Emulation du langage Agilent 3478A
Emulation du langage Fluke 8840A, Fluke 8842A

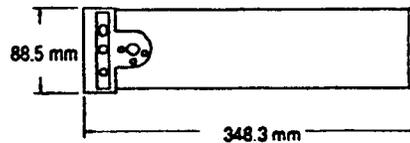
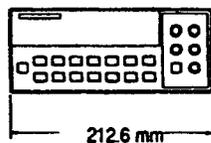
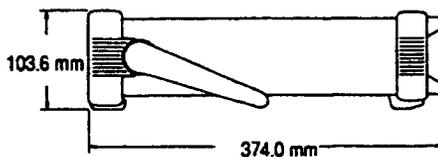
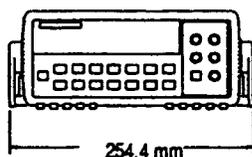
Interface distante

GPIB (IEEE-488.1, IEEE-488.2) et RS-232C

This ISM device complies with Canadian ICES-001.

Cet appareil ISM est conforme à la norme NMB-001 du Canada.

 N10149



Calcul de l'erreur de mesure totale

Chaque spécification comprend des facteurs de correction qui tiennent compte des erreurs dues aux limitations fonctionnelles du multimètre. Cette section décrit ces erreurs et montre comment en tenir compte dans vos mesures. Pour mieux comprendre la terminologie utilisée et pour savoir comment interpréter les caractéristiques du multimètre, reportez-vous à la section "Interprétation des caractéristiques du multimètre" à la page 219.

Les spécifications de précision du multimètre sont exprimées sous la forme : (% de la mesure + % de la gamme). En plus de l'erreur de mesure et de l'erreur de gamme, vous aurez peut-être à ajouter des erreurs supplémentaires correspondant à certaines conditions d'utilisation. Pour vous assurer que vous tenez bien compte de *toutes* les erreurs de mesure pour une fonction donnée, reportez-vous à la liste ci-dessous. Par ailleurs, assurez-vous de bien respecter les conditions décrites en bas des pages de caractéristiques.

- Si vous utilisez le multimètre en dehors de la plage de température $23^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ spécifiée, vous devez appliquer une erreur supplémentaire de *coefficient de température*.
- Pour les mesures de tension cc, de courant cc et de résistance, vous aurez peut-être à appliquer une erreur supplémentaire de *vitesse de lecture* ou de *réglage automatique de zéro désactivé*.
- Pour les mesures de tension ca et de courant ca, vous aurez peut-être à appliquer une erreur supplémentaire de *basse fréquence* ou de *facteur de crête*.

L'erreur "% de la mesure" L'erreur de mesure sert à compenser les incertitudes provoquées par la fonction et la gamme sélectionnées, ainsi que par le niveau du signal d'entrée. Elle varie suivant le niveau d'entrée dans la gamme choisie. Cette erreur s'exprime en pourcentage de la valeur mesurée. Le tableau suivant fournit l'erreur de mesure à partir des spécifications de précision sur 24 heures pour les mesures de tension cc.

Gamme	Niveau d'entrée	Erreur de mesure (% de la mesure)	Erreur de mesure en volts
10 Vdc	10 Vcc	0.0015	$\leq 150 \mu\text{V}$
10 Vdc	1 Vcc	0.0015	$\leq 15 \mu\text{V}$
10 Vdc	0.1 Vcc	0.0015	$\leq 1.5 \mu\text{V}$

L'erreur “% de la gamme” L'erreur de gamme sert à compenser les incertitudes provoquées par la fonction et la gamme sélectionnées. Il s'agit d'une erreur constante qui s'exprime sous la forme d'un pourcentage de la gamme ; elle est *indépendante* du niveau du signal d'entrée. Le tableau suivant fournit l'erreur de gamme à partir des spécifications de précision sur 24 heures pour les mesures de tension cc.

Gamme	Niveau d'entrée	Erreur de gamme (% de la gamme)	Erreur de gamme en volts
10 Vdc	10 Vcc	0.0004	≤40 μV
10 Vdc	1 Vcc	0.0004	≤40 μV
10 Vdc	0.1 Vcc	0.0004	≤40 μV

Erreur de mesure totale Pour calculer l'erreur de mesure totale, ajoutez simplement l'erreur de mesure et l'erreur de gamme. Vous pouvez ensuite convertir la valeur obtenue en un “pourcentage du signal d'entrée” ou en “ppm (parties par million) du signal d'entrée”, comme indiqué ci-dessous.

$$\text{Erreur en \% de l'entrée} = \frac{\text{Erreur de mesure totale}}{\text{Niveau du signal d'entrée}} \times 100$$

$$\text{Erreur en ppm de l'entrée} = \frac{\text{Erreur de mesure totale}}{\text{Niveau du signal d'entrée}} \times 1\,000\,000$$

Exemple d'erreur

Supposons qu'un signal de 5 Vcc soit appliqué à l'entrée du multimètre sur la gamme 10 Vcc. Calculons l'erreur de mesure totale à l'aide des spécifications de précision sur 90 jours : ±(0,0020% de la mesure + 0,0005% de la gamme).

$$\text{Erreur de mesure} = 0.0020\% \times 5 \text{ Vdc} = 100 \mu\text{V}$$

$$\text{Erreur de gamme} = 0.0005\% \times 10 \text{ Vdc} = 50 \mu\text{V}$$

$$\begin{aligned} \text{Erreur totale} &= 100 \mu\text{V} + 50 \mu\text{V} = \pm 150 \mu\text{V} \\ &= \pm 0.0030\% \text{ de } 5 \text{ Vdc} \\ &= \pm 30 \text{ ppm de } 5 \text{ Vdc} \end{aligned}$$

Interprétation des caractéristiques du multimètre

Cette section est destinée à vous permettre de mieux comprendre la terminologie utilisée et vous aidera à interpréter les caractéristiques du multimètre.

Nombre de chiffres et dépassement de gamme

Le “nombre de chiffres” est la caractéristique la plus fondamentale et parfois la moins bien comprise d’un multimètre. Il correspond au nombre maximum de “9” que le multimètre peut mesurer ou afficher. Ces chiffres sont les *chiffres pleins*. La plupart des multimètres ont la possibilité d’effectuer un dépassement de gamme et d’ajouter un chiffre partiel ou “½” chiffre supplémentaire.

Par exemple, le Agilent 34401A est capable de mesurer, sur la gamme 10 V, 9,9999 Vcc, ce qui correspond à une résolution de six chiffres pleins. Il peut également, sur la même gamme, effectuer un dépassement de gamme et mesurer jusqu’à 12,0000 Vcc. Il s’agit alors d’une mesure à 6½ chiffres avec 20% de dépassement de gamme.

Sensibilité

La sensibilité est le niveau minimum que le multimètre est capable de détecter pour une mesure donnée. Elle correspond à la capacité qu’à le multimètre de répondre aux petites variations du niveau d’entrée. Par exemple, supposez que vous soyez en train d’examiner un signal de 1 mVcc et que vous vouliez régler son niveau à $\pm 1 \mu\text{V}$. Pour pouvoir détecter un réglage aussi fin, le multimètre devra avoir une sensibilité d’au moins 1 μV . Vous pourriez utiliser un multimètre à 6½ chiffres, à condition qu’il possède une gamme de 1 Vcc ou inférieure. Vous pourriez également utiliser un multimètre à 4½ chiffres muni d’une gamme de 10 mVcc.

Pour les mesures de tension ca et de courant ca, notez que la plus petite valeur mesurable diffère de la sensibilité. Sur le Agilent 34401A, ces fonctions sont conçues pour pouvoir effectuer des mesures à partir de 1% de la gamme sélectionnée. Par exemple, sur la gamme 100 mV, le multimètre peut effectuer des mesures à partir de 1 mV.

Résolution

La résolution, pour une gamme donnée, est le rapport de la plus grande valeur affichable à la plus petite valeur affichable. Elle s'exprime souvent sous forme de pourcentage, de ppm (parties par million), de nombre d'unités ou de bits. Par exemple, un multimètre à 6½ chiffres supportant 20% de dépassement de gamme dispose de 1 200 000 unités de résolution pour afficher les mesures. Ceci correspond à environ 0,0001% (1 ppm) de la pleine échelle ou 21 bits (en incluant le bit de signe) de résolution. Ces quatre caractéristiques sont équivalentes.

Précision

La précision est une mesure de l'"exactitude" avec laquelle l'incertitude de mesure du multimètre peut être déterminée, *relativement à la référence d'étalonnage utilisée*. La précision absolue comprend la précision relative du multimètre plus l'erreur connue de la référence d'étalonnage par rapport aux étalons en vigueur (telles que ceux du U.S. National Institute of Standards and Technology). Pour avoir du sens, les spécifications de précision doivent être accompagnées des conditions dans lesquelles elles s'appliquent. Ces conditions doivent inclure la température, l'humidité et la durée.

Il n'existe pas de convention standard parmi les constructeurs de multimètres en ce qui concerne la fiabilité des spécifications fournies. Le tableau ci-dessous montre la probabilité de non respect d'une *spécification* donnée suivant différents critères.

Critère de spécification	Probabilité de non respect
Moyenne \pm 2 sigma	4.5%
Moyenne \pm 3 sigma	0.3%
Moyenne \pm 4 sigma	0.006%

Pour une spécification donnée, les variations de performance d'une mesure à l'autre et d'un appareil à l'autre diminuent lorsque le nombre de sigma (écart type) augmente. Cela signifie que, pour une spécification de précision donnée, il est possible d'obtenir une précision réelle plus ou moins grande. Le Agilent 34401A est conçu et testé pour fournir des performances supérieures à la moyenne \pm 4 sigma des spécifications de précision annoncées.

Précision de transfert

La précision de transfert caractérise l'erreur qu'introduit le multimètre par le bruit et la dérive à court terme. Cette erreur fait son apparition lorsque vous comparez deux signaux presque égaux pour pouvoir "transférer" la précision connue d'un circuit vers un autre circuit.

Précision sur 24 heures

La précision sur 24 heures traduit la précision relative du multimètre sur l'ensemble d'une gamme pendant une courte durée et dans un environnement stable. La précision à court terme est généralement spécifiée pour une période de 24 heures et pour une plage de température de $\pm 1^\circ\text{C}$.

Précision sur 90 jours et sur 1 an

Ces précisions à long terme sont définies pour une plage de température de $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$. Elles comprennent les erreurs d'étalonnage initiales et les erreurs de dérive à long terme du multimètre.

Coefficients de température

La précision est généralement spécifiée pour une plage de température de $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, qui correspond à de nombreux environnements de fonctionnement. Si vous utilisez le multimètre en dehors de cette plage, vous devez ajouter à la précision de base une erreur supplémentaire de coefficient de température.

Configuration des mesures pour la meilleure précision possible

Les configurations de mesure présentées ci-dessous supposent que le multimètre est dans son état de mise sous tension ou de ré-initialisation. Elles supposent également que la sélection de gamme s'effectue manuellement afin d'assurer au mieux la pleine échelle.

Mesures de tension CC, de courant CC et de résistance :

- Fixez la résolution à 6 chiffres (pour mieux éliminer le bruit, vous pouvez utiliser le mode lent à 6 chiffres).
- Pour obtenir la meilleure précision possible sur les mesures de tension cc, réglez la résistance d'entrée sur $10\text{ G}\Omega$ (pour les gammes 100 mV, 1 V et 10 V).
- Pour obtenir la meilleure précision possible sur les mesures de résistance, utilisez la mesure en 4 fils.
- Pour les mesures de résistance en 2 fils et les mesures de tension cc, utilisez la fonction mathématique de mesure relative : elle permet d'annuler la résistance des fils dans les mesures de résistance et de supprimer le décalage d'interconnexion dans les mesures de tension cc.

Mesures de tension CA et de courant CA :

- Fixez la résolution à 6 chiffres.
- Sélectionnez le filtre ca lent (3 Hz à 300 kHz).

Mesures de fréquence et de période :

- Fixez la résolution à 6 chiffres.

- !
- 1/2 chiffre
 - résolution, 54
- 2 fils
 - mesure de résistance à, 197
- 4 fils
 - mesure de résistance à, 197
- ‡, 203
- A**
- A/N
 - convertisseur, 55, 57
- Accepté/rejeté
 - test, 69
- Affichage d'un message, 87
- Agilent 3478A
 - compatibilité de langage avec le, 160
- Annulation de la résistance des fils de mesure, 64
- Appareil
 - remise à zéro, 154
- Arrêt
 - bits, 145
- Arrière
 - interroger la configuration des bornes, 58
 - sélection des bornes, 58
- Attente de déclenchement
 - état, 76, 127
 - état de, 76
- Auto-test, 86
 - erreurs de, 173
- Auto-test complet, 86
- Auto-test de mise sous tension, 86
- Automatique
 - déclenchement, 73
- Autres langages
 - compatibilité avec le Fluke 8840A/8842A, 160
 - compatibilité du Agilent 3478A avec, 160
- Avant/arrière
 - commutateur, 58
- Avertisseur sonore
 - activer/désactiver, 88
 - contrôle de, 88
- B**
- Bande
 - détecteur de, 51
- Bauds
 - réglage de la vitesse en, 93
 - valeurs de la vitesse en, 93
 - vitesse en, 157
- BNC pour Ext Trig connecteurs, 83
- BNC pour VM Comp connecteurs, 83
- Bornes
 - interroger la configuration des, 58
- Bruit
 - réjection du, 57, 194
 - bruit capté, 53, 193
 - bruit de la tension secteur, 194
 - bruit dû à une boucle de masse, 196
 - bruit dû aux boucles magnétiques, 195
- Bus
 - déclenchement par le, 75
- C**
- CA
 - détecteur de bande pour les mesures en, 51
 - filtre de signal, 51
 - filtres de signal, 208
 - imperfection du multimètre pour les volts, 203
 - temps de stabilisation, 51
- Câbles RS-232, 95, 148
- Caractéristiques et fonctions, 50
- CC
 - imperfection du multimètre pour les volts, 193
 - résistance d'entrée, 53
- Chiffres
 - nombre de, 219
- Chute de tension, 199
 - erreurs de, 206
- CLEAR 722, 76
- Commandes
 - résumé des, 105 - 109
- Commun
 - erreurs de mode, 206
- Commun (CMR)
 - réjection de mode, 195
- CONFigure
 - commande, 111
- Connecteur RS-232
 - brochage du, 95
- Continuité
 - résistance de seuil de, 52
- Courant cc
 - erreurs de mesure de, 199
- Crête
 - erreur de facteur de, 201, 217
- D**
- DATA:FEED, 64, 124, 128
- DATA:FEED?, 64, 125, 128
- dB
 - mesures en, 66
 - valeur de référence, 66
- dBm
 - mesures en, 68
 - valeurs de résistance, 68
 - valeurs de résistance de référence pour les mesures en, 68
- Décalage
 - tension de, 196
 - tensions de, 59
- Déclenchement, 71 - 83, 125
 - arrêt des mesures, 76
 - état d'attente de, 76
 - état de repos du, 76
 - organigramme de, 71
 - plusieurs mesures, 77
 - retard automatique de, 79
 - retard de, 79
 - source de, 73
- Déclenchement interne, 75
- Déclenchement logiciel (par le bus), 75
- Déclenchements
 - nombre de, 78
- Déclenchements multiples, 78
- Délais de stabilisation, 198
- Demi-chiffre
 - résolution, 54
- Dépassement de capacité, 60, 140
- Deux fils
 - mesure de résistance à, 197
- Diélectrique
 - absorption, 198
- Dimensions du produit, 216

-
- Distante
 - restrictions de langage pour l'interface, 92
 - sélection de l'interface, 156
 - Distante GPIB (IEEE-488)
 - sélection de l'interface, 92
 - Distante RS-232
 - sélection de l'interface, 92
 - Données SCPI
 - types de, 152
 - E**
 - Echantillons
 - nombre, 77
 - EMETTEUR SEULEMENT
 - mode, 91
 - EMETTEUR SEULEMENT pour imprimantes, 154
 - Entrée
 - courant de polarisation, 193
 - impédance pour tensions cc, 53
 - marques de fin de message en, 153
 - résistance pour tensions cc, 53
 - Erreur
 - longueur d'une chaîne, 85
 - messages, 166
 - Erreur de facteur de crête, 201, 217
 - Erreurs, 85
 - FEM thermique, 192
 - file, 85
 - génération d'une demande de service, 138
 - Erreurs d'étalonnage
 - messages, 174 - 176
 - Erreurs d'exécution
 - messages, 167 - 172
 - Erreurs de chute de tension, 206
 - Erreurs de coefficient de température, 217
 - Erreurs de courant de fuite, 193
 - Erreurs de l'auto-test
 - messages, 173
 - Erreurs de mode commun, 206
 - Erreurs dues à la résistance des fils de mesure, 198
 - Etalonnage, 96
 - dé-protection de, 97
 - erreurs, 174 - 176
 - longueur du message, 100
 - message, 100
 - modification du code de protection de, 98
 - protection de, 96
 - Etalonnages
 - nombre, 99
 - Etat
 - diagramme des registres, 133
 - registre d'événements, 132
 - registre de validation, 132
 - registres, 132
 - Ext Trig
 - borne, 73 - 74
 - Externe
 - déclenchement, 73 - 74, 83
 - F**
 - Face avant
 - activer/désactiver, 87
 - avertisseur sonore, 88
 - message sur la, 87
 - virgule de séparation en, 89
 - FETch?
 - commande, 113
 - Fils
 - annulation de la résistance des, 64
 - Filtre de signal ca, 51, 208
 - Fixe
 - gamme, 60
 - résistance, 53
 - Fluke 8840A/8842A
 - compatibilité de langage avec le, 160
 - Fuite
 - erreurs de courant de, 193
 - Fusibles d'entrée de courant, 101
 - Fusibles secteur, 101
 - G**
 - Gamme
 - dépassement de capacité, 60
 - Groupé (GET)
 - déclenchement, 75
 - GPIB (IEEE-488)
 - définition de l'adresse, 155
 - réglage de l'adresse, 91
 - GPIB (IEEE-488) en usine
 - adresse, 91
 - GPIB (IEEE-488) pour le mode EMETTEUR SEULEMENT
 - adresse, 91
 - I**
 - Identification
 - chaîne, 89
 - IEEE-488
 - informations de conformité avec, 163 - 164
 - IEEE-488 (GPIB)
 - définition de l'adresse, 155
 - réglage de l'adresse, 91
 - IEEE-488 (GPIB) en usine
 - adresse, 91
 - IEEE-488 (GPIB) pour le mode EMETTEUR SEULEMENT
 - adresse, 91
 - Impédance du multimètre
 - erreurs, 53
 - Imperfection du multimètre
 - erreurs pour les volts cc, 193
 - Imperfection du multimètre pour les volts ca, 203
 - Induites
 - tensions, 195
 - INITiate
 - commande, 113
 - Intégration
 - temps, 55, 57, 194
 - Interface
 - restrictions de langage pour la sélection de, 94
 - Interne
 - déclenchement, 75
 - erreurs dues à l'échauffement, 204
 - mémoire, 82
 - mémoire de mesures, 86
 - Interrogeables
 - définition des bits du registre de données, 140
-

-
- L**
Langage pour l'interface distante
restrictions de, 92
Langage pour la sélection de
l'interface
restrictions de, 94
Limites
demande de service pour test de, 140
sorties RS-232 pour le test de, 70
test, 69
Logiciel (par le bus)
déclenchement, 75
- M**
Magnétiques
bruit dû aux boucles, 195
Maintenance, 101
Manuelle
gamme, 60
Masse
bruit dû aux boucles de, 196
Matérielle
synchronisation, 83
Mathématiques
description des opérations, 62
fonctions autorisées pour les
opérations, 62
opérations, 62 - 70, 122
MEASure?
commande, 111
MEASure? preset state, 110
Mémoire de mesures interne, 84
Mesure
combinaisons mathématiques
autorisées avec les fonctions de, 62
connexions de, 192
erreurs de, 217
initiation à la, 192
résistance des fils de, 198
Mesures
mémoire de, 82, 84, 86
Mesures stockées en mémoire
nombre de, 84
Micrologiciel
demande de la révision du, 89
Min-max
mesures, 63
Mise sous tension
état à la, 102
- Mono-coup**
déclenchement, 73
Moyenne
calcul de, 63
- N**
Nombre de chiffres, 54, 219
Normal
réjection de mode, 57
Normal (NMR)
réjection de mode, 194
Null, 198
- O**
Octet d'état
définition des bits de, 134
registre de résumé de, 134
Opérateur
maintenance par, 101
Organigramme de déclenchement,
71
Ouverture
temps, 57
OVLd, 60
- P**
Parité, 145, 158
configurations de, 93
réglage de la, 93
Parties par million, 220
Porte
temps, 57
Produit
dimensions du, 216
Programmation
sélection du langage de, 94, 159
Protection
modification du code de, 98
règles du code de, 96
Puissance
effets de dissipation de, 198
- Q**
Quatre fils
mesure de résistance à, 197
- R**
Ré-initialisation
état à la, 102
READ?
commande, 112
Réciproque
technique de comptage, 207
Référence pour les mesures en dB
valeur de, 66
Registre de référence, 38, 65
Réglage automatique de zéro, 59,
207
Relatives
mesures, 64
Repos du déclenchement
état de, 127
Résolution, 54, 220
1/2 chiffre, 54
cycles de la tension secteur, 55
demi-chiffre, 54
Résultat
maintien de, 82
plage de sensibilité pour le maintien
de, 82
Retard de déclenchement, 79
RS-232
brochage du connecteur, 95
brochage du connecteur de
l'interface, 148
câbles, 148
câbles d'interface, 95
configuration de l'interface, 145 - 148
format de donnée, 145
sorties accepté/rejeté du connecteur,
70
synchronisation matérielle, 146
- S**
S, 202
SCPI
demande de version, 90
informations de conformité avec, 162
modèle d'état, 132 - 141
présentation du langage, 150
résumé des commandes, 105 - 109
types de données, 152
Secteur
cycles de la tension, 55, 57, 194
réjection du bruit du, 194
-

-
- Secteur à la mise sous tension
 détection de la fréquence, 194
Sélection automatique de gamme, 60
 valeurs de seuil, 60
Sélection de gamme, 60
Sensibilité, 219
Sensibilité pour le maintien de
 résultat
 plage de, 82
Série
 interrogation, 135
Service
 demande de, 135
Service (SRQ)
 demande de, 69
Seuil de continuité
 résistance de, 52
Sortie
 format de données en, 153
Stabilisation
 délais de, 198
 temps de, 198
Standard
 définition des bits du registre
 d'événements, 138
Synchronisation RS-232, 146
- T**
Température
 coefficient de, 204
 coefficients de, 221
 erreur de coefficient de, 217
Thermique
 erreurs de FEM, 192
Torsadée
 connexions à paire, 195
Transfert
 précision de, 221
TRIGGER 722, 75
TRIGGER:COUNT, 78, 129
TRIGGER:DELAY, 80, 129
TRIGGER:DELAY:AUTO, 80, 129
TRIGGER:SOURCE, 73, 128
- V**
Virgule de séparation, 89
VM Comp
 borne, 83
Voltmètre prêt, 83
Vraie
 efficace (RMS), 200



Agilent Technologies

DECLARATION OF CONFORMITY

According to ISO/IEC Guide 22 and CEN/CENELEC EN 45014



Manufacturer's Name: Agilent Technologies, Incorporated
Manufacturer's Address: 815 – 14th St. SW
Loveland, Colorado 80537
USA

Declares, that the product

Product Name: Multimeter
Model Number: 34401A
Product Options: *This declaration covers all options of the above product(s).*

Conforms with the following European Directives:

The product herewith complies with the requirements of the Low Voltage Directive 73/23/EEC and the EMC Directive 89/336/EEC (including 93/68/EEC) and carries the CE Marking accordingly.

Conforms with the following product standards:

EMC	Standard	Limit
	IEC 61326-1:1997+A1:1998 / EN 61326-1:1997+A1:1998	
	CISPR 11:1990 / EN 55011:1991	Group 1 Class A
	IEC 61000-4-2:1995+A1:1998 / EN 61000-4-2:1995	4kV CD, 8kV AD
	IEC 61000-4-3:1995 / EN 61000-4-3:1995	3 V/m, 80-1000 MHz
	IEC 61000-4-4:1995 / EN 61000-4-4:1995	0.5kV signal lines, 1kV power lines
	IEC 61000-4-5:1995 / EN 61000-4-5:1995	0.5 kV line-line, 1 kV line-ground
	IEC 61000-4-6:1996 / EN 61000-4-6:1996	3V, 0.15-80 MHz
	IEC 61000-4-11:1994 / EN 61000-4-11:1994	Dips: 30% 10ms; 60% 100ms
		Interrupt > 95%@5000ms
	Canada: ICES-001:1998	
	Australia/New Zealand: AS/NZS 2064.1	

The product was tested in a typical configuration with Agilent Technologies test systems.

Safety	IEC 61010-1:1990+A1:1992+A2:1995 / EN 61010-1:1993+A2:1995
	Canada: CSA C22.2 No. 1010.1:1992
	UL 3111-1: 1994

18 July 2001
Date

Ray Corson
Product Regulations Program Manager

For further information, please contact your local Agilent Technologies sales office, agent or distributor.
Authorized EU-representative: Agilent Technologies Deutschland GmbH, Herrenberger Straße 130, D 71034 Böblingen, Germany



Agilent Technologies

Agilent Technologies, Inc.
Printed in Malaysia
Edition 3
March 2003 E0303



34401-90419