



**TABLEAU DIDACTIQUE POUR
INSTALLATIONS ELECTRIQUES**

TESTS DE SECURITE ET DE CONFORMITE

MANUEL D'UTILISATION

SEFRATEST 2000

TABLE DES MATIERES

I] REGLES GENERALES DE SECURITE	5
II] INTRODUCTION.....	6
II.1 DESTINATION DE L'EQUIPEMENT	6
II.2 DESCRIPTION	6
II.2.1 Face avant.....	7
II.2.2 Panneau de commande	7
II.2.3 Liste des tests possibles.....	8
II.2.4 Simulation de défauts.....	9
II.3 SPECIFICATIONS	9
II.3.1 Caractéristiques générales.....	9
II.3.2 Spécifications techniques des valeurs mesurables (avec et sans défaut).....	10
III] INSTALLATION, MISE EN SERVICE.....	12
III.1 DEBALLAGE, RECEPTION.....	12
III.2 RACCORDEMENT AU RESEAU.....	12
IV] COMMENT UTILISER LE TABLEAU ?	13
IV.1 MISE EN ROUTE	13
IV.2 TESTS.....	13
IV.2.1 Les points de test disponibles.....	13
IV.2.2 Les cavaliers de configuration.....	13
IV.2.3 Les interrupteurs de simulation de défauts.....	14
V] EXERCICES DIDACTIQUES.....	15
V.1 EXERCICE N°1 : TEST DE CONTINUITE DES CONDUCTEURS	16
V.1.1 Règles d'installation et contraintes normatives.....	16
V.1.2 Principe de mesure et procédure de test.....	17
V.1.3 Défauts à détecter.....	18
V.2 EXERCICE N°2 : MESURE DES RESISTANCES D'ISOLEMENT	19
V.2.1 Règles d'installation et contraintes normatives.....	19
V.2.2 Principe de mesure et procédure de test.....	20
V.2.3 Défauts à détecter.....	21
V.3 EXERCICE N°3 : MESURE DE LA RESISTANCE DE PRISE DE TERRE	22
V.3.1 Règles d'installation et contraintes normatives.....	22
V.3.2 Principe de mesure	23

V.3.3	<i>Procédure de test : mesure de terre deux points</i>	24
V.3.4	<i>Procédure de test : mesure de terre trois points</i>	25
V.3.5	<i>Défauts à détecter</i>	26
V.4	EXERCICE N°4 : MESURE D'IMPEDANCE DE BOUCLE DE DEFAUT	27
V.4.1	<i>Règles d'installation et contraintes normatives</i>	27
V.4.2	<i>Principe de mesure et procédure de test</i>	28
V.4.3	<i>Défauts à détecter</i>	29
V.5	EXERCICE N°5 : MESURE D'IMPEDANCE DE LIGNES	30
V.5.1	<i>Règles d'installation et contraintes normatives</i>	30
V.5.2	<i>Principe de mesure et procédure de test</i>	31
V.5.3	<i>Défauts à détecter</i>	32
V.6	EXERCICE N°6 : TEST DES DISJONCTEURS DIFFERENTIELS	33
V.6.1	<i>Règles d'installation et contraintes normatives</i>	33
V.6.2	<i>Principe de mesure et procédure de test</i>	34
V.6.3	<i>Défauts à détecter</i>	35
V.7	EXERCICE N°7 : MESURE DE COURANT DE FUITE	36
V.7.1	<i>Règles d'installation et contraintes normatives</i>	36
V.7.2	<i>Principe de mesure et procédure de test</i>	36
V.7.3	<i>Défauts à détecter</i>	37
V.8	EXERCICE N°8 : TEST DE ROTATION DES PHASES	38
V.8.1	<i>Règles d'installation et contraintes normatives</i>	38
V.8.2	<i>Principe de mesure et procédure de test</i>	38

I] REGLES GENERALES DE SECURITE

Ce manuel contient toutes les précautions qui doivent impérativement être respectées afin de pouvoir utiliser cet appareil en toute sécurité.

Les symboles suivants peuvent être utilisés sur le produit ou dans ce manuel :



ATTENTION : se référer au manuel.

Une remarque (avec informations supplémentaires) attire l'attention sur des risques potentiels, ou l'appareil peut être endommagé si les procédures ne sont pas correctement exécutées.



DANGER : haute tension.

Risque de choc électrique : l'utilisateur risque des blessures graves ou l'appareil risque d'être sérieusement endommagé si les procédures ne sont pas scrupuleusement exécutées.

PRECAUTIONS PARTICULIERES

- ◆ Ne jamais utiliser l'appareil ouvert (c'est-à-dire sans boîtier inférieur).
- ◆ Ne pas utiliser l'appareil dans des conditions d'humidité extrêmes.
- ◆ Ce tableau ne doit être utilisé qu'en présence d'un personnel d'encadrement qualifié lors de l'utilisation dans l'éducation.
- ◆ Utiliser uniquement les cavaliers d'origine pour réaliser les connexions nécessaires au tableau.



N'utiliser le tableau que dans le cadre des applications prévues dans ce manuel. Toute utilisation à d'autres fins peut entraîner un danger pour l'utilisateur.

II] INTRODUCTION

La conception et l'exploitation de ce tableau ont pour but de vérifier la sécurité et la conformité d'une installation électrique.

En effet, une installation électrique, nouvelle ou existante, peut sembler fonctionner correctement (pas de disjonctions intempestives, tensions et courants normaux) mais cependant être non conforme aux normes d'installation (*NF C 15-100*) ou même présenter un danger potentiel pour les utilisateurs en cas de défaut.

Seul un contrôle rigoureux des paramètres de sécurité permet de garantir la conformité d'une installation : résistance de prise de terre, liaison équipotentielle principale, dimensionnement des protections différentielles, résistivité du sol, etc.

Le tableau didactique **SEFRATEST 2000** apporte le moyen d'effectuer des tests en toute sécurité, sans entraîner de perturbations sur le réseau électrique sur lequel il est connecté. Ces tests peuvent être effectués simplement et aussi souvent que nécessaires.

II.1 DESTINATION DE L'EQUIPEMENT

Le tableau de démonstration est destiné à l'enseignement et à la formation professionnelle sur les tests d'une installation électrique.

Il simule différents types d'installations électriques basse tension et les trois systèmes de connexion de terre (régimes de neutre) : TT, TN et IT.

Le tableau est conçu pour être utilisé dans l'enseignement technique afin de mettre en pratique les connaissances théoriques des étudiants dans les domaines suivants :

- ◆ électrotechnique ;
- ◆ installation électrique ;
- ◆ maintenance électrique basse tension ;
- ◆ tests électriques.

Ce tableau permet également la démonstration du fonctionnement des différents moyens de tests électriques et de leurs applications.

II.2 DESCRIPTION

Le tableau est prévu pour être connecté sur une installation triphasée ou monophasée. La connexion sur une prise triphasée permet d'effectuer l'ensemble des tests triphasés. Il peut être utilisé horizontalement pour un petit groupe d'auditeurs ou verticalement pour une présentation à une classe ou lors d'un séminaire.

II.2.1 Face avant

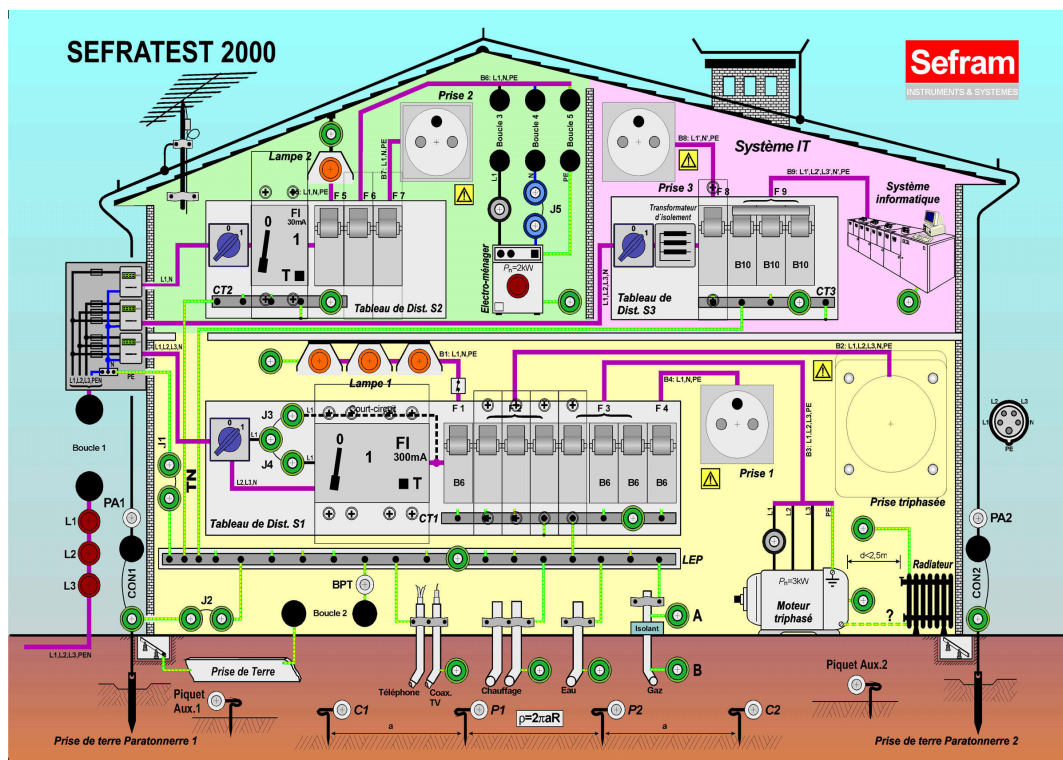


Figure 2.1 : face avant

II.2.2 Panneau de commande

Un panneau de commande à verrouillage par clé permet de générer des défauts artificiels sur les installations du tableau.

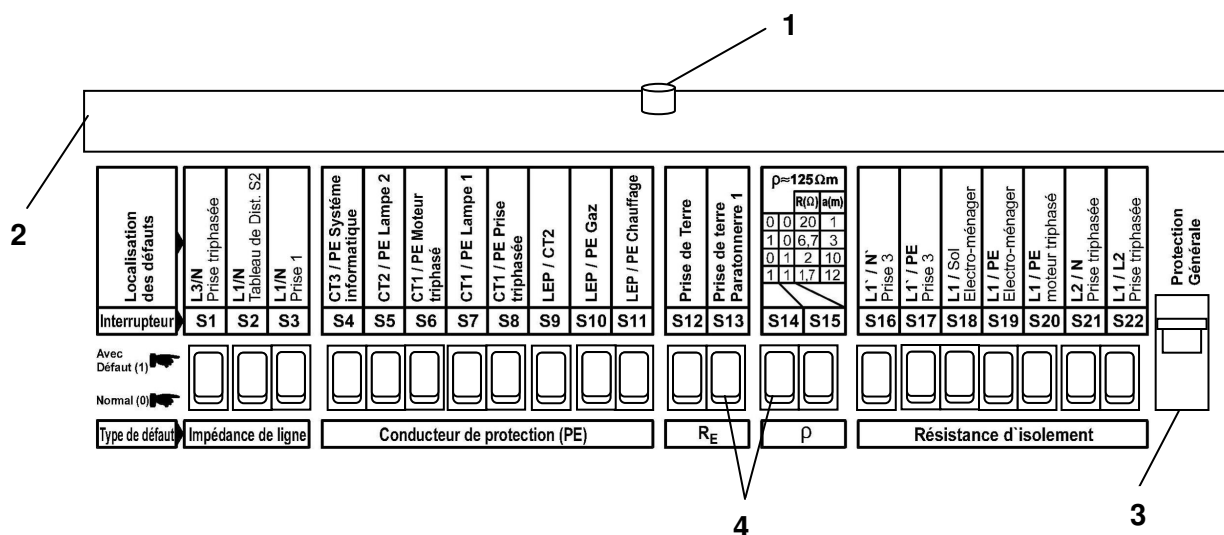


Figure 2.2 : panneau de commande

1..... Clé de verrouillage pour masquage des défauts

2..... Ecran de protection du panneau de commande

3..... Disjoncteur de protection

4..... Interrupteurs de simulation de défauts

II.2.3 Liste des tests possibles

MESURES	TESTS POSSIBLES	APPAREILS RECOMMANDES
RESISTANCE D'ISOLEMENT	<ul style="list-style-type: none">♦ phase – phase dans la prise triphasée♦ phase – terre dans les prises monophasées et dans la prise triphasée♦ phase – neutre dans les prises monophasées et dans la prise triphasée♦ neutre – terre dans les prises monophasées et dans la prise triphasée♦ châssis (moteur, électroménager)♦ installation isolée – terre en système IT	SEFRAM MW 9600 MW 9650 MW 9650D
CONTINUITE	<ul style="list-style-type: none">♦ entre la Liaison Equipotentielle Principale (<i>LEP</i>) et les différentes parties de l'installation♦ entre les différentes parties accessibles de chaque installation et la connexion de terre (<i>CT</i>) de chaque tableau de distribution	
RESISTANCE DE TERRE	<ul style="list-style-type: none">♦ prise de terre principale en parallèle avec la connexion aux canalisations (eau, chauffage,...) : méthode classique♦ prise de terre principale seule : méthode de la pince♦ système de paratonnerre : méthode classique♦ système de paratonnerre : méthode de la pince	SEFRAM MW 9650 MW 9650D <i>méthode classique uniquement</i>
RESISTIVITE DU SOL	<ul style="list-style-type: none">♦ méthode des 4 piquets avec distances entre les piquets de 1, 3, 10 et 12m.	SEFRAM MW 9400
IMPEDANCE DE LIGNE	<ul style="list-style-type: none">♦ phase – neutre dans les prises monophasées et dans la prise triphasée♦ phase – phase dans la prise triphasée	SEFRAM MW 9600 MW 9650 MW 9650D
IMPEDANCE DE BOUCLE DE DEFAUT	<ul style="list-style-type: none">♦ phase – terre dans les prises monophasées et dans la prise triphasée	
ROTATION DES PHASES	<ul style="list-style-type: none">♦ dans la prise triphasée	

COURANT DE FUITE	<ul style="list-style-type: none"> ♦ dans la liaison de terre de l'électroménager : mesure par pince de courant dans les boucles 3, 4 et 5 ♦ dans la totalité de l'installation : mesure par pince de courant dans la boucle 1 ♦ dans la prise de terre : mesure par pince de courant dans la boucle 2 	SEFRAM MW 9650 MW 9650D avec pince optionnelle (SP210 ou SP222)
CONTROLE DES PROTECTIONS DIFFERENTIELLES	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 30mA sur la prise monophasée 2 ♦ 300mA sur la prise monophasée 1 et la prise triphasée 	SEFRAM MW 9600 MW 9650 MW 9650D
TENSION DE CONTACT U_c	<ul style="list-style-type: none"> ♦ sur les bornes de terre dans les prises ♦ sur les différentes parties accessibles de l'installation (châssis moteur, électroménager, lampes, ...) 	
TENSION ET FREQUENCE DU RESEAU	<ul style="list-style-type: none"> ♦ entre phases sur la prise triphasée ♦ entre phase et neutre sur les prises monophasées et dans la prise triphasée 	

II.2.4 Simulation de défauts

Il est possible de générer 20 défauts primaires et leurs combinaisons. Une description sommaire est donnée pour chaque défaut à côté de chaque interrupteur de commande (*cf. figure 2.2*).

Une description détaillée des valeurs à mesurer avec et sans défaut ainsi que des conditions de mesures sont données dans le tableau des spécifications techniques (*cf. chapitre II.3.2*).

II.3 SPECIFICATIONS

II.3.1 Caractéristiques générales

Alimentation	Câble (4m) et prise triphasée (3P + N + T) et adaptateur pour prise monophasée
Tension d'alimentation	440V / 230V, 50 / 60Hz
Consommation	15W
Classe de protection	Classe I (toute partie métallique reliée à la terre de protection)
Température d'utilisation	0 ÷ 40 °C
Dimensions	680mm x 450mm (largeur x hauteur)
Masse	Environ 12,5kg
Fixation	Possible sur table (entraxe = 700mm)
Sécurité	EN 61010-1, CAT II 300Vmax par rapport à la terre
C.E.M.	EN 50081-1 et EN 50082-1

Protection de l'utilisateur Tension de contact contrôlée et protection garantie < 30V

II.3.2 Spécifications techniques des valeurs mesurables (avec et sans défaut)

ERREUR SIMULEE			MESURES			
N° inter.	Localisation du défaut	Conditions de mesures	Paramètre mesuré	Points de test	Valeur mesurée (avec défaut)	Valeur mesurée (sans défaut)
IMPEDANCE DE LIGNE						
S1	L3 / N <i>(prise triphasée)</i>	disj. 300mA enclenché F2 enclenché	Impédance de ligne Z _{LINE}	L3 / N <i>(prise triphasée)</i>	> 10Ω	< 2Ω
S2	L1 / N <i>(tableau 2)</i>	disj. 30mA enclenché F7 enclenché		L1 / N <i>(prise 2)</i>	> 10Ω	< 2Ω
S3	L1 / N <i>(prise 1)</i>	disj. 300mA enclenché cavalier J4 inséré		L1 / N <i>(prise 1)</i>	> 10Ω	< 2Ω
*	L1' / N' <i>(prise 3)</i>	disj. 30mA enclenché F8 enclenché		L1' / N' <i>(prise 3)</i>	~100Ω	
DEFAUT SUR LA LIAISON EQUIPOTENTIELLE DE TERRE						
S4	CT3 / PE <i>(système info.)</i>	—	R	CT3 / PE <i>(système info.)</i>	> 20Ω	< 1Ω
S5	CT2 / PE <i>(lampe 2)</i>	—	R	CT2 / PE <i>(lampe 2)</i>	~ 2,7Ω	< 1Ω
S6	CT1 / PE <i>(moteur tri.)</i>	—	R	CT1 / PE <i>(moteur tri.)</i>	~ 3,3Ω	< 1Ω
		cavaliers J1, J2, J3, CON1, CON2 insérés F3 enclenché	Impédance de boucle	L1 / PE <i>(moteur tri.)</i>	> 3,3Ω	< 2Ω
S7	CT1 / PE <i>(lampe 1)</i>	—	R	CT1 / PE <i>(lampe 1)</i>	> 20Ω	< 1Ω
S8	CT1 / PE <i>(prise triphasée)</i>	—	R	CT1 / PE <i>(prise triphasée)</i>	~ 3,4Ω	< 1Ω
		cavaliers J1, J2, J3, CON1, CON2 insérés F2 enclenché	Impédance de boucle	L1 / PE <i>(prise triphasée)</i>	> 3,4Ω	< 2Ω
S9	LEP / CT2	—	R	LEP / CT2	~ 2,2Ω	< 1Ω
S10	LEP / gaz	—	R	LEP / gaz	~ 3,3Ω	< 1Ω
S11	LEP / chauff.	—	R	LEP / chauff.	~ 3,3Ω	< 1Ω

RESISTANCE DE TERRE						
S12	Résistance de terre de l'installation	cavaliers J1 et J2 déconnectés	RE <i>méthode classique</i>	BTP / piquets auxiliaires 1 et 2	~ 250Ω <i>(canalisations en parallèle)</i>	~ 10Ω
			RE <i>méthode de la pince</i>	BTP / piquets auxiliaires 1 et 2, boucle 2	~ 500Ω	
S13	Piquet de paratonnerre 1	liaison CON1 insérée liaison CON2 et cavalier J2 déconnectés	RE <i>méthode classique</i>	PA1 / piquets auxiliaires 1 et 2	~ 100Ω	~ 4,7Ω
		liaisons CON1 et CON2 insérées cavalier J2 déconnecté	RE <i>méthode de la pince</i>	PA1 / piquets auxiliaires 1 et 2, CON1		
RESISTANCE D'ISOLEMENT						
S16	L1' / N' <i>(prise 3)</i>	F8 déclenché	R _{ISO}	L1' / N' <i>(prise 3)</i>	~ 0,45MΩ	> 200MΩ
S17	L1' / PE <i>(prise 3)</i>	F8 enclenché	I _{PE/L1} et I _{PEN}	L1' / CT3 et N' / CT3	~2,3mA	< 1mA
S18	L1 / sol <i>(électroménag.)</i>	disj. 30mA enclenché F6 enclenché cavalier J5 inséré	I _Δ	Boucle 3, 4, 5	~5,1mA	< 3,5mA
S19	L1 / PE <i>(électroménag.)</i>	cavalier J5 déconnecté F6 déconnecté	R _{ISO}	L1 / PE <i>(électroménag.)</i>	~ 0,45MΩ	> 200MΩ
S20	L1 / PE <i>(moteur tri.)</i>	F3 déconnecté	R _{ISO}	L1 / PE <i>(moteur tri.)</i>	~ 0,45MΩ	> 200MΩ
S21	L2 / N <i>(prise triphasée)</i>	F2 déconnecté	R _{ISO}	L2 / N <i>(prise triphasée)</i>	~ 0,45MΩ	> 200MΩ
S22	L1 / L2 <i>(prise triphasée)</i>	F2 déconnecté	R _{ISO}	L1 / L2 <i>(prise triphasée)</i>	~ 0,45MΩ	> 200MΩ

*Quelle que soit la position des interrupteurs de défaut.

RESISTIVITE DU SOL				
S14	S15	Valeur de la résistance R et de la distance a	Points de test	Résistivité du sol (Ωm)
OFF	OFF	R = 20Ω ; a = 1m	C1, P1, P2, C2	~125
ON	OFF	R = 6,7Ω ; a = 3m		
OFF	ON	R = 2Ω ; a = 10m		
ON	ON	R = 1,67Ω ; a = 12m		

III] INSTALLATION, MISE EN SERVICE

III.1 DEBALLAGE, RECEPTION

S'assurer de la présence de :

- ◆ un tableau didactique **SEFRATEST 2000** ;
- ◆ un support métallique pour maintien vertical du tableau ;
- ◆ 4 cavaliers de sécurité ;
- ◆ un câble d'adaptation pour prise monophasée ;
- ◆ un jeu de clés pour verrouillage du panneau de commande ;
- ◆ une notice d'utilisation.

III.2 RACCORDEMENT AU RESEAU

Avant de connecter le tableau au réseau, il est recommandé de vérifier les points suivants :

- ◆ une connexion du conducteur de terre de protection (PE) est réellement présente dans la prise utilisée et la prise n'est pas détériorée ;
- ◆ aucune partie du tableau ou de sa connexion n'est détériorée ;
- ◆ un système de protection différentiel ($I_{\Delta} = 30\text{mA}$) est recommandé sur la ligne d'alimentation du tableau.



ATTENTION

- ◆ Le tableau ne doit être utilisé qu'en présence d'un personnel d'encadrement qualifié lors de l'utilisation dans l'éducation.
- ◆ Utiliser uniquement les cavaliers d'origine pour réaliser les connexions nécessaires sur le tableau.
- ◆ **Utiliser les prises de la face avant du tableau uniquement pour les tests et en aucun cas pour connecter des charges utiles (radios, lampes, chauffage, etc.). Les composants internes (câbles, interrupteurs, contacts, résistances, etc.) sont dimensionnés en vue de tests uniquement.**
- ◆ Ne pas réaliser de court-circuit dans les prises monophasées ou triphasées.



Pour des raisons de sécurité et de fonctionnement interne, le tableau didactique **SEFRATEST 2000** ne tolère pas l'inversion de phase et neutre de sa ligne d'alimentation. En conséquence, lors de la connexion à une prise monophasée, la phase et le neutre devront être connectés de manière adéquate. Dans le cas d'une utilisation dans une prise non câblée correctement, le voyant de phase (L1) ne s'allumera pas et le tableau ne pourra fonctionner. Dans ce cas, en France, utiliser l'accessoire inverseur de polarité afin de rétablir les connexions de phase et neutre correspondant au tableau.

IV] COMMENT UTILISER LE TABLEAU ?

IV.1 MISE EN ROUTE

Deux possibilités d'alimentation sont disponibles :

- ♦ **réseau triphasé** : directement par prise européenne (type P17 / 3P + N + T) ;
- ♦ **réseau monophasé** : par l'intermédiaire du câble d'adaptation fourni (*cf. chapitre III.2*).

Après raccordement au réseau, mettre le tableau sous tension à l'aide du disjoncteur général, dans le tableau de commande à verrouillage à clé (*cf. figure 2.2*).

IV.2 TESTS

L'ensemble des tests de l'installation décrits au *chapitre II.2.3* sont possibles en face avant à l'aide des points de tests décrits ci-après. Pour compléter votre équipement de mesure, SEFRAM propose une gamme complète d'instruments de mesure.

IV.2.1 Les points de test disponibles

- ♦ **Bornes bananes femelles de sécurité (4mm)** : elles permettent de réaliser les tests d'isolement et de continuité des lignes et des liaisons équipotentielle de terre...
- ♦ **Prises murales** : trois prises monophasées et une prise triphasée permettent de mesurer l'impédance de ligne, l'impédance de boucle de défaut, l'isolement, un défaut de terre de protection...
- ♦ **Bornes de piquets de terre** : ces bornes métalliques permettent de connecter des câbles d'un « ohmmètre de terre » (pinces crocodiles) afin de mesurer la résistance de prise de terre et la résistivité des sols...
- ♦ **Boucles (1, 2, 3, 4, 5)** : elles permettent de mesurer des courants de fuite à l'aide de pinces de courant de fuite.

IV.2.2 Les cavaliers de configuration

Les cavaliers de configuration (J1 à J5) permettent de modifier l'installation en toute sécurité pour l'opérateur afin de réaliser les différents tests nécessaires.

- ♦ **J1** : il permet de sélectionner le régime de neutre.

J1 connecté = régime TN ; le neutre de l'alimentation est connecté à la terre et la liaison équipotentielle principale (LEP) de l'installation est reliée à ce neutre (*NF C 15-100 § 312.2.1*).

J1 déconnecté = régime TT ; le neutre de l'alimentation est connecté à la terre et la liaison équipotentielle principale (LEP) de l'installation est reliée à la prise de terre de l'installation (la LEP n'est pas reliée au neutre) (*NF C 15-100 § 312.2.2*).

- ♦ **J2** : il permet de désolidariser la prise de terre de paratonnerre et celle de l'installation ; mise en parallèle de plusieurs prises de terre ou mesure individuelle des différentes mises à la terre d'une installation.
- ♦ **J3 et J4** : ils permettent de court-circuiter le disjoncteur différentiel, ou de le mettre en service afin d'effectuer les mesures d'impédance de lignes et d'impédance de boucle de défaut.

- ♦ **J5** : il permet la déconnexion du neutre d'alimentation de l'électroménager pour la mesure de résistance d'isolement.

IV.2.3 Les interrupteurs de simulation de défauts

Les interrupteurs permettant de simuler les défauts de sécurité sont accessibles sur le panneau de commande sur la partie supérieure du tableau. L'accès peut être limité à l'aide d'un panneau verrouillable à clé.

Il est possible de générer 20 défauts primaires. Une description de la localisation est donnée pour chaque défaut à côté de chaque interrupteur de commande (*figure 2.2*).

De plus, plusieurs défauts peuvent être combinés entre eux afin de générer un grand nombre de défauts plus complexes.

La liste des valeurs mesurables de chaque défaut est donnée en détail dans les spécifications techniques (*cf. chapitre II.3.2*).

V] EXERCICES DIDACTIQUES

Huit exemples d'exercices ont été développés. Ces exercices peuvent être effectués à l'aide du tableau didactique **SEFRATEST 2000** et de testeurs d'installations électriques **SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D**.

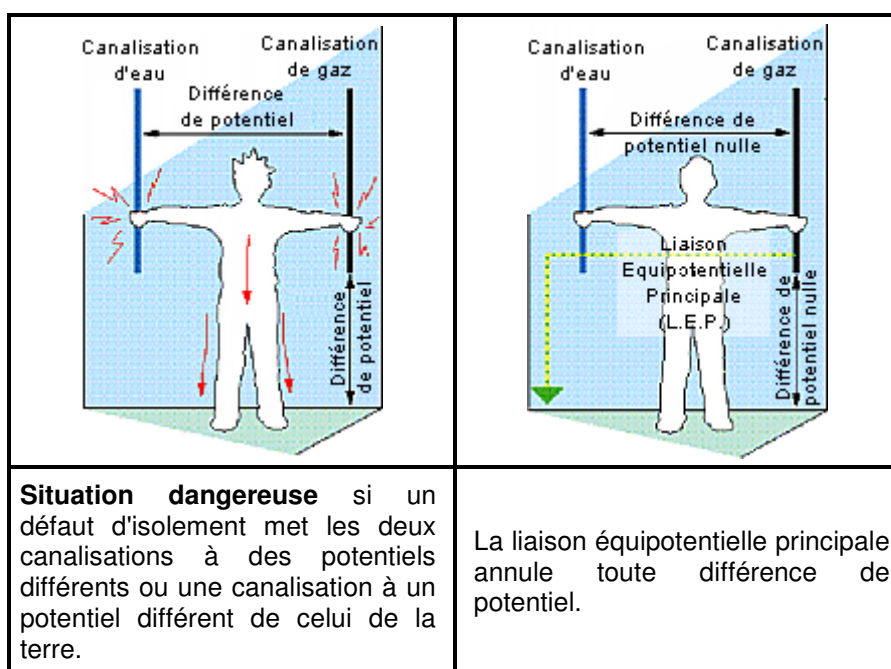
De nombreux autres exercices peuvent également être développés, afin de familiariser à la pratique des mesures permettant le contrôle de la sécurité et de la conformité des installations électriques.

- ♦ **Exercice 1** : *test de continuité des conducteurs*
- ♦ **Exercice 2** : *mesure des résistances d'isolement*
- ♦ **Exercice 3** : *mesure de la résistance de prise de terre*
- ♦ **Exercice 4** : *mesure d'impédance de boucle de défaut*
- ♦ **Exercice 5** : *mesure d'impédance de ligne*
- ♦ **Exercice 6** : *test des disjoncteurs différentiels*
- ♦ **Exercice 7** : *mesure de courant de fuite*
- ♦ **Exercice 8** : *test de rotation des phases*

V.1 EXERCICE N°1 : TEST DE CONTINUITE DES CONDUCTEURS

V.1.1 Règles d'installation et contraintes normatives

Une absence ou une mauvaise réalisation de la liaison équipotentielle principale (L.E.P.) peut conduire à des risques de chocs électriques. Il est essentiel de mettre à la même tension que celle de la terre tous les éléments conducteurs d'un bâtiment, de sorte qu'il n'existe entre eux aucune différence de potentiel dangereuse.



CE QU'IL FAUT FAIRE

La section minimale est au moins la moitié de la plus grande section des conducteurs de protection de l'installation :

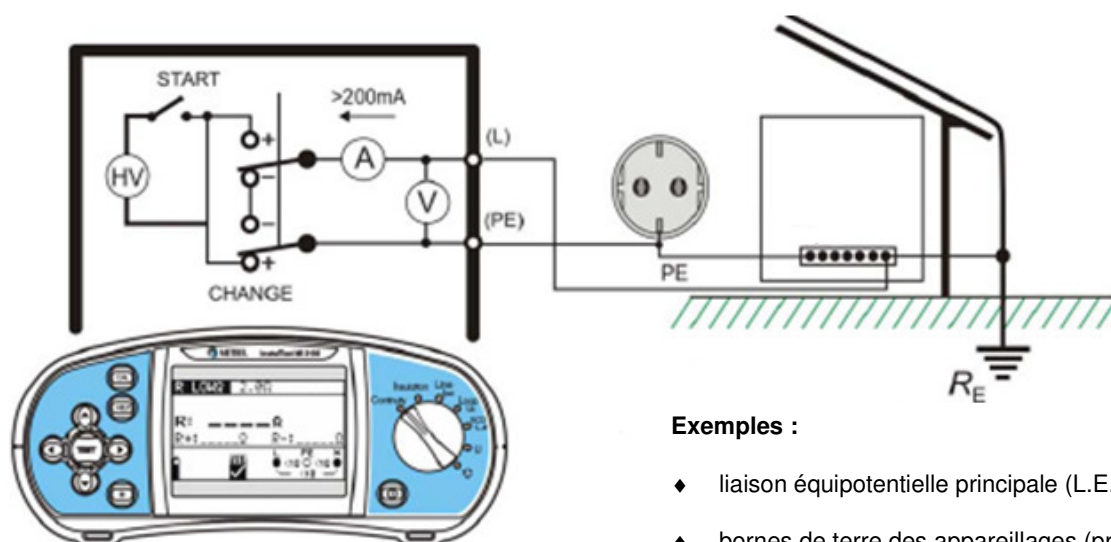
- ♦ minimum de 6mm² en cuivre ;
- ♦ maximum de 25mm² en cuivre.

En maison individuelle, le réseau intérieur d'un même fluide (eau, gaz, fioul, etc.), constitué partiellement de canalisations en matériaux isolants, peut ne pas être relié à la liaison équipotentielle principale.

En fin de réalisation de la liaison équipotentielle, la vérification de la continuité doit être effectuée avec un appareil adapté au test de continuité. La mesure avec un contrôleur universel n'est pas valable.

Un appareil conforme aux normes (IEC / EN 61557-4) doit notamment mesurer la résistance de continuité sous un courant de test de 200mA minimum.

V.1.2 Principe de mesure et procédure de test



Exemples :

- ♦ liaison équipotentielle principale (L.E.P.)
- ♦ bornes de terre des appareillages (prises)
- ♦ conduites d'eau
- ♦ conduites de gaz
- ♦ masses des systèmes d'éclairage



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité. Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ♦ Sélectionner la fonction **CONTINUITÉ** avec le commutateur rotatif. Utiliser les touches « ▲ » et « ▼ » pour sélectionner la sous-fonction **R LOW Ω**.
- ♦ Connecter le câble de test universel ou la sonde de test déportée au contrôleur multi-fonctions (utiliser si nécessaire les cordons de prolongation en option).
- ♦ Compenser la résistance des cordons de test.
- ♦ Connecter ensuite le câble de test à l'installation.
- ♦ Appuyer sur la touche « TEST » pour déclencher l'envoi du courant de test. Le contrôleur mesure la chute de tension et le courant réel de test, puis il calcule la valeur de la résistance **R+**.
- ♦ La polarité du courant de test est automatiquement inversée. Le contrôleur mesure la chute de tension et le courant réel de test, puis il calcule la valeur de la résistance **R-**.
- ♦ L'appareil calcule enfin la valeur moyenne de ces deux mesures (**R+** et **R-**) et corrige le résultat de la valeur de la résistance des cordons avant d'afficher le résultat final.

$$R = \frac{R_+ + R_-}{2} - R_{\text{câbles}}$$

Conformément aux normes en vigueur (*notamment NF C 15-100 § 612.2*), les contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D** effectuent le test de continuité avec un courant d'au-moins 200mA ; la tension de test ne dépasse jamais les 24V.

Si le test est effectué à l'aide d'un courant continu, la mesure doit être effectuée en 2 étapes (en polarité positive et en polarité négative) afin d'éviter toute influence de contacts galvaniques. Les contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D** effectuent automatiquement ce double test et affiche la valeur moyenne des deux résultats, ainsi que les sous-résultats R+ et R-.

Remarques

- ♦ Si la tension entre les bornes de test est supérieure à 10V, la mesure ne sera pas effectuée et la valeur de la tension présente sera indiquée en bas à gauche de l'écran.
- ♦ Un bip d'une durée d'une seconde signifie que la mesure est inférieure à la limite fixée sur le contrôleur. Si aucune limite n'est paramétrée, le buzzer est inactif.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.1.3 Défaits à détecter

Le **SEFRATEST 2000** permet de simuler 8 défauts différents sur les liaisons équipotentielle. Ces défauts peuvent être combinés, permettant ainsi un grand nombre de situations différentes.

Le basculement des interrupteurs S4 à S11 en position de défaut introduit des valeurs de résistances anormalement élevées dans les liaisons équipotentielles. Si aucun interrupteur n'est en position de défaut, la résistance en tous points de la liaison équipotentielle est inférieure à 1Ω.

Les résistances de défaut suivantes peuvent être activées :

- | | |
|------------|--|
| S11 | liaison équipotentielle principale (L.E.P.) – installation de chauffage |
| S10 | liaison équipotentielle principale (L.E.P.) – installation de gaz |
| S9 | liaison équipotentielle principale (L.E.P.) – barrette de répartition (connexion de terre CT2) |
| S8 | barrette de répartition (connexion de terre CT1) – broche de terre de la prise triphasée |
| S7 | barrette de répartition (connexion de terre CT1) – châssis de la lampe 1 |
| S6 | barrette de répartition (connexion de terre CT1) – châssis du moteur triphasé |
| S5 | barrette de répartition (connexion de terre CT2) – châssis de la lampe 2 |
| S4 | barrette de répartition (connexion de terre CT3) – châssis informatique |

Les valeurs et les conditions de mesure sont détaillées au chapitre II.3.2.

V.2 EXERCICE N°2 : MESURE DES RESISTANCES D'ISOLEMENT

V.2.1 Règles d'installation et contraintes normatives

Si des conducteurs électriques sont nécessairement présents dans toute installation électrique et si leur continuité doit être vérifiée, les isolants et l'isolation de tous les raccordements jouent également un rôle important dans la sécurité.

La norme *NF C 15-100* impose une vérification de la résistance d'isolement entre chaque conducteur actif et la terre, à la mise en service et au cours de vérifications ultérieures. Ces tests sont non-destructifs : ils peuvent donc être renouvelés périodiquement afin de prévenir d'éventuels défauts d'isolement.



Durant le test, l'installation doit être HORS TENSION !

Valeurs limites de la résistance d'isolement

Tension d'essai	Résistance d'isolement minimum	Applications
100V	0,1MΩ	Installations de télécommunication
250V	0,25MΩ	Installations électriques très basse tension ($U_N < 50V$)
500V	0,5MΩ	Installations électriques basse tension ($50V < U_N < 500V$)
1000V	1,0MΩ	Installations électriques basse tension ($U_N > 500V$)

Le seuil minimum d'isolement est de 1000Ω par volt de tension d'essai. Plus la valeur de la résistance d'isolement est élevée, plus la valeur des courants de fuite est faible et plus l'isolation est bonne.

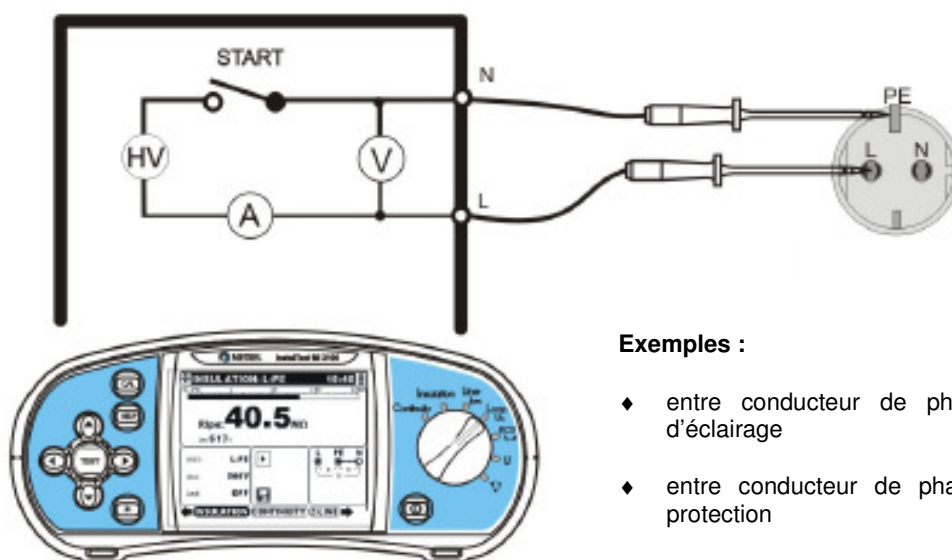
CE QU'IL FAUT FAIRE

Procéder tout d'abord à une mesure de la résistance d'isolement de l'ensemble de l'installation. Si la mesure obtenue est inférieure aux valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, il faut alors diviser l'installation en plusieurs circuits et mesurer la résistance d'isolement de chacun de ces circuits.

Si des appareils électriques (électro-ménagers, par exemple) sont connectés dans le circuit et que l'isolement est insuffisant, il est nécessaire de déconnecter ces appareils.

Un appareil conforme aux normes (*IEC / EN 61557-2*) doit être capable de délivrer un courant de 1mA.

V.2.2 Principe de mesure et procédure de test



Exemples :

- ◆ entre conducteur de phase et châssis d'éclairage
- ◆ entre conducteur de phase et terre de protection
- ◆ entre conducteurs de phase et neutre
- ◆ entre blindage de câble coaxial et âme du conducteur
- ◆ isolation de l'installation de gaz
- ◆ résistance des sols et des murs



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité. Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ◆ Sélectionner la fonction **ISOLEMENT** avec le commutateur rotatif.
- ◆ Connecter le câble de test universel ou la sonde de test déportée au contrôleur multi-fonctions.
- ◆ Sélectionner la tension de test adaptée à la tension nominale du réseau.
- ◆ Connecter ensuite le câble de test à l'installation.
- ◆ Maintenir enfoncée la touche « TEST » pour appliquer la tension de test sélectionnée. L'appareil mesure le courant induit et la tension réelle. La résistance d'isolement est alors calculée par la loi d'ohm. Lorsque le résultat est stable, relâcher la touche « TEST ».

Conformément aux normes en vigueur (*notamment NF C 15-100 § 612.3*), les contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D** sont capables de fournir la tension de test spécifiée avec un courant de 1mA.

Remarque :

- ◆ Si la tension entre les bornes de test est supérieure à 10V, la mesure ne sera pas effectuée et la valeur de la tension présente sera indiquée en bas à gauche de l'écran.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.2.3 Défauts à détecter

Le **SEFRATEST 2000** permet de simuler 7 défauts différents d'isolement entre phase et neutre ou entre phase et terre. Ces défauts peuvent être combinés permettant ainsi un grand nombre de situations différentes.

Le basculement des interrupteurs S16 à S22 en position de défaut introduit des valeurs de résistances d'isolement anormalement faibles (inférieures à 0,5MΩ, comme spécifiée dans la norme *NF C 15-100*).

Les défauts d'isolement suivants peuvent être activés :

- S16** prise 3 (tableau de distribution S3) : conducteur de phase L1' – conducteur de neutre N'
- S17** prise 3 (tableau de distribution S3) : conducteur de phase L1' – conducteur de terre PE
- S18** électroménager : conducteur de phase L1 – sol (via châssis métallique)
- S19** électroménager : conducteur de phase L1 – conducteur de terre de protection PE
- S20** moteur triphasé : conducteur de phase L1 – conducteur de terre de protection PE
- S21** prise triphasée : conducteur de phase L2 – conducteur de neutre N
- S22** prise triphasée : conducteur de phase L1 – conducteur de phase L2

Les valeurs et les conditions de mesure sont détaillées au chapitre II.3.2.



Durant le test, l'installation doit être HORS TENSION !

V.3 EXERCICE N°3 : MESURE DE LA RESISTANCE DE PRISE DE TERRE

V.3.1 Règles d'installation et contraintes normatives

En régime TT, la mise à la terre des parties métalliques accessibles est l'une des trois règles les plus importantes pour la protection des installations électriques, de l'appareillage et des utilisateurs par un système de déconnexion automatique de la tension secteur.

En effet, la sécurité de l'installation repose sur les trois caractéristiques suivantes :

- ♦ la continuité de la liaison équipotentielle de terre de protection (*cf. exercice n°1*) ;
- ♦ une prise de terre dont la valeur de résistance doit être adaptée au système de protection (*cf. tableau ci-dessous*) ;
- ♦ la protection par un système automatique de disjonction.

Valeurs limites

La valeur de la tension considérée comme dangereuse pour l'homme (tension de contact) étant définie à 50V, la résistance de la prise de terre maximale R_A est donnée par la formule :

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

Où :

- ♦ R_A : résistance de prise de terre
- ♦ I_a : courant assurant le fonctionnement automatique du dispositif de protection

Les valeurs suivantes sont issues de la norme *NF C 15-100*.

Sensibilité du dispositif différentiel ($I_{\Delta n}$)	Valeur maximale de la résistance de la prise de terre (R_A)
650mA	77Ω
500mA	100Ω
300mA	166Ω
30mA	> 500Ω

Remarque :

- ♦ Certains types de locaux (milieu hospitalier, locaux humides, etc.) sont contraints à des tensions de contact limites de 25V. Dans ces cas, la résistance de terre maximale est divisée par deux.

CE QU'IL FAUT FAIRE

Réalisation de la prise de terre d'une installation

Quelques exemples de réalisation de prise de terre sont donnés ici (par ordre décroissant d'efficacité).

- ♦ **Boucle à fond de fouille** : cette méthode consiste à réaliser une boucle de câble en cuivre nu de 25mm² de section (cette solution est pratiquement imposée pour les bâtiments soumis au code du travail – *arrêté du 4 août 1992*).

- ♦ **Un ou plusieurs piquets** : enfoncés verticalement au-dessous du niveau permanent d'humidité, à une profondeur minimale de 2m.
- ♦ **Conducteurs enfouis** : dans des tranchées d'environ 1m de profondeur.

Autres exemples de prises de terre à contrôler

D'autres types de prises de terre que la liaison de terre de protection en régime TT peuvent également être nécessaires :

- ♦ terre de travail ;
- ♦ prise de terre de paratonnerre ;
- ♦ terre de protection contre les surtensions.

Dans ces cas, les valeurs nécessaires peuvent être différentes.

V.3.2 Principe de mesure

Lors de la mesure de résistance de terre, l'influence des effets électrochimiques est annulée par l'utilisation d'un courant de test alternatif. Le choix d'une fréquence particulière du courant de test (système breveté) permet de réduire considérablement l'effet des courants telluriques et autres influences des perturbations dues à la présence d'un environnement à la fréquence du réseau (50Hz).

Les méthodes de mesure de résistance de prise de terre sont toujours basées sur la méthode $U - I$ (injection d'un courant et mesure de la chute de tension induite). Différentes méthodes pratiques sont utilisées en fonction des conditions d'environnement (espace, type de bâtiment, etc.) et de la fiabilité du résultat.

Les méthodes les plus souvent utilisées sont les suivantes.

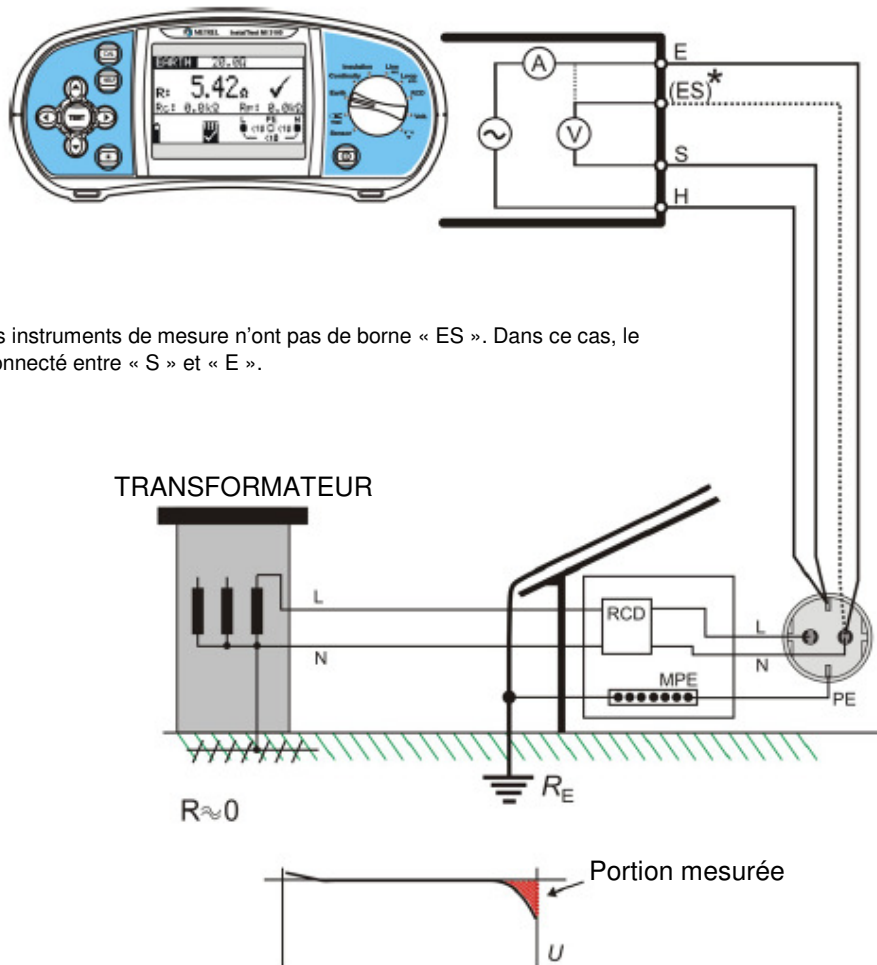
- ♦ **Méthode 2 points** : cette méthode est utilisée dans les cas où il n'est pas possible de planter des piquets auxiliaires et si un point de connexion à la terre parfaitement identifié est accessible. En régime TT, la prise de terre du transformateur du distributeur d'énergie, accessible par l'intermédiaire du conducteur de neutre, est utilisée comme second point de mesure. Cette méthode est également acceptable pour la mesure de prise de terre « parafoudre » d'un bâtiment de grande taille si plusieurs prises de terre sont en parallèle et que la prise à mesurer est déconnectable.
- ♦ **Méthode 3 points** : cette méthode est la plus utilisée et doit être appliquée pour les mesures de faibles valeurs de résistance de terre. Elle permet de compenser les erreurs dues aux zones d'influence des prises de terre auxiliaires.
- ♦ **Méthode 4 points** : cette méthode est comparable à la méthode 3 points. Elle permet en plus de compenser les éventuelles erreurs dues à la connexion de l'injection de courant (pince crocodile du fil noir et borne de terre testée).
- ♦ **Méthode avec pince de courant** : cette méthode est très utile lorsqu'on veut mesurer les valeurs de résistances de prises de terre de plusieurs mises à la terre en parallèle sans déconnexion de ces prises de terre (ou si la déconnexion est impossible). Seule la valeur de la prise de terre mesurée est évaluée et n'est pas influencée par les autres prises de terre (spécialement établies ou prise de terre de fait).
- ♦ **Méthode indirecte par la mesure d'impédance de boucle de défaut** : en régime TT, cette méthode peut s'avérer pratique en milieu urbain (pas de possibilité de planter les piquets). Toutefois, cette méthode peut se révéler imprécise lorsque le poste de distribution publique est éloigné et si les terrains sont de nature hétérogène.

Seules les méthodes 2 et 3 points sont détaillées dans cet exercice, la mesure d'impédance de boucle de défaut est détaillée dans l'exercice n°4.

Remarque

- ♦ La mesure de résistance de prise de terre de l'installation doit être effectuée en régime TT (J1 déconnecté).

V.3.3 Procédure de test : mesure de terre deux points



* La plupart des instruments de mesure n'ont pas de borne « ES ». Dans ce cas, le voltmètre est connecté entre « S » et « E ».




Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité.
Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ♦ Sélectionner la fonction **TERRE** avec le commutateur rotatif.
- ♦ Connecter ensuite les câbles de test à l'installation.

- ◆ Sélectionner la fonction **TERRE** avec le commutateur rotatif.
- ◆ Connecter les cordons de mesure au contrôleur et sur les points du tableau et piquets auxiliaires.
- ◆ Appuyer sur la touche « TEST » : le générateur de courant injecte un courant de test à travers la borne principale de terre, la résistance de terre R_E à évaluer et le piquet auxiliaire 2. L'appareil mesure la chute de tension induite dans la prise de terre testée et le courant réellement appliqué. Il calcule et affiche la résistance R_E par la formule suivante :

$$R_E = \frac{U_{V\text{-mesurée}}}{I_{A\text{-mesurée}}}$$

Remarque

- ◆ Si la tension entre les bornes de test est supérieure à 30V, la mesure de la résistance de terre ne sera pas effectuée.
- ◆ Si une tension parasite supérieure à environ 5V est présente entre les bornes de test « H » et « E » ou « S », le symbole  sera affiché : le résultat du test peut alors être faussé.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.3.5 Défauts à détecter

Le **SEFRATEST 2000** permet de mesurer la résistance de prise de terre par les méthodes 2 ou 3 points ainsi que par la méthode avec pince de courant permettant de démontrer clairement l'influence des mises à la terre spécialement établies (prise de terre) et des mises à la terre de fait (installation d'eau, de chauffage, téléphone, TV, etc.).

Deux piquets auxiliaires permettent de mesurer :

- ◆ la résistance de prise de terre principale (BTP) ;
- ◆ les résistances de terre des paratonnerres (PA1 et PA2).

Trois boucles permettent de mesurer les résistances de prises de terre individuelles :

- ◆ de la prise de terre principale (boucle 2) ;
- ◆ des prises de terre des paratonnerres (CON1 et CON2).

Les défauts suivants peuvent être générés :

- S12** résistance de prise de terre principale (BTP) trop élevée (~ 250Ω)
- S13** résistance de terre du paratonnerre PA1 trop élevée (~ 100Ω)

Les valeurs et les conditions de mesure sont détaillées au chapitre II.3.2.

V.4 EXERCICE N°4 : MESURE D'IMPEDANCE DE BOUCLE DE DEFAUT

V.4.1 Règles d'installation et contraintes normatives

La protection des installations électriques, des appareils connectés et des personnes contre les chocs électriques est basée sur la déconnexion automatique de la tension secteur.

Dans un système TN

Toutes les parties métalliques accessibles sont connectées au conducteur de neutre N par l'intermédiaire du conducteur de protection PE (et ainsi, à la terre, par la prise de terre du transformateur d'alimentation).

En cas de court-circuit entre le conducteur de phase et une partie métallique accessible, le courant de court-circuit induit dans la boucle de défaut doit entraîner l'ouverture du circuit par dépassement du courant limite des protections (fusibles ou disjoncteurs).

Pour effectuer la vérification des conditions de protection en régime TN, la mesure d'impédance de boucle de défaut est donc capitale (*NF C 15-100 § 612.6.1.1*).

Dans un système TT

Toutes les parties métalliques accessibles sont connectées à la prise de terre de l'installation par l'intermédiaire de la liaison équipotentielle principale.

En cas de court-circuit entre le conducteur de phase et une partie métallique accessible, le courant de court-circuit induit passant dans la résistance de prise de terre R_E doit entraîner l'ouverture du circuit par dépassement du courant différentiel limite des protections.

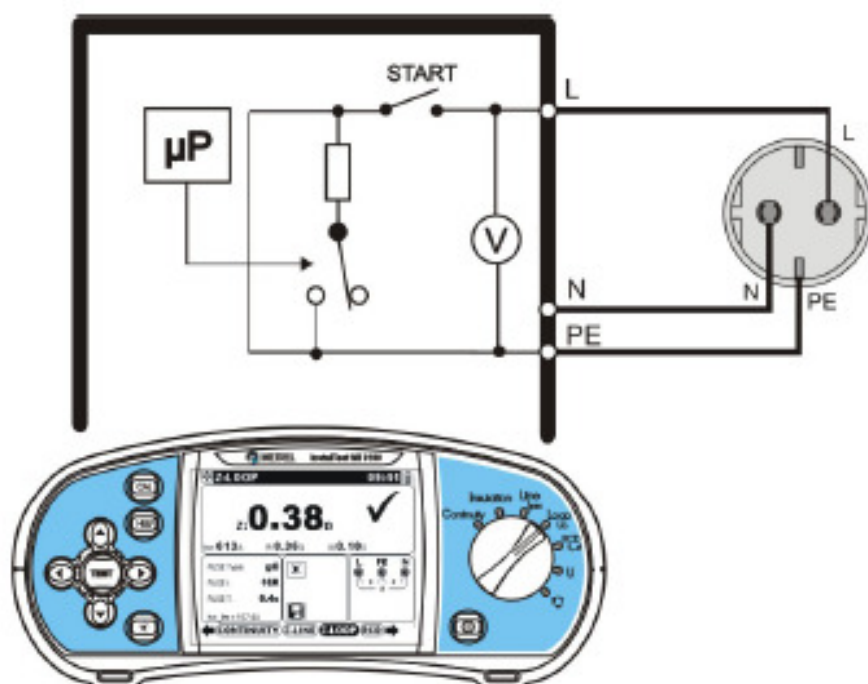
Pour effectuer la vérification des conditions de protection en régime TT, c'est la mesure de résistance de terre (liée au contrôle du dispositif de coupure et de la continuité de la liaison équipotentielle de protection) qui permet de valider la conformité de l'installation (*NF C 15-100 § 612.6.1.2*).

La norme *NF C 15-100* précise de plus : « lorsque dans le schéma TT, l'emplacement d'une installation (par exemple dans les villes) ne permet pas de disposer en pratique de deux prises de terre auxiliaires, la mesure d'impédance (ou de résistance) de la boucle de défaut donne une valeur par excès ».

La valeur est dite « par excès » puisque la valeur réellement mesurée comprend la résistance de terre R_E à évaluer, la résistance de la liaison équipotentielle de l'installation, la résistance du terrain jusqu'au transformateur, la résistance de la prise de terre du transformateur, la résistance du secondaire du transformateur et la résistance du conducteur de phase.

Toutes ces résistances additionnelles sont de faibles valeurs devant la résistance de terre R_E à mesurer. De plus, le but de ce type de mesure est de déterminer si la valeur ne dépasse pas un maximum. Si cette valeur lue par excès est inférieure au maximum nécessaire, la valeur réelle sera encore inférieure et la prise de terre peut donc être validée.

V.4.2 Principe de mesure et procédure de test



Remarques

- ♦ La mesure doit être effectuée à la fréquence nominale du circuit (NF C 15-100 § 612.6.3). L'appareil utilise donc la tension du réseau elle-même durant toute la mesure.
- ♦ La mesure d'impédance de boucle de défaut doit être effectuée en régime TN (J1 déconnecté).



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité.

Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ♦ Sélectionner la fonction **BOUCLE** avec le commutateur rotatif. Utiliser les touches « ▲ » et « ▼ » pour sélectionner la sous-fonction **Zs(RCD)**.
- ♦ Connecter le câble de test universel ou le câble de test avec prise mâle au contrôleur multi-fonctions.
- ♦ Connecter ensuite le câble de test à l'installation. L'appareil mesure en permanence la tension du réseau à vide entre phase et terre de protection.
- ♦ Appuyer sur la touche « TEST » : l'appareil applique une charge entre la phase L et la terre de protection PE. Les mesures de tension en charge et le retard entre courant et tension permettent le calcul suivant :

$$Z = R + j\omega L$$

En régime TN, l'impédance mesurée correspond à :

$$Z = Z_L \text{ (conducteur de phase)} + Z_{PE} \text{ (conducteur de terre de protection)} + Z_T \text{ (secondaire du transformateur)}.$$

Le contrôleur calcule également le courant de court-circuit présumé.

Remarques :

- ♦ Les précisions spécifiées sont données pour une tension secteur stable durant la mesure.
- ♦ Normalement, la mesure d'impédance de boucle de défaut $Z_s(\text{RCD})$ ne déclenche pas les disjoncteurs différentiels. Cependant, la limite de déclenchement peut être dépassée à la suite d'un courant de fuite s'écoulant vers la terre ou d'une connexion capacitive entre la phase et la terre.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.4.3 Défaits à détecter

Le **SEFRATEST 2000** permet de mesurer, en régime TN, les impédances de boucle aux points suivants :

- ♦ lampes 1 et 2 ;
- ♦ moteur et prise triphasés ;
- ♦ châssis informatique ;
- ♦ collecteur de terre 2 ;
- ♦ installations de gaz et de chauffage.

Les défauts suivants peuvent être générés :

- S11** boucle de courant L1 – installation d'eau chaude : $\sim 3,3\Omega$
- S10** boucle de courant L1 – installation de gaz : $\sim 3,3\Omega$
- S9** boucle de courant L1 – collecteur de terre (CT2) : $\sim 2,2\Omega$
- S8** boucle de courant L1 – PE sur prise triphasée : $> 3,4\Omega$
- S7** boucle de courant L1 – PE sur lampe 1 : $> 20\Omega$
- S6** boucle de courant L1 – PE sur moteur triphasé : $\sim 3,3\Omega$
- S5** boucle de courant L1 – PE sur lampe 2 : $\sim 2,7\Omega$
- S4** boucle de courant L1 – PE du système informatique : $> 20\Omega$

Les valeurs et les conditions de mesure sont détaillées au chapitre II.3.2.

V.5 EXERCICE N°5 : MESURE D'IMPEDANCE DE LIGNES

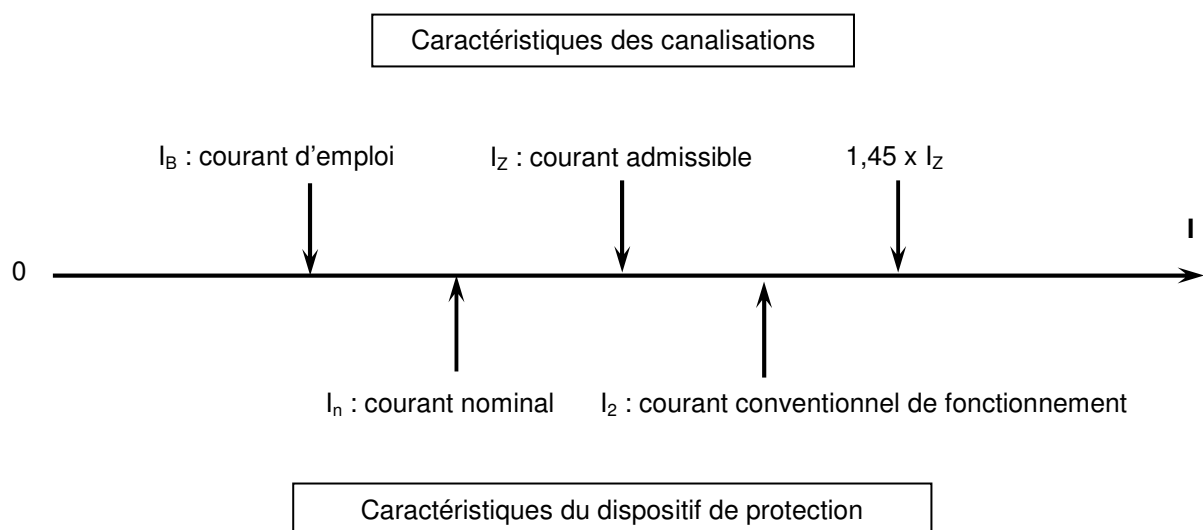
V.5.1 Règles d'installation et contraintes normatives

La protection contre les courants de surcharge ou contre les courants de court-circuit (*NF C 15-100 § 433 et 434*) nécessite l'utilisation de dispositifs de protection (fusibles ou disjoncteurs) devant satisfaire aux conditions suivantes.

Protection contre les courants de surcharges

- ♦ $I_B \leq I_n \leq I_Z$
- ♦ $I_2 \leq 1,45 \times I_Z$

Ce diagramme fait apparaître un exemple illustrant les conditions énoncées ci-dessus :



Protection contre les courants de court-circuit

- ♦ Le pouvoir de coupure doit être au moins égal au courant de court-circuit présumé.
- ♦ Le temps de coupure d'un courant résultant d'un court-circuit ne doit pas être supérieur au temps portant la température des conducteurs à la limite admissible.

En pratique, afin de déterminer le pouvoir de coupure d'un fusible ou d'un disjoncteur, il faut déterminer le courant de court-circuit présumé. Cette valeur est donnée par le rapport de la tension nominale sur la valeur de l'impédance de ligne.

L'impédance de ligne correspond à la somme des impédances suivantes :

- ♦ impédance du conducteur de phase ;
- ♦ impédance du transformateur d'alimentation ;
- ♦ impédance du conducteur de neutre.

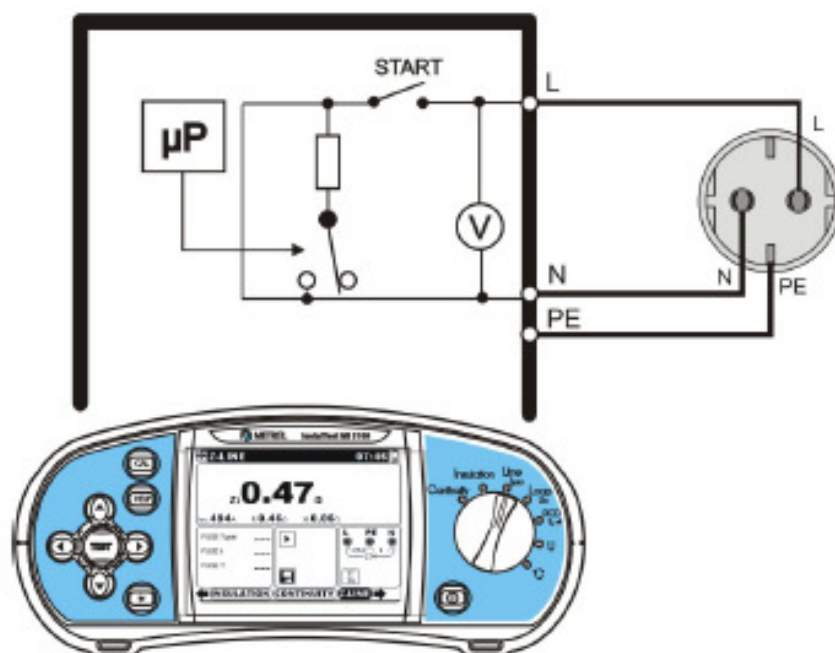
Le résultat de la mesure d'impédance de ligne permet donc :

- ♦ d'évaluer le pouvoir de coupure minimum des systèmes de protection (disjoncteurs ou fusibles) ;

- ♦ de localiser les impédances de ligne trop élevées ;
- ♦ de localiser les chutes de tension principales entre le transformateur d'alimentation et la charge utile.

Certains appareils mesurent uniquement la partie résistive de l'impédance, d'autres mesurent également la partie inductive. Cette différence n'est pas très importante pour la mesure de boucle (où la partie résistive est généralement prépondérante), mais est capitale pour la mesure d'impédance de ligne, où la partie inductive peut être comparable à la partie résistive, particulièrement au cas où la mesure serait effectuée proche du transformateur d'alimentation.

V.5.2 Principe de mesure et procédure de test



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité.

Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ♦ Sélectionner la fonction **LIGNE** avec le commutateur rotatif.
- ♦ Connecter le câble de test universel ou le câble de test avec prise mâle au contrôleur multi-fonctions.
- ♦ Connecter ensuite le câble de test à l'installation. L'appareil mesure en permanence la tension du réseau à vide entre phase et neutre.
- ♦ Appuyer sur la touche « TEST » : l'appareil applique une charge entre la phase et le neutre. Les mesures de tension en charge et le retard entre courant et tension permettent le calcul suivant :

$$Z = R + j\omega L$$

$Z = Z_L$ (conducteur de phase) + Z_{PE} (conducteur de terre de protection) + Z_T (secondaire du transformateur).

Le contrôleur calcule également le courant de court-circuit présumé.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.5.3 Défauts à détecter

Le **SEFRATEST 2000** permet de mesurer les impédances de ligne aux points suivants :

- ♦ tableau de distribution S1 : prise 1 et prise triphasée ;
- ♦ tableau de distribution S2 : prise 2 ;
- ♦ tableau de distribution S3 : prise 3.

Les défauts suivants peuvent être générés :

- S1** boucle de courant L3 – neutre sur la prise triphasée : > 10Ω
- S2** boucle de courant L1 – neutre sur la prise 2 : > 10Ω
- S3** boucle de courant L1 – neutre sur la prise 1 : > 10Ω

Les valeurs et les conditions de mesure sont détaillées au chapitre II.3.2.

Remarque

- ♦ La boucle de courant L1' – N' sur la prise 3 : ~ 100Ω (quelle que soit la position des interrupteurs).

V.6 EXERCICE N°6 : TEST DES DISJONCTEURS DIFFERENTIELS

V.6.1 Règles d'installation et contraintes normatives

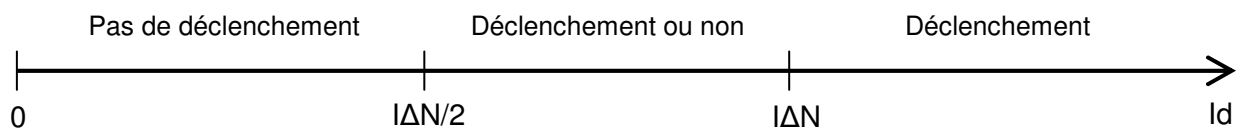
Les disjoncteurs différentiels à courant résiduel (DDR) sont utilisés pour protéger les personnes contre les chocs électriques. Dans une installation électrique, les courants de défaut et les courants de fuite peuvent être à l'origine de ces chocs électriques. Même des courants très faibles peuvent être dangereux si les résistances de la terre et de la liaison équipotentielle sont relativement élevées.

Fonctionnement d'un disjoncteur différentiel

Dans toute installation électrique, il existe des courants de fuite permanents à la terre. Ces courants sont dus pour une part importante à la capacité des lignes, aux capacités de filtrage reliées à la masse des récepteurs électroniques et aux surtensions (foudre, etc.).

Le but du disjoncteur différentiel est de déclencher lorsque les courants de fuite ou les courants de défaut excèdent son courant nominal.

Schéma de principe



I_d courant de défaut dans le circuit

$I_{\Delta N}$ courant maximal admissible

$I_{\Delta N}/2$ courant de déclenchement possible du disjoncteur différentiel

- ♦ Si le courant de défaut I_d est inférieur au seuil de déclenchement possible $I_{\Delta n}/2$, il n'y aura pas de déclenchement.
- ♦ Si le courant de défaut I_d est compris entre le seuil de déclenchement $I_{\Delta n}/2$ et la valeur nominale du courant $I_{\Delta n}$, le déclenchement peut avoir lieu à tout moment.
- ♦ Si le courant de défaut est supérieur ou égal à la valeur du courant nominal $I_{\Delta n}$, le déclenchement du dispositif différentiel a obligatoirement lieu.

Le disjoncteur différentiel doit assurer que les courants de fuite et les courants de défaut ne soient pas à l'origine de tensions de contact supérieures à la limite de sécurité (50V, ou 25V dans certains cas).

$$Z_{\text{LOOP}} \times I_{\Delta N} \leq U_C$$

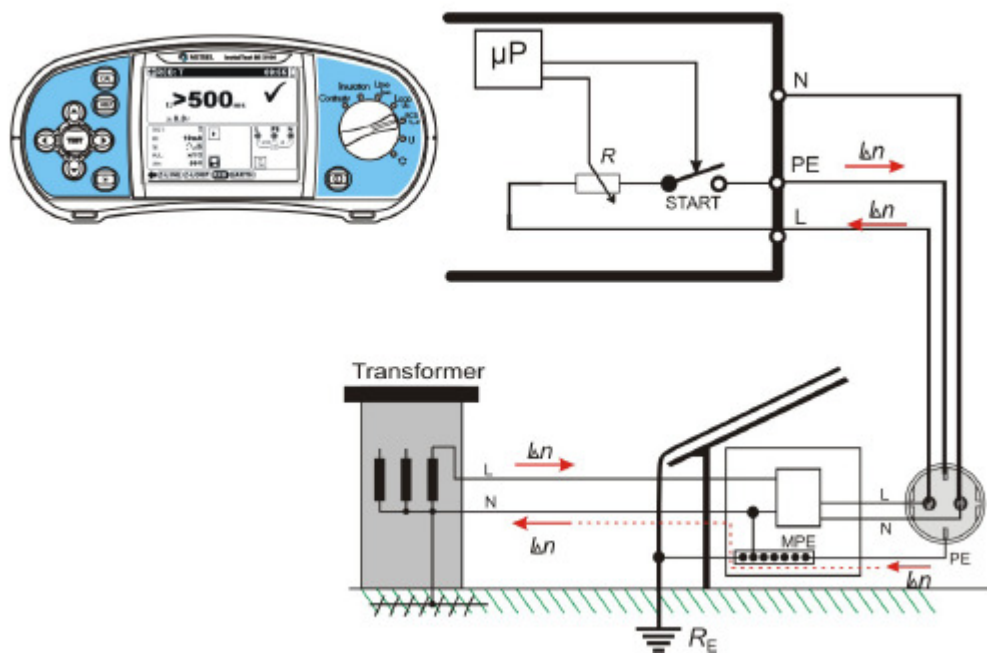
En régime TN, les valeurs des impédances de boucle sont généralement bien inférieures aux valeurs limites imposées.

En régime TT, l'impédance totale de la boucle de défaut est la somme de plusieurs impédances en série. Mais les diverses impédances sont négligeables devant la valeur de la résistance de terre.

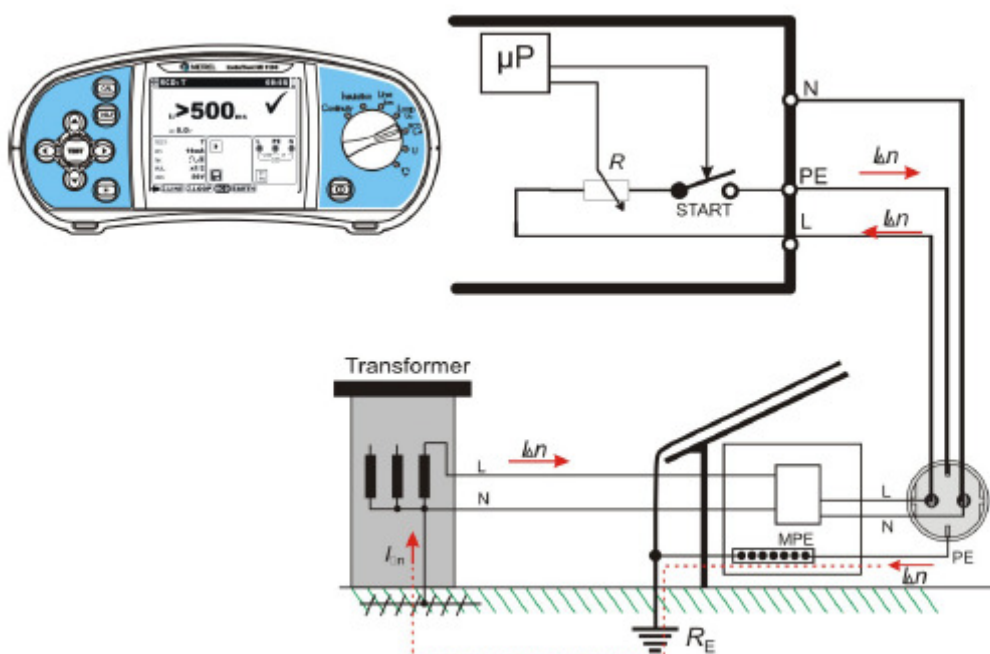
$$R_E \times I_{\Delta N} \leq U_C$$

V.6.2 Principe de mesure et procédure de test


Test d'un disjoncteur différentiel en système TN



Test d'un disjoncteur différentiel en système TT



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité. Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ◆ Sélectionner la fonction **DDR** avec le commutateur rotatif. Utiliser les touches « ▲ » et « ▼ » pour sélectionner les différentes sous-fonctions :
 - U_C : mesure de la tension de contact ;
 - RCDt : mesure du temps de déclenchement ;
 - RCD  : mesure du courant de déclenchement (test de rampe) ;
 - AUTO : test automatique.
- ◆ Connecter le câble de test universel ou le câble de test avec prise mâle au contrôleur multi-fonctions.
- ◆ Connecter ensuite le câble de test à l'installation. L'appareil mesure en permanence la tension du réseau à vide entre phase et terre de protection.
- ◆ Appuyer sur la touche « TEST » : l'appareil applique un courant de test de défaut. Selon la sous-fonction sélectionnée, l'instrument mesure le courant exact de déclenchement, le temps de déclenchement ou la tension de contact.

Remarque

- ◆ La mesure du courant de déclenchement des disjoncteurs différentiels sera réalisée seulement si la tension de contact relative au courant différentiel nominal (mesurée en pré-test) est inférieure à la tension de contact limite fixée.
- ◆ Normalement la mesure de la tension de contact ne déclenche pas les disjoncteurs différentiels. Cependant, la limite de déclenchement peut être dépassée à la suite d'un courant de fuite s'écoulant vers la terre ou d'une connexion capacitive entre la phase et la terre.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.6.3 Défaits à détecter

Le fonctionnement des disjoncteurs différentiels peut être vérifié sur les prises 1 et 2 et sur la prise triphasée du **SEFRATEST 2000**. Si le tableau est en système TT, différentes valeurs de résistance de terre peuvent être fixées pour vérifier l'efficacité des disjoncteurs différentiels installés.

Les erreurs suivantes peuvent être simulées :

- S12** résistance de prise de terre principale (BTP) trop élevée (~ 250Ω)
- S13** résistance de terre du paratonnerre PA1 trop élevée (~ 100Ω)

Par exemple, si la résistance de la prise de terre principale est de 250Ω (défaut **S12**), la valeur de la tension de contact sera trop élevée, et l'appareil ne pourra pas mesurer le courant de déclenchement du disjoncteur différentiel du tableau S1.

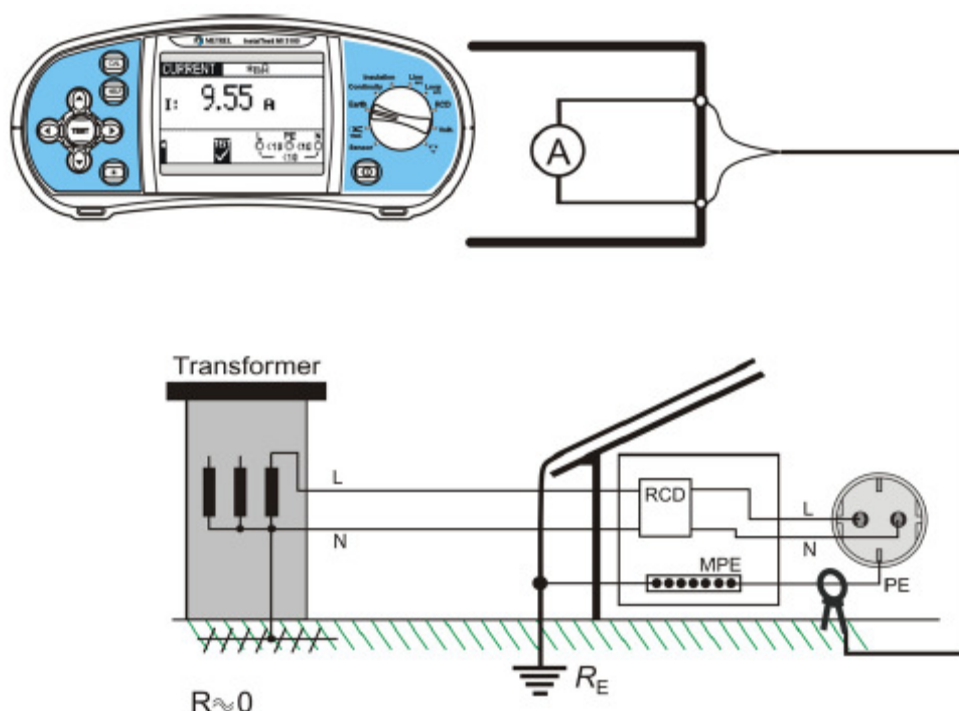
V.7 EXERCICE N°7 : MESURE DE COURANT DE FUITE

V.7.1 Règles d'installation et contraintes normatives

Lorsque la qualité de l'isolement se dégrade, des courants de fuite peuvent circuler entre les parties conductrices d'une installation et causer des dégâts plus ou moins importants, comme, par exemple, le déclenchement des dispositifs de protection.

Les courants de fuite peuvent être mesurés facilement avec des pinces de courant de haute qualité.

V.7.2 Principe de mesure et procédure de test



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité.

Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ◆ Sélectionner la fonction **TRMS** avec le commutateur rotatif.
- ◆ Connecter la pince de courant au contrôleur multi-fonctions.
- ◆ Connecter ensuite la pince à l'installation.
- ◆ Appuyer sur la touche « TEST » : l'appareil mesure la valeur TRMS du courant qui traverse la pince.

Remarques

- ♦ La mesure par pince de courant peut être influencée par la proximité de champs électromagnétiques (causés par des courants de charge importants dans les conducteurs de phase, par de grandes surfaces métalliques sous haute tension dans les armoires électriques, etc.).
- ♦ Certains appareils électroniques (comme les convertisseurs de fréquence) peuvent produire des courants de fuite continus. Ces courants de fuite continus ne sont pas détectés par les pinces de courants alternatives.
- ♦ Les pinces pouvant être utilisées avec les contrôleurs multi-fonctions **MW 9650 et MW 9650D** sont optionnelles. La pince la plus adaptée à la mesure des courants de fuite est la **SP222**.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9650 et MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

V.7.3 Défauts à détecter

Le **SEFRATEST 2000** dispose de plusieurs connexions pour réaliser des mesures avec une pince de courant. Sur le tableau de distribution S2, trois boucles permettent de mesurer les courants au niveau de la machine à laver. Le courant du conducteur de protection PE de la machine à laver peut être augmenté à l'aide de l'interrupteur S8. Dans tous les cas, ce courant de fuite est trop faible pour déclencher le disjoncteur différentiel.

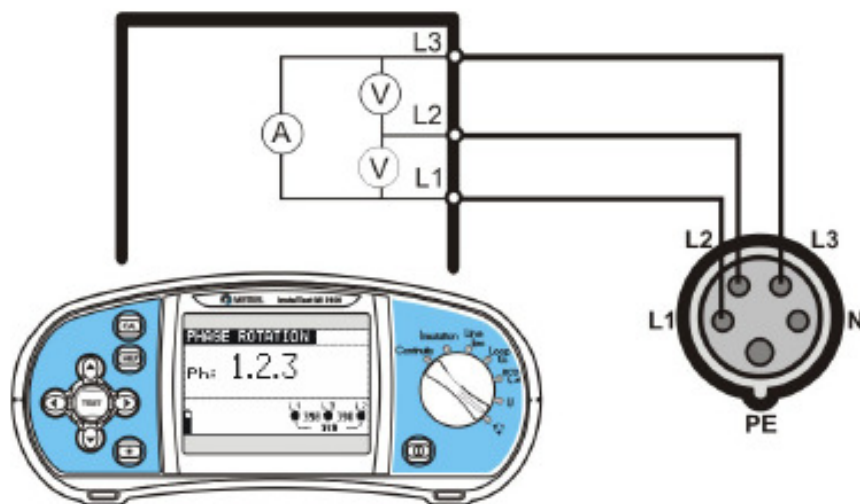
V.8 EXERCICE N°8 : TEST DE ROTATION DES PHASES

V.8.1 Règles d'installation et contraintes normatives

En pratique, le test de rotation des phases est utilisé pour la connexion de charges triphasées (moteurs et autres machines électromécaniques) sur des installations triphasées. Certaines charges (ventilateurs, moteurs, etc.) nécessitent une rotation de phases spécifique, c'est-à-dire qu'elles peuvent être endommagées en cas d'inversion de la rotation. C'est pourquoi il est conseillé de tester la rotation des phases avant d'effectuer la connexion.


L'instrument compare les tensions entre les trois phases (amplitude et retard de phase) pour déterminer la rotation des phases. Si nécessaire, deux conducteurs de phase doivent être inversés pour que l'ordre des phases soit correct.

V.8.2 Principe de mesure et procédure de test



Il est obligatoire de lire le manuel d'utilisation des SEFRAM MW 9600, MW 9650 et MW 9650D pour opérer en toute sécurité.

Consulter le manuel d'utilisation des contrôleurs multi-fonctions pour toutes précisions concernant le paramétrage et l'utilisation de ces instruments.

- ♦ Sélectionner la fonction  avec le commutateur rotatif.
- ♦ Connecter le câble de test universel au contrôleur multi-fonctions.
- ♦ Connecter ensuite les cordons à l'installation.
- ♦ Le test continu est en cours.

Remarques

- ♦ Le résultat est correct si les trois tensions sont présentes, de même valeur et dans l'ordre correct.

- ♦ Il est tout d'abord nécessaire de mesurer la rotation des phases sur une prise secteur de référence, où le comportement d'une machine spécifique (c'est-à-dire la rotation des phases) est connu.
- ♦ La mesure doit être répétée sur une prise secteur inconnue et les résultats comparés. Si nécessaire, inverser la rotation des phases.

Dans certains cas, un rapport de test final doit être édité. Il est possible de sauvegarder les résultats dans la mémoire interne des contrôleurs multi-fonctions **SEFRAM MW 9600**, **MW 9650** et **MW 9650D**. Le logiciel **EUROLINK XE** permet ensuite de transférer les données sur ordinateur et d'imprimer les résultats de tous les tests mémorisés.

DECLARATION OF CE CONFORMITY

according to EEC directives and NF EN 45014 norm

DECLARATION DE CONFORMITE CE

suivant directives CEE et norme NF EN 45014



SEFRAM INSTRUMENTS & SYSTEMES

26, rue Edouard MARTEL BP 55

42009 SAINT-ETIENNE cedex 2 (FRANCE)

Declares, that the below mentioned product complies with :

Déclare que le produit désigné ci-après est conforme à :

The European low voltage directive 73/23/EEC :

La directive Européenne basse tension CEE 73/23

NF EN 61010-1 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use. Règles de sécurité pour les appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire.

The European EMC directive 89/336/EEC, amended by 93/68/EEC :

Emission standard EN 50081-1.

Immunity standard EN 50082-1.

La directive Européenne CEM CEE 89/336, amendée par CEE 93/68 :

En émission selon NF EN 50081-1.

En immunité selon NF EN 50082-1.

Product name Désignation : **Didactic low voltage board** *Tableau didactique basse tension*

Model Type : **9150**

Compliance was demonstrated in listed laboratory and record in test report number

La conformité à été démontrée dans un laboratoire reconnu et enregistrée dans le rapport numéro

RC 9150

SAINT-ETIENNE , March 31st

Name/Position : T. TAGLIARINO / Quality Manager

Nos équipes sont à votre disposition pour tous renseignements supplémentaires :

SEFRAM
32 rue Edouard Martel
BP 55
42009 SAINT-ETIENNE Cedex 2
FRANCE

☎ 0825.56.50.50 (0,15€TTC/min)

Fax. : 04.77.57.23.23

✉ **Support technique :** support@sefram.fr

✉ **Service commercial :** sales@sefram.fr

Web : www.sefram.com