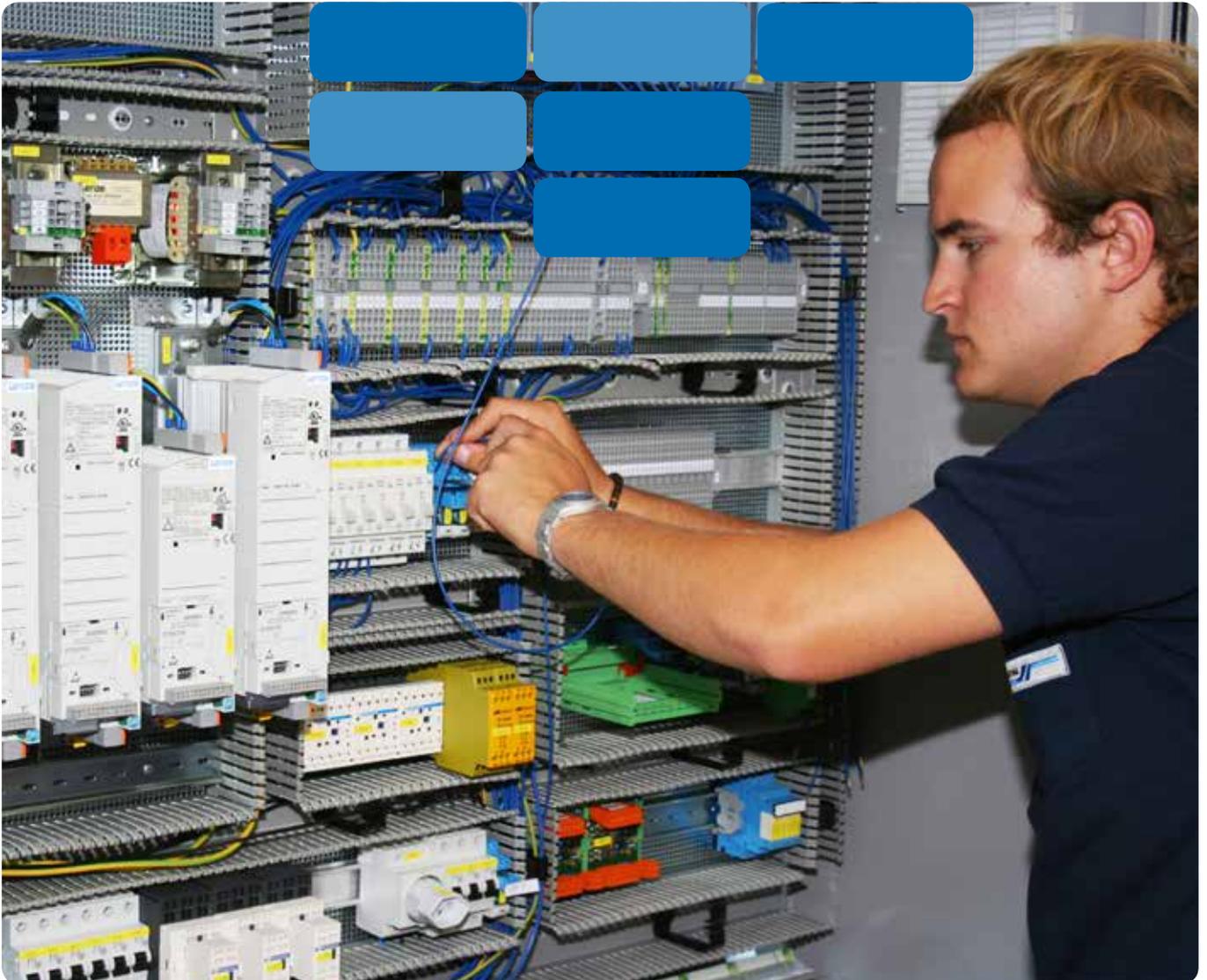


# Techniques d'usinage électrique

## Technique de mesure et de circuits

AMBK 2 f



### Table des matières

Sécurité au travail	9
Techniques d'assemblage et de câblage électriques	25
Technique de mesure	159
Technique de circuits	205
Normes	279

Editeur: Editions Swissmem  
5<sup>e</sup> édition 2016

Commandes:  
Swissmem Berufsbildung  
Brühlbergstrasse 4  
8400 Winterthur

Téléphone service d'expédition 052 260 55 55  
Fax service d'expédition 052 260 55 59

[www.swissmem-berufsbildung.ch](http://www.swissmem-berufsbildung.ch)  
[vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch](mailto:vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch)

Copyright texte, dessins et graphisme:  
© by Swissmem, Zurich

Tous droits réservés. L'œuvre avec toutes les parties qu'elle contient est protégée par les droits d'auteur. Toute utilisation dans d'autres cas que ceux prescrits par loi nécessite le consentement préalable écrit de l'éditeur.

Ont participé à l'élaboration de ce guide méthodique:

Godel Nicolas  
Goetschmann Christoph  
Huwyler Rolf  
Küpfer Werner  
Mäder Hansjürg  
Schraven Stefan  
Urfer Simon  
Zehnder Bruno  
Kummer Michael (chef de projet), Swissmem Formation professionnelle, Winterthur

Nous remercions les entreprises suivantes pour la mise à disposition d'illustrations:

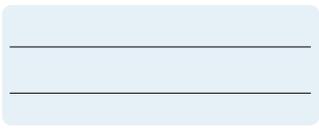
ABB Schweiz AG, Baden  
Brütsch/Rüegger Werkzeuge AG, Urdorf  
Dätwyler Cables, Altdorf  
Distrelec, Nänikon  
Electrosuisse, Fehraltorf  
Festo Didactic, Dietikon  
Moeller Electric AG, Effretikon  
Siemens Schweiz AG, Zürich

Mars 2016 Swissmem Formation professionnelle

## Explication des pictogrammes et structure du contenu

### Explication des symboles

	Cette variante est appropriée. Afin d'optimiser le produit, nous recherchons la solution la plus adéquate.
	Solution utilisable. Il est certainement possible de trouver de meilleures variantes!
	Cette solution n'est pas appropriée. Réfléchissez aux raisons qui font que cette solution n'est pas satisfaisante et cherchez une meilleure variante.
	Résolvez ce problème avec les moyens d'aide les plus appropriés.
	Objectifs des études
	Indications importantes
	Information

 Utilisez ces cases pour prendre note des informations pertinentes, telles que normes nationales ou internationales, normes en vigueur dans l'entreprise, titres d'ouvrages spécialisés, guides d'entreprise, etc.

### Structure du contenu

Le guide méthodique «Techniques de production électrique et pneumatique» est subdivisé en modules, appelés unités de formation.

Les ressources sont structurées de la manière suivante:

#### **Activation**

Chaque unité de formation commence par des questions de base qui vous permettent de contrôler votre niveau de connaissances actuel.

#### **Théorie / Exercices**

Cette partie contient en plus de la théorie des questions et/ou des exercices que les apprentis doivent résoudre.

#### **Répétition**

Pour contrôler l'acquisition des ressources, des questions de répétition sont proposées.

## Table des matières

### Sécurité au travail

<b>Mesures de sécurité</b>	<b>9</b>
Mesures de sécurité	10
<b>Premiers secours</b>	<b>16</b>
Comportement en cas d'urgence	17
Numéros d'urgence	17
Schéma d'alerte	17
Premiers secours en cas de brûlures, hémorragies et état de choc	21
<b>Premiers secours en cas d'accident électrique</b>	<b>22</b>

### Techniques d'assemblage et de câblage électriques

<b>Conducteurs et câbles</b>	<b>25</b>
Types de conducteurs	26
Types de câbles	28
<b>Outils</b>	<b>37</b>
<b>Confection électrique</b>	<b>40</b>
<b>Brasage</b>	<b>47</b>
Connexions brasées	48
<b>Composants électroniques</b>	<b>62</b>
Diodes	62
Redresseurs en pont	63
Diodes Zener	64
Transistors bipolaires	65
Thyristors	66
Circuits intégrés	67
<b>Composants électriques</b>	<b>69</b>
Résistances	70
Résistances fixes	72
Résistances réglables	73
Thermistances (résistances dépendant de la température)	74
Varistances (résistances dépendant de la tension)	75
Résistances de puissance	76
<b>Condensateurs</b>	<b>77</b>
<b>Bornes</b>	<b>79</b>
<b>Connecteurs</b>	<b>84</b>
<b>Éléments de commande et de signalisation</b>	<b>85</b>
<b>Appareils de commutation et de protection</b>	<b>92</b>
Relais	92
Relais temporisés	94
Contacteurs	96
Coupe-circuit à fusible	97
Disjoncteurs de canalisation	100
Disjoncteurs différentiel	102
Disjoncteur de protection de moteurs	103
Relais de protection de moteurs	104
<b>Transformateurs</b>	<b>105</b>
<b>Moteurs</b>	<b>106</b>
<b>Démarrateurs progressifs</b>	<b>108</b>
<b>Convertisseurs de fréquence</b>	<b>109</b>
<b>Documents de fabrication</b>	<b>113</b>
Nomenclature	114
Disposition du matériel électrique	115
Désignation des composants	118

## Table des matières

<b>Câblage</b>	<b>129</b>
Extrait de la norme EN 60204-1	132
<b>Contrôle</b>	<b>136</b>
<b>Commande de convoyeur à bande</b>	<b>140</b>
Protocole d'essai	155

### Technique de mesure

<b>Instruments de mesure</b>	<b>159</b>
Mesurer – Contrôler	160
Instruments de contrôle	161
Aperçu des instruments de mesure	163
Instruments de mesure analogiques	164
Instruments de mesure numériques	167
Pincés ampèremétriques	168
Wattmètres	170
Précision	172
Erreurs de mesure	173
Entretien des instruments de mesure	174
<b>Protocole de mesure</b>	<b>177</b>
Exemple d'un protocole de mesure	179
<b>Mesurer des composants</b>	<b>187</b>
<b>Mesure indirecte de la puissance</b>	<b>197</b>
Mesure d'un système triphasé	201

### Technique de circuits

<b>Sources de tension et résistances</b>	<b>205</b>
Circuit électrique	206
Couplage série	207
Couplage parallèle	207
Puissance	208
Couplage série de résistances	209
Couplage parallèle de résistances	210
Couplage mixte de résistances	214
Couplages potentiomètre	215
Couplages avec résistances variables	216
Sources de tension réelles	216
<b>Circuits redresseurs</b>	<b>219</b>
Diodes	219
Redresseurs monophasés	220
<b>Circuits mixtes</b>	<b>227</b>
Couplages des bobines	227
Stabilisation de la tension	228
<b>Commandes câblées</b>	<b>233</b>
Fonctions logiques de base	234
Commande par contact permanent	235
Commande par contact à impulsion	235
Circuit de verrouillage	236
Protocole d'essai	237
Fonctions de base temporisées	241
Moteurs asynchrones triphasés	246
Démarrage direct	246

## Table des matières

---

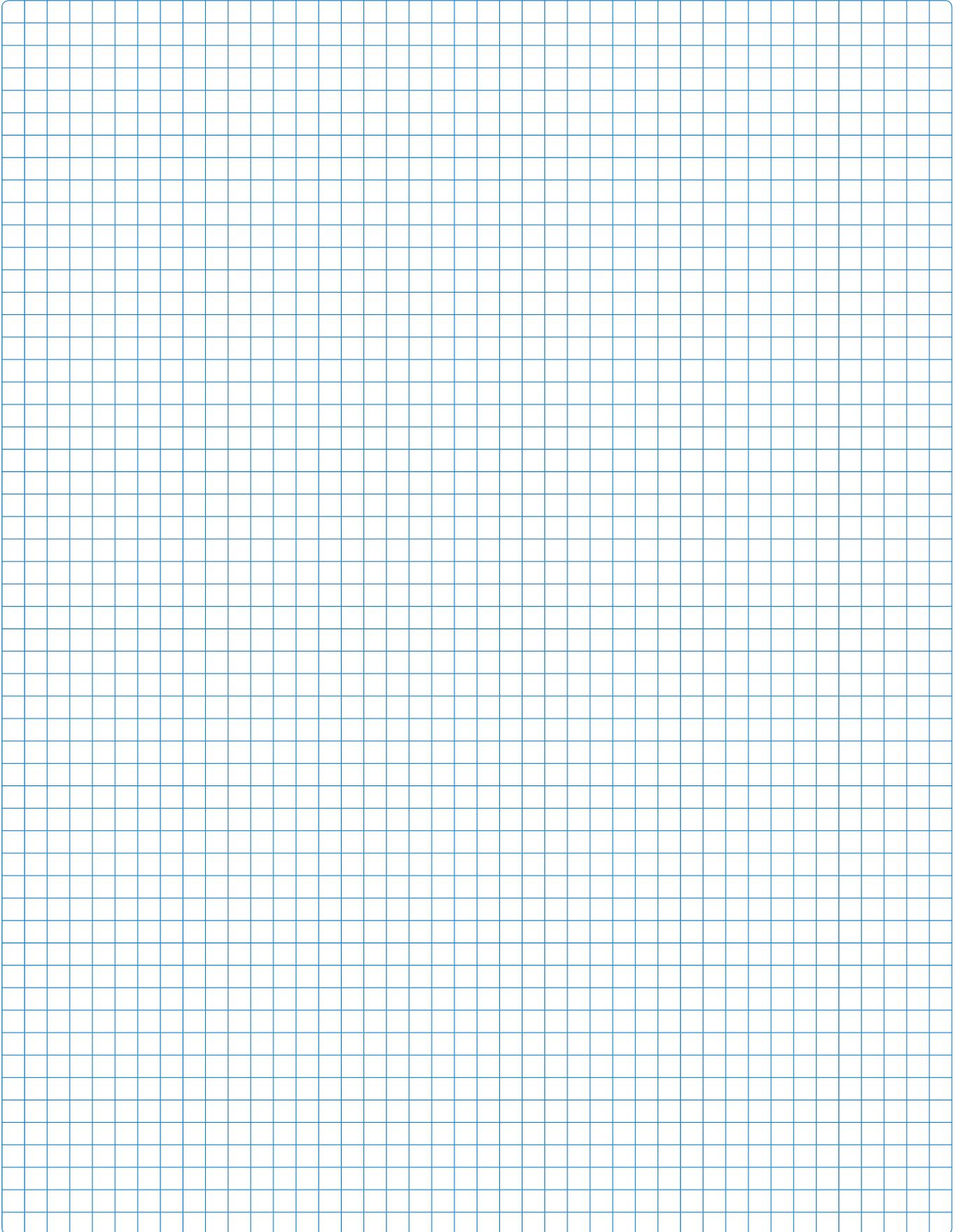
<b>Commande de niveau</b>	<b>248</b>
Protocole d'essai	262
<b>Elimination des défauts</b>	<b>264</b>
Genres de défauts	265
Déroulement d'un dépannage d'équipement électrique	271
Mesure systématique	272
Protocole de réparation	276
Exemple d'un protocole de réparation	277

### Normes

<b>Symboles</b>	<b>279</b>
<b>NIBT, EN 60204, EN 61439</b>	<b>287</b>
<b>Conducteurs et canalisations</b>	<b>291</b>

## Notes

---

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 30 columns and 40 rows of small squares.

## Mesures de sécurité

---



### Appliquer les mesures de sécurité relatives à la prévention des accidents



1) Quelles mesures de protection d'ordre technique connaissez-vous?

---

---

---

---

---

2) Quelles prescriptions applicables aux travaux sur des installations électriques connaissez-vous?

---

---

---

---

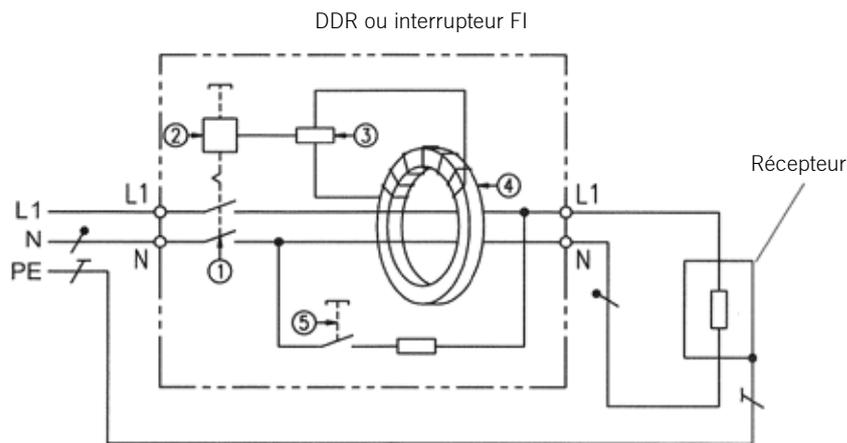
## Mesures de sécurité

### Mesures de sécurité

Les mesures de sécurité d'ordre technique ont pour but d'éviter la présence de tensions de contact dangereuses sur des appareils et installations électriques malgré l'existence d'un défaut, p.ex. défaut d'isolation.

Dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) ou disjoncteur FI

Les disjoncteurs de protection à courant différentiel-résiduel DDR (également appelés disjoncteurs FI) assurent, en combinaison avec des mesures de protection traditionnelles, une protection optimale des personnes et protègent contre l'incendie.



### Montage

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| 1 Disjoncteur                 | L1 Conducteur aller (conducteur polaire, conducteur extérieur) |
| 2 Dispositif de déclenchement | N Conducteur retour (conducteur neutre)                        |
| 3 Bobine de déclenchement     | PE Conducteur de protection                                    |
| 4 Transformateur totalisateur |  |
| 5 Touche d'essai              |  |

### Fonctionnement

Le disjoncteur de protection à courant différentiel-résiduel (DDR) déclenche l'installation si la différence de courant (courant de défaut) entre les conducteurs aller et retour dépasse une valeur de consigne.



**Les disjoncteurs DDR n'offrent aucune protection contre les courts-circuits entre deux conducteurs polaires ou un conducteur polaire et le conducteur neutre.**

### Conditions d'utilisation

- Le point neutre du réseau à courant alternatif monophasé ou triphasé doit être mis à la terre.
- Après le disjoncteur DDR, le conducteur neutre doit être séparé du conducteur de protection.
- Le conducteur de protection ne doit pas passer à travers le transformateur totalisateur du disjoncteur DDR.



## Mesures de sécurité



### Les effets du courant sur le corps humain dépendent de l'intensité, de la durée de passage et du trajet du courant à travers le corps.

Pour les appareils utilisés à l'extérieur, p.ex. les tondeuses à gazon, les cisailles à tailler les haies, l'utilisation d'un disjoncteur DDR est obligatoire.

Il est recommandé de protéger parallèlement toutes les prises avec un dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (protection complémentaire).

Pour la protection contre les risques d'incendie, on utilise des dispositifs de protection à courant différentiel-résiduel de 300 mA.

Les dispositifs à courant différentiel-résiduel sont dotés d'un mécanisme de déclenchement sensible qui ne déclenche pas tant qu'aucun courant de défaut ne circule. Pour s'assurer que le mécanisme de déclenchement réagisse en cas de défaut, la touche d'essai doit être actionnée une fois par mois environ.

Surisolation ou double isolation

La surisolation ou double isolation est une isolation supplémentaire indépendante de l'isolation normale.

Symbole:



Les appareils avec surisolation **ne doivent pas être mis à la terre** et sont équipés, par conséquent, d'une fiche bipolaire sans contact de protection.

Protection par séparation

A l'aide d'un transformateur de séparation (rapport 1:1), un appareil unique ou une partie d'une installation est séparé galvaniquement (pas de liaison conductrice) du reste de l'installation. Le circuit secondaire n'a pas de conducteur de protection et ne doit pas être mis à la terre.

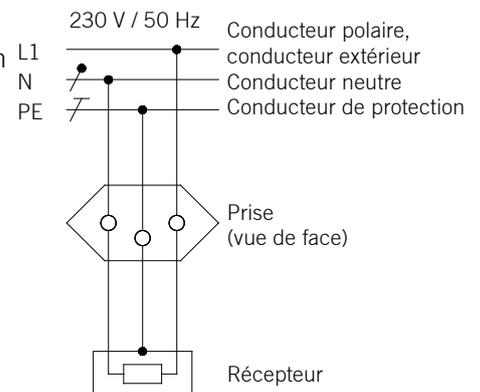


Mise à la terra

### On ne branche qu'un seul récepteur par enroulement secondaire.

La mise à la terra est une mesure de protection consistant à relier au conducteur de protection les parties conductrices n'appartenant pas au circuit d'exploitation, p.ex. boîtier d'appareil.

Le conducteur de protection est raccordé au conducteur neutre à un endroit défini du réseau.



La mise à la terra (système TNS) est une mesure de protection où les courants de défauts sont mis à la terre de l'alimentation (transformateur) par le conducteur de protection.

Pour utiliser un conducteur neutre existant comme conducteur PEN, il doit présenter une section minimale de 10 mm<sup>2</sup> de cuivre, être isolé sur toute sa longueur et ses extrémités repérées comme conducteur PEN, c'est-à-dire vert-jaune et bleu clair.

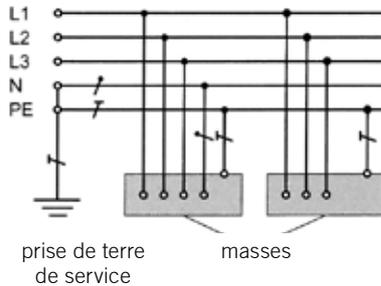
Cette mesure de sécurité est utilisée dans les régions à forte densité ou dans les installations disposant de leur propre transformateur.

Dans le cas de la mise à la terra selon le schéma TNS, un point est directement relié à la terre; les masses de l'installation électrique sont reliées à ce point par l'intermédiaire du conducteur de protection.

## Mesures de sécurité

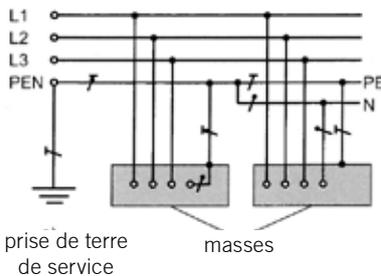
## Système TN-S

Le conducteur neutre et le conducteur de protection sont tirés séparément dans l'ensemble de l'installation



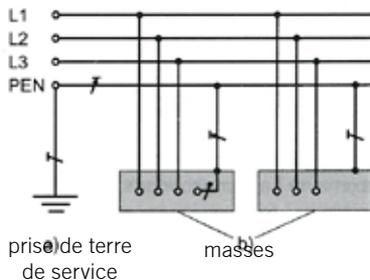
## Système TN-C-S

Les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur (PEN) dans une partie de l'installation d'alimentation.



## Système TN-C

Les fonctions de neutre et de protection sont combinées en un seul conducteur (PEN) dans l'ensemble de l'installation d'alimentation.



## Explication des symboles

Première lettre – Situation de l'alimentation par rapport à la terre.

**T** Liaison directe d'un point à la terre

Deuxième lettre – Situation des masses de l'installation électrique par rapport à la terre

**T** Masses reliées directement à la terre, indépendamment de la mise à la terre éventuelle d'un point de l'alimentation

**N** Masses reliées directement au point de l'alimentation mis à la terre. Dans les réseaux à courant alternatif, le point mis à la terre est normalement le point neutre

Autres lettres – Disposition du conducteur neutre et du conducteur de protection

**S** Un conducteur est prévu pour la fonction de protection; celui-ci est séparé du conducteur neutre (conducteur négatif ou positif relié à la terre dans un système à courant continu)

**C** Fonctions de neutre et de protection combinées en un seul conducteur (conducteur PEN)

## Symboles des conducteurs

