



# Électricité

Réf :  
252 002

Français – p 1

Version : 9101

**Maquette sécurité électrique 2 :  
Protection des personnes**



## 1. Description

### Ce module comprend

- 1 boîtier « Interrupteur différentiel »
- 1 boîtier « Machine à laver »
- 1 « Mannequin »
- 1 « sol » métallique avec connexion
- 1 « sol » isolant
- 1 « sol » tapis humidifiable
- 1 cordon jaune/vert (non représenté sur la photo...)

L'ensemble permet de simuler des gestes dangereux vis-à-vis d'une installation électrique. Il permet également de simuler des défauts électriques dans une machine à laver et leurs conséquences pour la sécurité des personnes.

La « Maquette Sécurité électrique » N°2 est complémentaire à la « Maquette Sécurité électrique » N°1, réf. 252 001, qui explique comment l'électricité est acheminée dans nos habitations, de la centrale électrique à la prise de courant, et qui permet de comprendre les différences existantes entre la « phase », le « neutre » et la « terre ». A défaut d'en disposer, l'exploitation pédagogique de votre ensemble sera partielle.

- Le « mannequin » mesure 205 mm pour une largeur de 90 mm. Il est issu d'une découpe dans un circuit imprimé.

Chacune des deux mains est prolongée par un cordon électrique noir équipé d'une fiche banane mâle de sécurité. Son pied gauche possède un talon métallique.

Ces trois points de contact aboutissent à un petit circuit électronique en forme de cœur. Si un courant circule de l'un de ces points de contact à un autre, une LED s'allume au milieu du cœur et témoigne d'une électrocution. La d.d.p. maximale tolérée est de 30 V.

Le mannequin tient sur un tableau métallique grâce à son dos magnétique. Un contact électrique franc peut être établi entre son pied et une surface choisie (un sol métallique par exemple).

- L'interrupteur différentiel fourni est un modèle à sensibilité élevée : 30 mA. Il est fabriqué et calibré pour fonctionner en courant alternatif 50 Hz quelle que soit la tension alternative utilisée. Cependant, la compatibilité des différentes parties de cette maquette n'est assurée que si la différence de potentiel du courant alternatif utilisé est comprise entre 12 et 24 V. L'interrupteur différentiel est de type bipolaire, c'est-à-dire qu'il interrompt simultanément les deux fils d'un circuit si une fuite de courant de 30 mA minimum se produit sur l'un de ces deux fils.

L'un de ces fils est le fil de la « phase » Ph d'une installation électrique en courant alternatif ; deux douilles de sécurité rouges ( $\varnothing 4$  mm) constituent l'entrée et la sortie de ce fil. L'autre fil est le fil du « neutre » N de cette même installation électrique; deux douilles de sécurité ( $\varnothing 4$  mm) bleues constituent l'entrée et la sortie de ce fil.

L'arrivée du courant peut s'effectuer aussi bien par les douilles du dessus que par celle du bas du boîtier ; le sens du courant n'a pas d'importance pour le fonctionnement de l'interrupteur différentiel.

Dimensions du boîtier de l'interrupteur différentiel : 120 x 160 x 90 mm.

- Le boîtier de la machine à laver permet de recevoir le fil de la « phase », le fil du « neutre » et le fil de « terre » au moyen de douilles de sécurité ( $\varnothing 4$  mm) de couleur respectivement rouge, bleue et jaune à collerette verte.

Une LED rouge indique la présence de courant. La d.d.p. maximale tolérée est de 30 V.

Dimensions du boîtier : 90 x 135 x 35 mm.

#### ● Trois types de sols sont disponibles

1. Un sol conducteur constitué d'une plaque métallique en acier inox équipée d'un cordon électrique jaune se terminant par une fiche banane mâle de sécurité jaune,
2. Un sol isolant. Il s'agit d'une plaque en PVC,
3. Un sol tapis, constitué de papier non tissé absorbant ; il peut être mouillé.

Passer, lors de l'expérimentation, d'un sol conducteur à un autre consiste à superposer cet autre sol sur le sol métallique.

Tous les boîtiers, les sols et le « mannequin » sont munis d'une semelle magnétique et peuvent donc être plaqués sur un tableau métallique, ce qui garantit une bonne visibilité des montages.

Les deux boîtiers sont à connecter entre eux et à l'alimentation électrique au moyen de cordons de sécurité de couleur appropriée : rouge pour le fil de la phase et bleu pour le fil du neutre. Il est conseillé d'utiliser des cordons avec fiches banane à reprise arrière pour faciliter les interconnexions.

Cet ensemble peut être associé à la « Maquette Sécurité électrique » N°3, réf. 252 003, pour étudier le disjoncteur, nécessaire pour la protection des biens, au travers d'expérimentations impliquant des récepteurs de différentes puissances. Une installation électrique conforme nécessite la mise en place de disjoncteurs et d'interrupteurs différentiels ; ce sont des dispositifs de sécurité complémentaires. La maquette N°3 nécessite de travailler sous une d.d.p. de 12 V.

#### Remarque

Au niveau de la couleur des fils, il est légalement obligatoire que le fil du neutre soit de couleur bleue et que le fil de terre soit ligné jaune et vert. Le fil de phase peut prendre n'importe quelle autre couleur (rouge, blanc, gris, noir, brun, ...) afin de permettre de distinguer les différents circuits dans un faisceau de fils.

Matériel complémentaire conseillé (non fourni)

- |  |              |
|--|--------------|
| - Maquette Sécurité électrique N°1           | Réf. 252 001 |
| - Alimentation Evolution F6F12 6-12V / 5A    | Réf. 281 483 |
| - Cordons de sécurité bleus, rouges et verts |              |

## 2. Objectifs

### Cet ensemble permet

- de réaliser le câblage nécessaire au raccordement électrique d'un récepteur (machine à laver) en respectant les normes de sécurité relatives à la sécurité des personnes (usage d'un interrupteur différentiel, respect des couleurs de fil, connexion des masses<sup>1</sup> à la « prise de terre »<sup>2</sup>)
- de démontrer le rôle de protection d'un interrupteur différentiel en cas de fuite de courant
- de démontrer la nécessité d'une « mise à la terre » des masses des récepteurs électriques et de prouver le rôle préventif d'une prise de terre vis-à-vis de la protection des personnes
- de démontrer la nécessité de l'usage d'un interrupteur différentiel parallèlement à la mise en place d'une prise de terre
- de simuler les gestes dangereux en utilisant le mannequin électrocutable en guise de cobaye et d'en observer les conséquences, différentes selon la présence ou l'absence d'interrupteur différentiel
- de simuler des situations dangereuses générées par des défauts électriques dans un récepteur (machine à laver) et d'en observer les conséquences pour les personnes en considérant :
  - L'absence ou la présence d'interrupteur différentiel
  - L'absence ou la présence d'une prise de terre correctement raccordée
  - La nature du sol (conducteur, isolant, humide)

## 3. Sécurité

La différence de potentiel appliquée doit être comprise entre 12 et 24 V pour des raisons de sécurité, et alternative pour des raisons de compatibilité avec l'ensemble du matériel. Elle doit provenir d'une alimentation composée d'un transformateur à enroulements séparés. Les différences de potentiel qui seront relevées lors des manipulations ne dépasseront donc pas 24 V et sont donc sans danger.



Il convient donc de bien insister sur le fait que ce montage est un modèle, et que les différences de potentiel disponibles sur une installation électrique réelle sont mortelles car beaucoup plus élevées.

## 4. Utilisation

Pour permettre une pleine exploitation pédagogique de cet ensemble, effectuer le montage de la « Maquette Sécurité électrique N°1 ».

- Placer le boîtier Interrupteur différentiel sur le tableau métallique et le connecter au boîtier Réseau électrique de la maquette N°1.
- Veiller à associer la couleur des cordons à la couleur des douilles pour respecter les conventions légales de couleur pour la Phase et le Neutre.
- Positionner le boîtier Prise de courant et le raccorder au boîtier Interrupteur différentiel.

<sup>1</sup> Parties métalliques accessibles tel que la carcasse d'une machine à laver.

<sup>2</sup> Borne « mâle » de la prise de courant qui est elle-même connectée à la terre au moyen d'un ou plusieurs piquets enfouis dans le sol (« piquet de terre ») ou au moyen d'une boucle en fil de cuivre enfouie sous les fondations de la maison (« boucle à fond de fouille »)

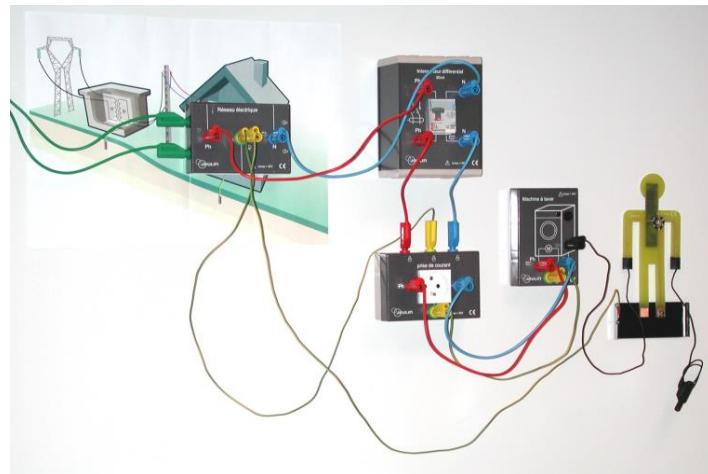
- Positionner ensuite le boîtier Machine à laver et le connecter au boîtier Prise de courant
- Brancher l'alimentation alternative 12 V au boîtier Réseau électrique.

Selon les mises en situation pédagogique :

- Brancher éventuellement la masse de la machine à laver à la prise de terre disponible sur la prise de courant de la maquette N°1 au moyen d'un cordon de couleur jaune et vert,
- Brancher éventuellement le sol à la douille « piquet de terre » disponible sur le boîtier Réseau électrique. Pour permettre une pleine exploitation pédagogique de cet ensemble, effectuer le montage de la « Maquette Sécurité électrique N°1 ».
- Placer le boîtier Interrupteur différentiel sur le tableau métallique et le connecter au boîtier Réseau électrique de la maquette N°1.
- Veiller à associer la couleur des cordons à la couleur des douilles pour respecter les conventions légales de couleur pour la Phase et le Neutre.
- Positionner le boîtier Prise de courant et le raccorder au boîtier Interrupteur différentiel
- Positionner ensuite le boîtier Machine à laver et le connecter au boîtier Prise de courant
- Brancher l'alimentation alternative 12 V au boîtier Réseau électrique.

Selon les mises en situation pédagogique

- Brancher éventuellement la masse de la machine à laver à la prise de terre disponible sur la prise de courant de la maquette N°1 au moyen d'un cordon de couleur jaune et vert,
- Brancher éventuellement le sol à la douille « piquet de terre » disponible sur le boîtier Réseau électrique.



**Remarque**

A défaut de posséder la « Maquette Sécurité électrique » N°1, connecter les boîtiers dans l'ordre suivant : alimentation électrique – interrupteur différentiel – machine à laver. Les fils de terre sont alors à connecter au neutre en amont de l'interrupteur différentiel.

## 5. Expérimentation

### 5.1 Rôle de l'interrupteur différentiel

Réaliser le montage complet et conforme de la machine à laver et de l'interrupteur différentiel dans l'environnement de la « Maquette Sécurité électrique N°1 » tel que décrit au chapitre 4, y compris la connexion de la masse de la machine à laver à la prise de terre.

Provoquer brièvement une fuite de courant au niveau de la machine à laver en court-circuitant :

- |                                      |            |
|--------------------------------------|------------|
| -Le fil du neutre et le fil de terre | - Observer |
| -Le fil de phase et le fil de terre  | - Observer |

## 5.2 Les gestes dangereux

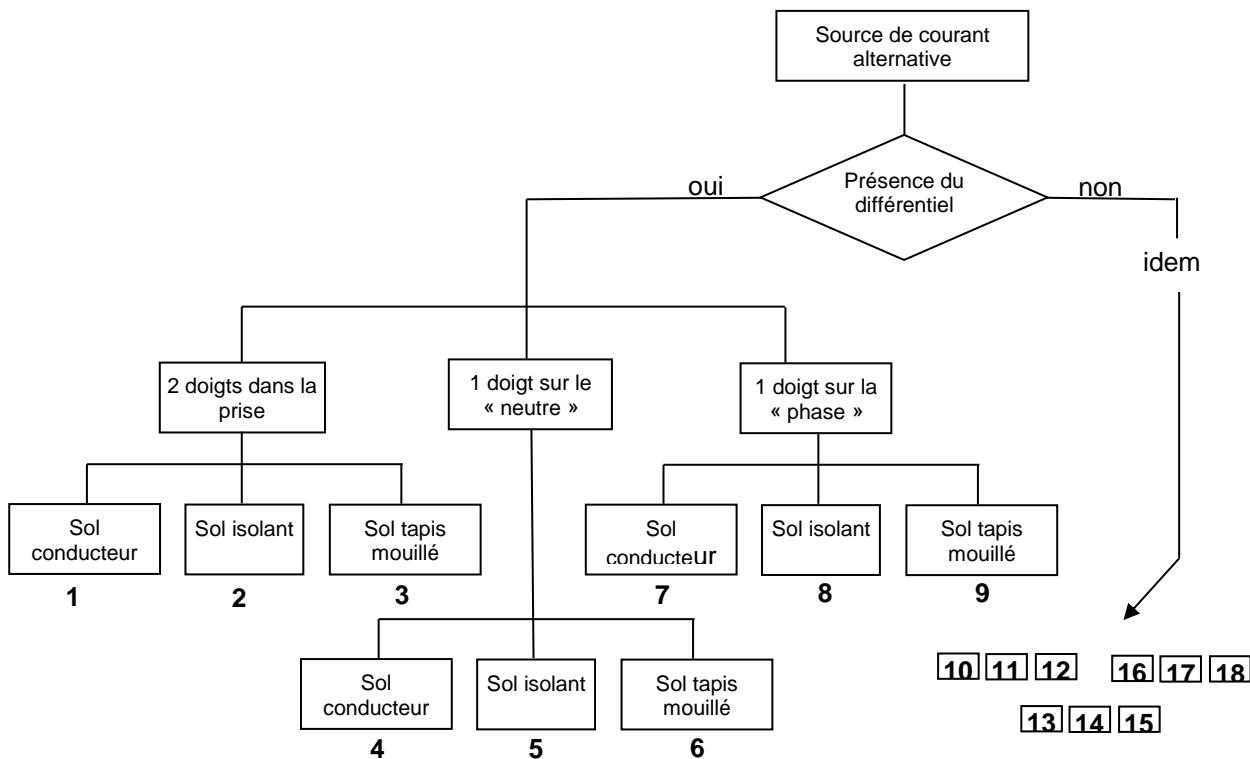
Ces gestes dangereux, entraînant un contact physique avec une installation électrique domestique, peuvent résulter d'initiatives volontaires ou d'actions accidentelles.

Quatre paramètres expérimentaux sont considérés et permettent de multiplier, par combinaisons, les situations expérimentales :

- la présence ou l'absence de l'interrupteur différentiel
- toucher du circuit avec une main (doigt) ou avec deux mains
- la nature des fils touchés (phase, neutre ou terre)
- la nature du sol (conducteur, isolant, tapis mouillé)

Remarque : Le sol peut être mouillé avec de l'eau salée pour le rendre plus facilement conducteur.

Il en résulte 18 mises en situations qui peuvent être schématisées par le diagramme suivant :



Chacune de ces situations (numérotées de 1 à 18) peut faire l'objet d'une expérimentation. Le mannequin sert de cobaye pour mettre en évidence les risques d'électrocution.

D'autres mises en situations peuvent encore être conçues en envisageant, pour le mannequin un double contact manuel, non plus dans les deux trous de la prise, mais entre la phase et la terre (ou entre le neutre et la terre), avec le pied en contact ou non avec le sol.

La « Maquette Sécurité électrique » N°3 permet de confronter les deux types de sécurité en doublant ces situations selon l'absence ou la présence du disjoncteur bipolaire.

## 5.3 Les défauts électriques et risques pour les personnes

Deux défauts électriques peuvent être envisagés :

1. Un contact électrique entre la « phase » et la masse du récepteur (machine à laver)
2. Un contact électrique entre le « neutre » et la masse du récepteur (machine à laver)

Pour limiter le nombre de mises en situation, considérons trois paramètres expérimentaux qui, par combinaisons, multiplient les situations expérimentales :

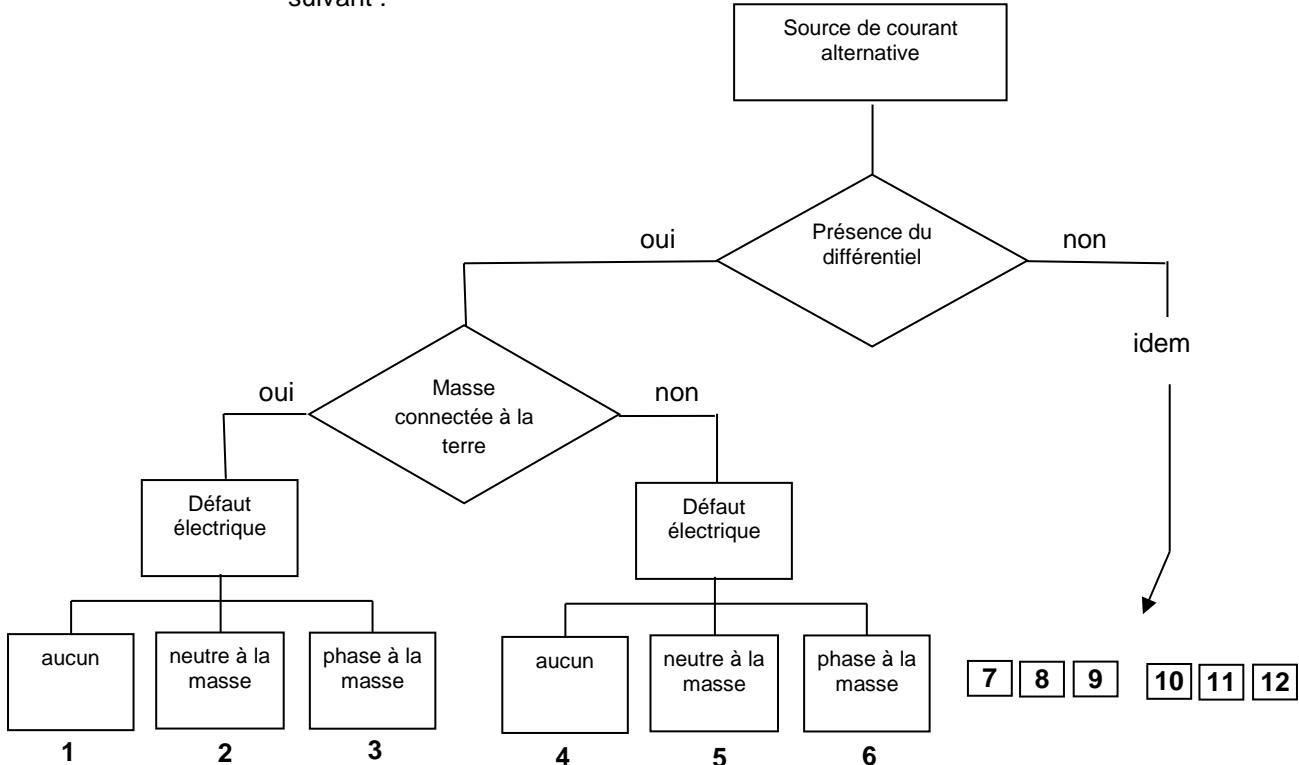
- la présence ou l'absence de l'interrupteur différentiel
- la connexion ou l'absence de connexion de la masse à la terre

- la nature du défaut électrique (aucun, neutre à la masse, phase à la masse)

Le défaut électrique est provoqué en court-circuitant la masse avec la phase ou le neutre selon le cas étudié.

Le mannequin sert de cobaye pour mettre en évidence les risques d'électrocution. Il est debout « pieds nus » sur un sol conducteur et touche la carcasse de la machine à laver après l'apparition du défaut électrique.

Il en résulte 12 mises en situations qui peuvent être schématisées par le diagramme suivant :



Chacune de ces situations (numérotées de 1 à 12) peut faire l'objet d'une expérimentation.

## 6. Résultats expérimentaux et analyse

### 6.1 Rôle de l'interrupteur différentiel

Opération	Observation	Justification
Fuite de courant neutre-terre	Rien ne se passe	La d.d.p. entre le neutre et le fil de terre est nulle. En effet, chez le fournisseur d'électricité, le neutre est raccordé à la terre.
Fuite de courant phase-terre	Déclenchement du différentiel	Il existe une d.d.p. élevée (12 V pour ce modèle – 230 V dans une installation réelle) entre la phase et la terre.

Il est possible de vérifier la fiabilité de l'interrupteur différentiel en contrôlant l'importance de la fuite de courant entre la phase et la terre. L'usage de résistances de valeurs différentes permet de quantifier (par calculs ou par mesures) l'importance de la fuite. Pour provoquer le déclenchement de l'interrupteur différentiel sous 12 V, la valeur maximale de la résistance doit être de 400 ohms afin que le courant de fuite soit supérieure à 30 mA.

## 6.2 Les gestes dangereux

Les résultats des 18 expérimentations peuvent être consignés dans le tableau suivant.

N°	Présence différentiel	Geste	Sol	Déclench. différentiel	Choc électrique	Electrocution permanente
1	oui	2 doigts dans prise	conduct.	O	O	N
2			Isolant	N	O	O
3			mouillé	O	O	N
4		1 doigt sur neutre	conduct.	N	N	N
5			Isolant	N	N	N
6			mouillé	N	N	N
7		1 doigt sur phase	conduct.	O	O	N
8			Isolant	N	N	N
9			mouillé	O	O	N
10	non	2 doigts dans prise	conduct.	sans objet	O	O
11			Isolant		O	O
12			mouillé		O	O
13		1 doigt sur neutre	conduct.		N	N
14			Isolant		N	N
15			mouillé		N	N
16		1 doigt sur phase	conduct.		O	O
17			Isolant		N	N
18			mouillé		O	O

La dernière colonne « Electrocution permanente » montre qu'en cas de contact (volontaire ou non) avec les fils d'une installation électrique, la probabilité d'être électrocuté suffisamment longtemps pour entraîner rapidement le décès est beaucoup plus élevée en l'absence d'interrupteur différentiel.

Le caractère permanent de l'électrocution tient à la présence de l'interrupteur différentiel ; son déclenchement coupe l'arrivée du courant et supprime donc la cause de l'électrocution. La fonction de l'interrupteur différentiel est donc bien de protéger les personnes.

Une analyse plus poussée peut être effectuée en ajoutant trois colonnes au tableau : Schéma, Parcours du courant et Remède.

Le schéma reprend les éléments électriques, le sol et le mannequin exécutant son geste. Le parcours est l'énumération des parties (électriques ou non) traversées par le courant. Cette réponse peut être complétée par des flèches qui tracent ce parcours sur le schéma. Le remède est la solution qui supprime tout danger.

### **Remarque**

La mise en œuvre de la « Maquette Sécurité électrique » N°3 (protection des biens) permet de démontrer que le disjoncteur n'assure nullement la protection des personnes en cas d'électrocution. En effet, l'intensité électrique qui entraîne un décès est de seulement 50 mA. Or, les disjoncteurs utilisés dans les habitations ne déclenchent instantanément qu'à une intensité de plusieurs dizaines d'ampères !

## 6.3 Les défauts électriques et risques pour les personnes

Les résultats des 12 expérimentations peuvent être consignés dans le tableau suivant.

N°	Présence différentiel	Masse connectée	Défaut électrique	Déclench. différentiel	Choc électrique	Electrocution permanente	Rque
1	oui	oui	aucun	N	N	N	
2			neutre à la masse	N	N	N	
3			Phase à la masse	O	N	N	(1)
4		non	aucun	N	N	N	
5			neutre à la masse	N	N	N	
6			Phase à la masse	N	O	N	(2)
7	non	oui	aucun	sans objet	N	N	
8			neutre à la masse		N	N	
9			Phase à la masse		O	O (N)	(3)
10		non	aucun		N	N	
11			neutre à la masse		N	N	
12			Phase à la masse		O	O	

- (1) L'interrupteur différentiel déclenche avant que le mannequin ne touche la machine.  
 (2) L'interrupteur différentiel déclenche lorsque le mannequin touche la machine.

(3) La phase est mise à la terre. Cela correspond à un court-circuit franc de la source de courant. Seule la résistance de la terre limite l'intensité. Si le piquet de terre est efficace (faible résistance de contact avec le sol), l'intensité devrait être suffisante pour provoquer le déclenchement des disjoncteurs. Dans le cas contraire, le mannequin continue à se faire électrocuter...

La colonne « Electrocution permanente » montre que, en cas de défaut électrique, la probabilité d'être électrocuté suffisamment longtemps pour entraîner rapidement le décès est plus élevée en l'absence d'interrupteur différentiel.

Seul le fil de phase de l'alimentation est réellement dangereux.

Le caractère permanent de l'électrocution tient à la présence de l'interrupteur différentiel ; son déclenchement coupe l'arrivée du courant et supprime donc la cause de l'électrocution. La présence simultanée d'un interrupteur différentiel et d'une connexion de la masse à la terre permet de supprimer tout risque de choc électrique en cas de défaut électrique d'un appareil.

### Remarque

Un troisième type de défaut n'a pas été considéré : le court-circuit franc entre la phase et le neutre. Ce défaut ne provoque pas de fuite de courant mais une surintensité. Dès lors, l'interrupteur différentiel est inopérant pour ce défaut ; c'est le disjoncteur qui assure dans ce cas la sécurité.

## 7. Service après-vente

Pour tous réglages, contacter le **Support Technique** au **0 825 563 563**.

Le matériel doit être retourné dans nos ateliers et pour toutes les réparations ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN – S.A.V.**  
468 rue Jacques Monod  
CS 21900  
27019 EVREUX CEDEX France

**0 825 563 563\***

\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.  
\*\* Numéro valable uniquement pour la France métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EFE, composez le +33 2 32 29 40 50.

Aide en ligne  
**FAQ.jeulin.fr**



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France  
Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)  
International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)  
SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux

# Direct connection for technical support



A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediately to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.  
\*\* Only for call from foreign countries.