

Surveillance de câbles

Principes techniques de base et exemples

Table des matières

Principes de base de la surveillance de câbles 3

Circuit en pont 4

 1. Défaut interne entre blindage et conducteur 5

 2. Défaut à la terre 5

 3. Analyse..... 5

 4. Résistances d’isolation..... 6

Exemples 8

 • Exemple 1: Surveillance du câble d’alimentation en matière de défaut interne et défaut à la terre (surveillance standard) ... 8

 • Exemple 2: Surveillance du câble d’alimentation en matière de défaut interne et défaut à la terre, rupture de blindage de câble, raccordement de blindage et câble de liaison 10

 • Exemple 3: Surveillance du câble conducteur de retour en matière de défauts d’isolation entre conducteur et blindage ainsi que blindage et le câble de retour 12

 • Exemple 4: Surveillance du câble de conducteur retour en matière de défauts d’isolation entre conducteur et blindage ainsi que blindage et câble de retour, rupture de blindage de câble, raccordement de blindage et câble de liaison 14

Combinaisons en cas de surveillance multiple 16

 • Surveillance de câble d’alimentation 16

 • Surveillance du câble conducteur de retour 18

Surveillance de câbles

Principes de base de la surveillance de câbles

La surveillance de l'isolation de câble effectuée avec les appareils de la société ESN-Bahngeräte GmbH est basée sur l'idée d'observer et d'analyser la tension entre le câble à blindage et de retour/terre (tension de blindage U_{Blindage}) par rapport à la tension conducteur-blindage (U_A). C'est la raison pour laquelle il est possible d'exercer une surveillance même pour un seul câble avec blindage.

Afin de pouvoir mesurer la tension de blindage U_{Blindage} , qui se situe à environ 40 V CC pour une tension de ligne de contact de $U_{\text{FL}} = 750\text{V CC}$ dans l'appareil de surveillance de câbles, une résistance terminale de $R_A = 1,12\text{ M}\Omega$ est mise en parallèle de l'isolation de conducteur R_{ISRL} ($R_{\text{Isol-Conducteur-Blindage}}$) et une résistance terminale $R_S^1 = 68\text{ k}\Omega$ est mise en

parallèle de l'isolation de blindage R_{ISRL} ($R_{\text{Isol-Blindage-Câble Retour}}$).

La réduction des résistances totales ainsi obtenue permet d'atteindre la tension de blindage U_{Blindage} d'environ 40V CC servant de critère de mesure pour les cas de défauts à détecter.

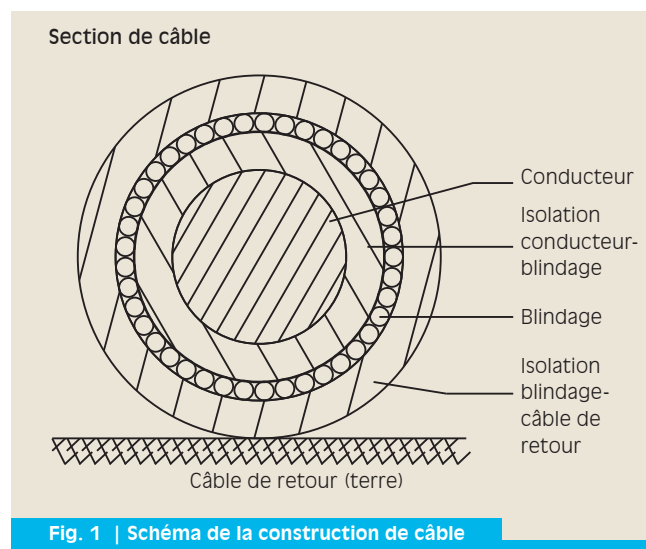


Fig. 1 | Schéma de la construction de câble

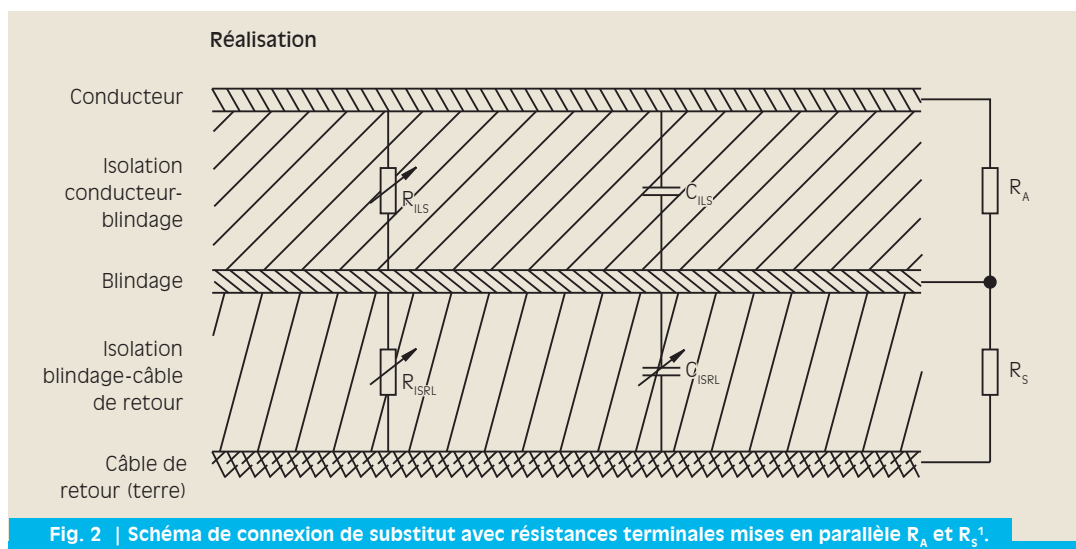


Fig. 2 | Schéma de connexion de substitut avec résistances terminales mises en parallèle R_A et R_S^1 .

1) R_S^1 : représente la résistance terminale, indiquée sous cette abréviation dans la totalité du texte et dans les illustrations.

Surveillance de câbles

Circuit en pont

Les deux connexions en parallèle des résistances d'isolation (R_{ILS} et R_{ISRL}) avec les résistances terminales (résistances en pont) R_A et R_S sont interconnectées avec l'appareil de mesure en pont de Wheatstone. U_{Seuil} représente alors la tension qui est réglée comme tension de seuil pour un **câble sans défaut** entre blindage et câble de retour.

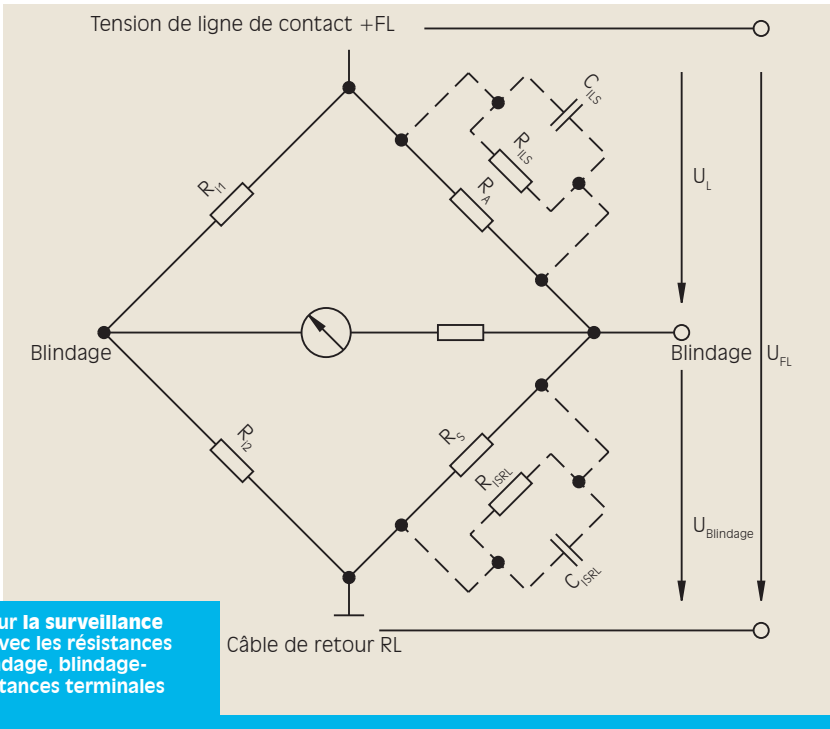


Fig. 3 | Circuit en pont pour la surveillance du câble d'alimentation avec les résistances d'isolation conducteur-blindage, blindage-câble de retour et les résistances terminales dans les branches de pont

Résistance terminale entre conducteur et blindage	$R_A = 1,12 \text{ M}\Omega$
Résistance terminale entre blindage et câble de retour	$R_S = 68 \text{ k}\Omega$
Résistance ohmique entre conducteur et blindage	R_{ILS}
Résistance capacitive entre conducteur et blindage	RC_{ILS}
Résistance ohmique entre blindage et câble de retour	R_{ISRL}
Résistance capacitive entre blindage et câble de retour	RC_{ISRL}
Résistances internes pont de l'appareil de surveillance de câbles	R_{11} et R_{12}

Au lieu de l'instrument, c'est un amplificateur d'opération qui est placé dans l'appareil de surveillance de câbles avec un seuil de réponse réglable pour les deux défauts d'isolation à surveiller: défaut interne et défaut à la terre. La résistance de pont mesurée correspond à la mise en parallèle des résistances d'isolation et terminales ($R_A = 1,12 \text{ M}\Omega$ entre conducteur et blindage et $R_S = 68 \text{ k}\Omega$ entre blindage et câble de retour). Les résistances terminales sont soit intégrées dans l'appareil, soit

connectées sur les extrémités de câbles pour surveiller le blindage. Les exemples suivants permettent de démontrer que dans ces cas, les chutes de tension du câble d'alimentation ou du câble conducteur de retour sont prises en compte dans la mesure et que la qualité de conducteur peut ainsi être surveillée. Les modifications au niveau de l'isolation et donc des résistances d'isolation du câble entre conducteur et blindage influencent la mesure de la résistance de pont et indiquent les cas de défauts suivants.

Surveillance de câbles

1. Défaut interne entre blindage et conducteur

En cas de défaut interne, la résistance d'isolation conducteur-blindage **diminue** et par conséquent la tension de conducteur U_A également, ce qui entraîne une augmentation de la tension de blindage U_{Blindage} :

$U_{\text{Blindage}} > U_{\text{Seuil}} \rightarrow$ Défaut interne
 \rightarrow Message défaut interne

2. Défaut à la terre

En cas de défaut à la terre, la résistance d'isolation blindage-câble de retour diminue et la tension de blindage U_s diminue en rapport:

$U_{\text{Blindage}} > U_{\text{Seuil}} \rightarrow$ Défaut à la terre
 \rightarrow Message défaut à la terre

3. Analyse

Dans de nombreux cas, l'analyse est réalisée de telle manière que le sens d'action « **défaut interne** » entraîne une mise hors circuit, le sens d'action « **défaut à la terre** » seulement un **message** et n'entraîne pas de mise hors circuit, ce qui laisse suffisamment de temps pour rechercher le défaut et l'éliminer, sans que l'installation ne soit automatiquement mise hors circuit.

Appareil de surveillance de câbles
Type 8531, tension nominale 750V CC.
Cet appareil ne nécessite pas de tension auxiliaire, il peut être branché sans unité d'affichage.



Surveillance de câbles

4. Résistances d'isolation

La fig. 4 représente les valeurs d'iso-
lation R_{ILS} (conducteur-blindage)
et R_{ISRL} (blindage-câble de retour)
par rapport à la tension de ligne de
contact de 750V CC en fonction de
la tension de blindage $U_{Blindage}$.

En cas de tensions de lignes de
contact autres que 750V CC,
 $U_{Blindage} \rightarrow U_{Blindage \text{ pour UFL}}$ (U_{FL} =
tension de performance) est na-
turellement modifié. La valeur de
tension de blindage alors mesurée

$U_{Blindage \text{ pour UFL}}$ doit être multipliée
par le rapport $750V/U_{FL}$, afin de
pouvoir appliquer la courbe graphi-
que normalisée et déterminer les
résistances d'isolation avec cette
tension de service.

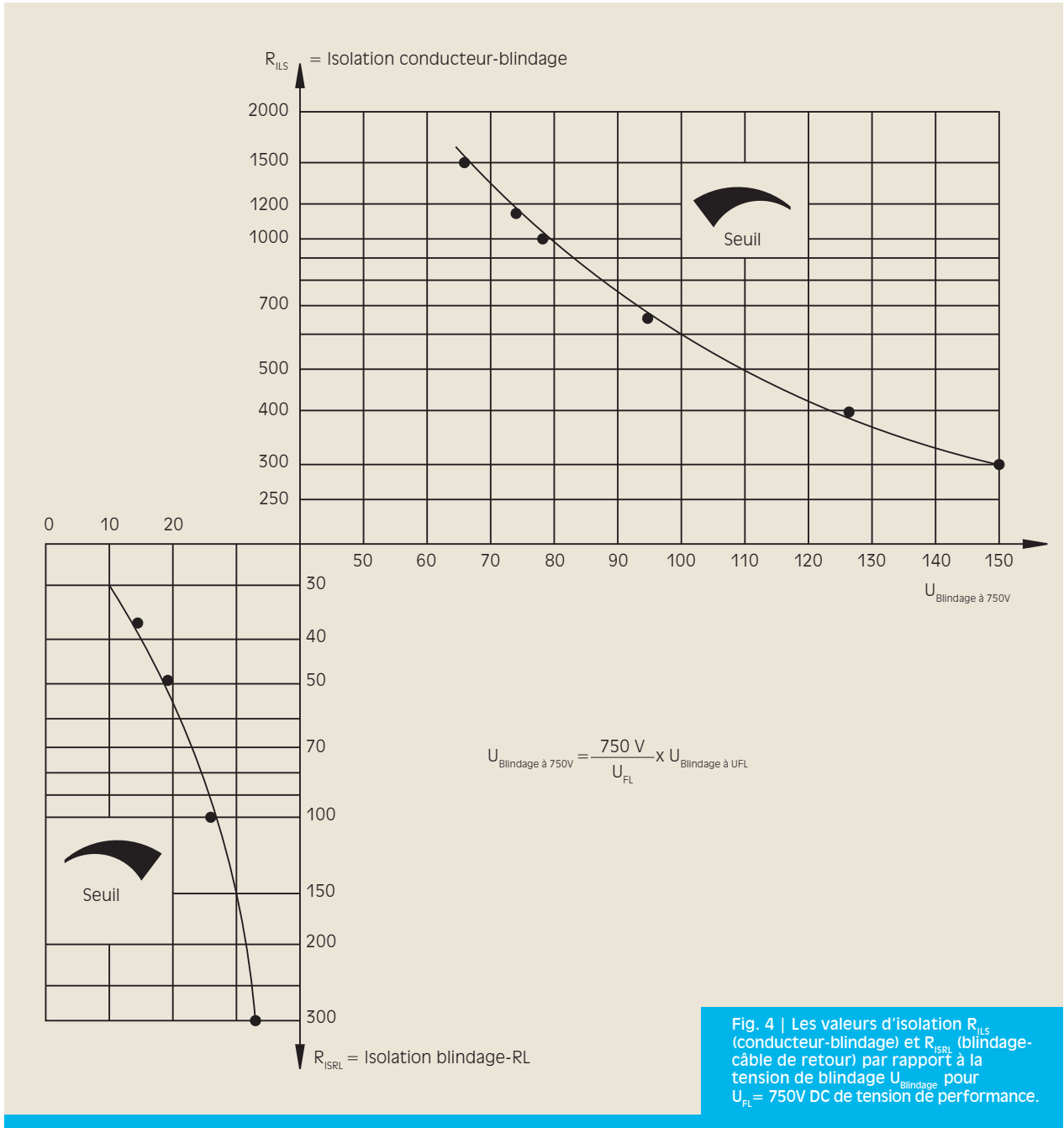


Fig. 4 | Les valeurs d'isolation R_{ILS} (conducteur-blindage) et R_{ISRL} (blindage-câble de retour) par rapport à la tension de blindage $U_{Blindage}$ pour $U_{FL} = 750V$ DC de tension de performance.

Surveillance de câbles

Les exemples suivants présentent les différentes possibilités de surveiller les câbles d'alimentation et de conducteur de retour. En fonction de l'endroit où les résistances terminales sont montées, les chutes de tension sur les câbles d'alimentation et de conducteur de retour peuvent être intégrées dans la mesure et utilisées pour l'analyse. Il en est de même pour la surveillance de rupture de blindage.

...exemples

Appareil de surveillance de câbles
Type 8532/8533, tension nominale 750V CC. Cet appareil nécessite une tension auxiliaire de 18–80 V CC, un appareil d'affichage peut être branché.



Unité d'affichage

Type 853291, affichage de la valeur réelle et de la valeur limite pour la résistance conducteur-blindage et blindage-câble de retour. L'affichage peut être mis en oeuvre uniquement avec des appareils de surveillance de câbles de type 8532/8533.



Surveillance de câbles

Exemple 1: Surveillance du câble d'alimentation en matière de défaut interne et à la terre (surveillance standard)

La borne S de l'appareil de surveillance est reliée au blindage du câble d'alimentation, les résistances terminales $R_A = 1,12\text{ M}\Omega$ et $R_S = 68\text{ k}\Omega$ sont intégrées dans l'appareil de surveillance de câbles.

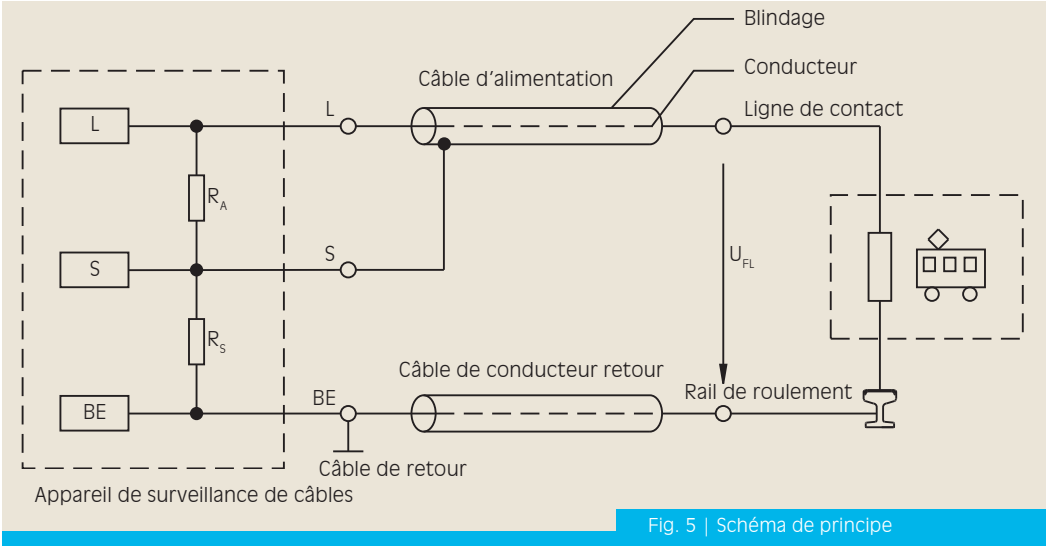


Fig. 5 | Schéma de principe

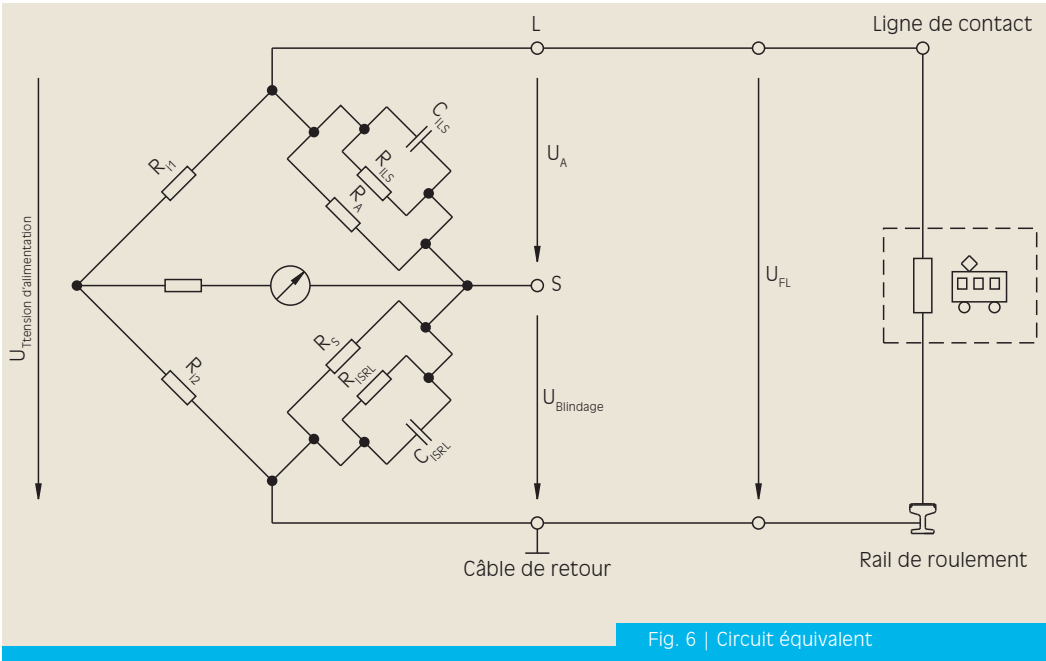


Fig. 6 | Circuit équivalent

Surveillance de câbles

Fonctionnement

Défaut interne:

La résistance d'isolation R_{ILS} entre conducteur et blindage est réduite ou à zéro

$R_{ILS} = \text{réduit ou } 0 \rightarrow U_A \text{ réduit} \rightarrow U_{\text{Blindage}} \text{ augmente}$
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} > U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut interne} \rightarrow \text{Message défaut interne}$

Défaut à la terre:

La résistance d'isolation R_{ISRL} entre blindage et câble de retour est réduite ou à zéro

$R_{ISRL} = \text{réduit ou } 0 \rightarrow U_{\text{Blindage}} \text{ réduit}$
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} < U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut à la terre} \rightarrow \text{Message défaut à la terre}$

Les pertes de tension, aussi bien sur le câble d'alimentation que sur le câble conducteur de retour, sont sans influence sur la mesure

Caractéristiques: Appareil de surveillance de câbles

- surveille l'isolation conducteur-blindage
- surveille l'isolation blindage-câble de retour
- pas de surveillance de rupture du blindage
- pas de surveillance du raccordement de blindage et du câble de liaison



Les résistances terminales pour les appareils de surveillance de type 8531, 8532 et 8533, tension nominale 750V CC. Disponible avec 68kΩ et 1,12MΩ, ainsi qu'avec différents boîtiers pour montage extérieur et intérieur.

Surveillance de câbles

Exemple 2: Surveillance du câble d'alimentation en matière de défaut interne, défaut à la terre, rupture du blindage de câble, raccordement de blindage et câble de liaison

La borne S de l'appareil de surveillance est reliée au blindage du câble d'alimentation, la résistance terminale $R_A = 1,12\text{ M}\Omega$ n'est plus reliée dans l'appareil de surveillance de câbles mais à l'extrémité du câble d'alimentation avec le blindage. Il faut malgré tout se le représenter comme une résistance parallèle au conducteur et au blindage dans le pont de mesure. La résistance terminale $R_S = 68\text{ k}\Omega$ reste entre le blindage et le câble de retour dans l'appareil de surveillance.

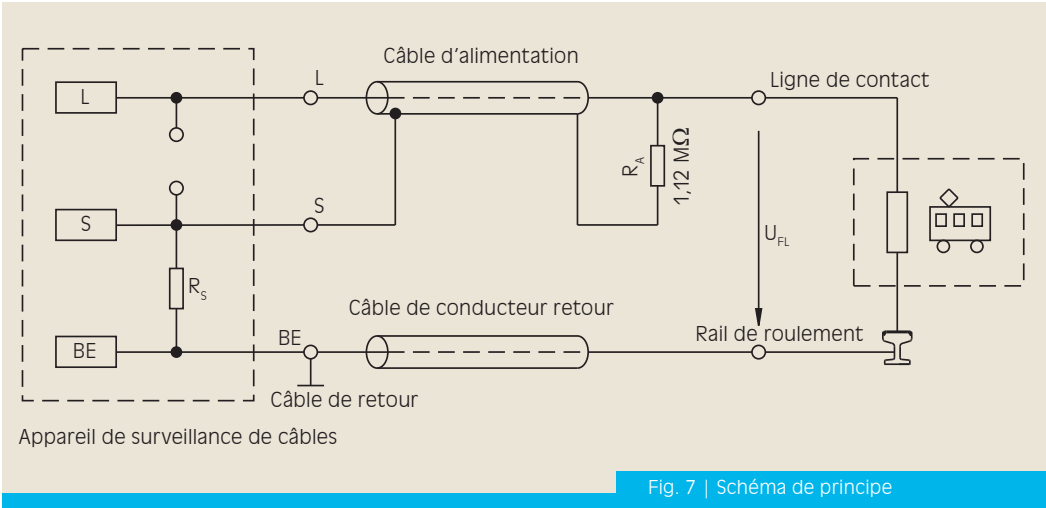


Fig. 7 | Schéma de principe

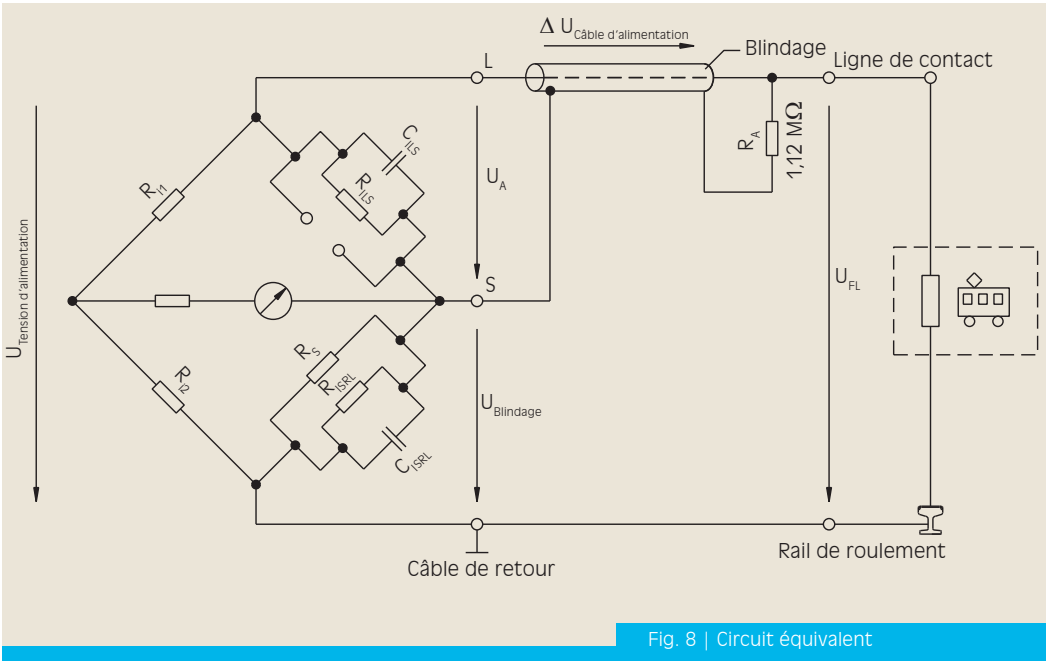


Fig. 8 | Circuit équivalent

Surveillance de câbles

Fonctionnement

Défaut interne:

La résistance d'isolation R_{ILS} entre conducteur et blindage est réduite ou à zéro

$R_{ILS} = \text{réduit ou } 0 \rightarrow U_A \text{ réduit} \rightarrow U_{\text{Blindage}}$ devient plus important
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} > U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut interne} \rightarrow \text{Message défaut interne}$

Défaut à la terre:

La résistance d'isolation R_{ISRL} entre blindage et câble de retour est réduite ou à zéro

$R_{ISRL} = \text{réduit ou } 0 \rightarrow U_{\text{Blindage}} \text{ réduit}$
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} < U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut à la terre} \rightarrow \text{Message défaut à la terre}$

Rupture de blindage:

En cas de rupture de blindage ou de rupture de câbles de raccordement, la résistance de pont augmente entre le conducteur et le blindage avec pour conséquence

$\rightarrow U_A \text{ devient plus grand } U_{\text{Blindage}} \text{ plus petit}$
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} < U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut à la terre} \rightarrow \text{Message défaut à la terre}$

Les pertes de tension sur le câble de conducteur retour n'ont pas d'incidence sur la mesure, les pertes de tension sur le câble d'alimentation n'influencent que faiblement la surveillance. Même en cas de surcharge importante du câble d'alimentation ($\Delta U_{\text{Câble d'alimentation}}$ devient plus grand), la tension de blindage n'augmente pas mais diminue $\rightarrow U_{\text{Blindage}} < U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{défaut à la terre}$

Caractéristiques: Appareil de surveillance de câbles

- surveille l'isolation conducteur-blindage
- surveille l'isolation blindage-câble de retour
- surveille la rupture de blindage
- surveille le raccordement de blindage et le câble de liaison
- La réponse de la surveillance de rupture n'entraîne pas de mise hors circuit de la tension de service mais seulement un message de défaut à la terre



Appareil de contrôle et de réglage pour appareils de surveillance de câbles 8531, 8532 et 8533, tension nominale 750V CC.

Surveillance de câbles

Exemple 3: Surveillance du câble de retour en matière de défauts d'isolation entre conducteur et blindage ainsi qu'entre blindage et câble retour

La borne S de l'appareil de surveillance est reliée au blindage du câble de conducteur retour, les résistances terminales $R_A = 1,12 \text{ M}\Omega$ et $R_S = 68 \text{ k}\Omega$ restent dans l'appareil de surveillance de câbles. Du point de vue électrique, les deux sections d'isolation, conducteur retour-blindage de conducteur retour et blindage de conducteur retour-câble retour, sont mises en parallèle, le conducteur retour étant relié au câble de retour.

Il en résulte en conséquence le circuit équivalent suivant.

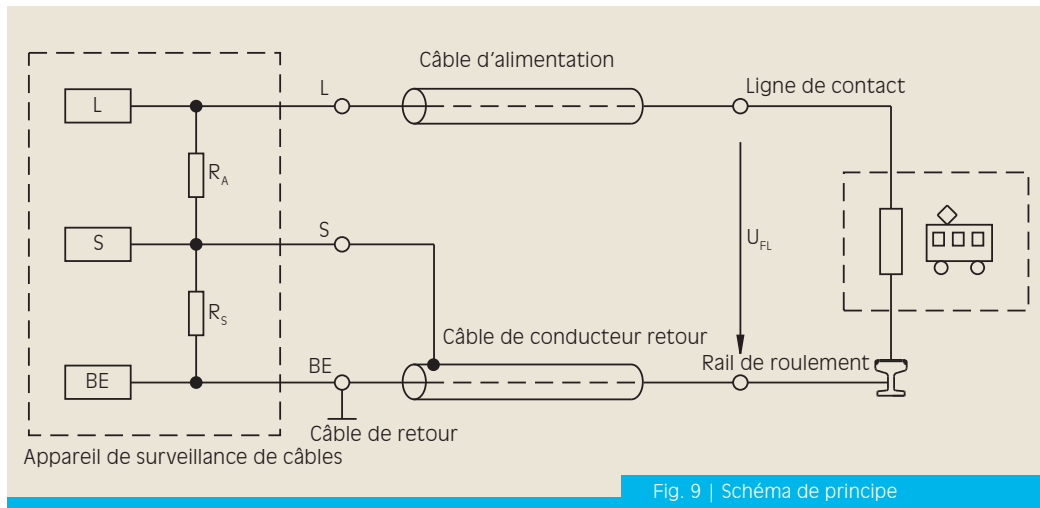


Fig. 9 | Schéma de principe

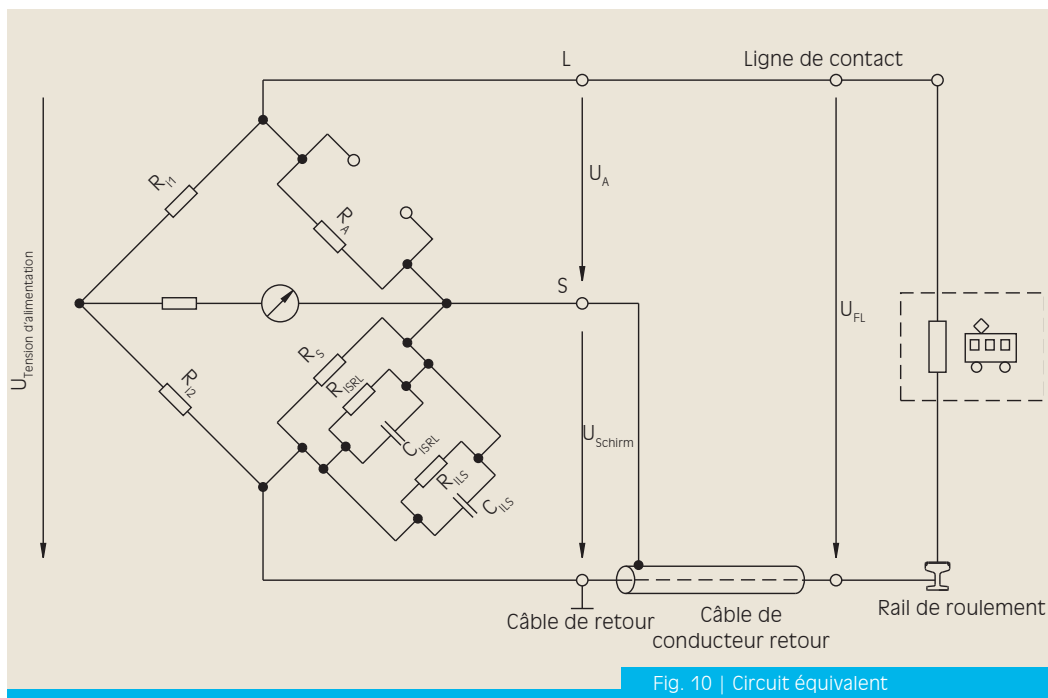


Fig. 10 | Circuit équivalent

Surveillance de câbles

Spécificité de la surveillance de conducteur retour

Le défaut d'isolation blindage-conducteur aussi bien que le défaut d'isolation blindage-câble retour constituant du point de vue de la technique de mesure (à cause de la mise en parallèle des deux sections d'isolation) un « défaut à la terre » et entraînent seulement un message d'erreur à la terre et pas de mise hors circuit.

Défaut d'isolation:

R_{ISRL} ou R_{ILS} = réduit ou 0 $\rightarrow U_{\text{Blindage}}$ réduit
 $\rightarrow U_{\text{Blindage}} < U_{\text{Seuil}} \rightarrow \text{Défaut à la terre} \rightarrow \text{Message défaut à la terre}$

Les pertes de tension, aussi bien sur le câble conducteur retour que sur le câble d'alimentation, sont sans influence sur la surveillance d'isolation.

Caractéristiques: Appareil de surveillance de câbles

- surveille l'isolation conducteur-blindage
- surveille l'isolation blindage-câble de retour
- pas de surveillance de rupture du blindage
- pas de surveillance du raccordement de blindage et du câble de liaison



Les appareils de surveillance de câble peuvent également être fournis pour des tensions nominales plus importantes (par ex. 1500V CC et 2400V CC). Les appareils fonctionnent avec un module de distribution externe.

Surveillance de câbles

Exemple 4: Surveillance du câble de conducteur retour en matière de défauts d'isolation entre conducteur et blindage ainsi que blindage et câble de retour, rupture de blindage de câble, raccordement de blindage et câble de liaison

La borne S de l'appareil de surveillance est reliée avec le blindage du câble de conducteur retour. La résistance terminale $R_s = 68 \text{ k}\Omega$ n'est plus reliée dans l'appareil de surveillance, mais à l'extrémité du câble de retour avec le rail de roulement, si l'on veut surveiller également la rupture du câble de liaison). Il faut malgré tout se le représenter comme une résistance parallèle des deux sections d'isolation dorénavant mises en parallèle, conducteur-blindage et blindage-câble retour dans le pont de mesure (voir fig.12). Les sections d'isolation conducteur-blindage et blindage-câble retour sont mises en parallèle électriquement, le conducteur étant relié au câble de retour. La résistance terminale $R_s = 1,12 \text{ k}\Omega$ reste entre conducteur et blindage dans l'appareil de surveillance.

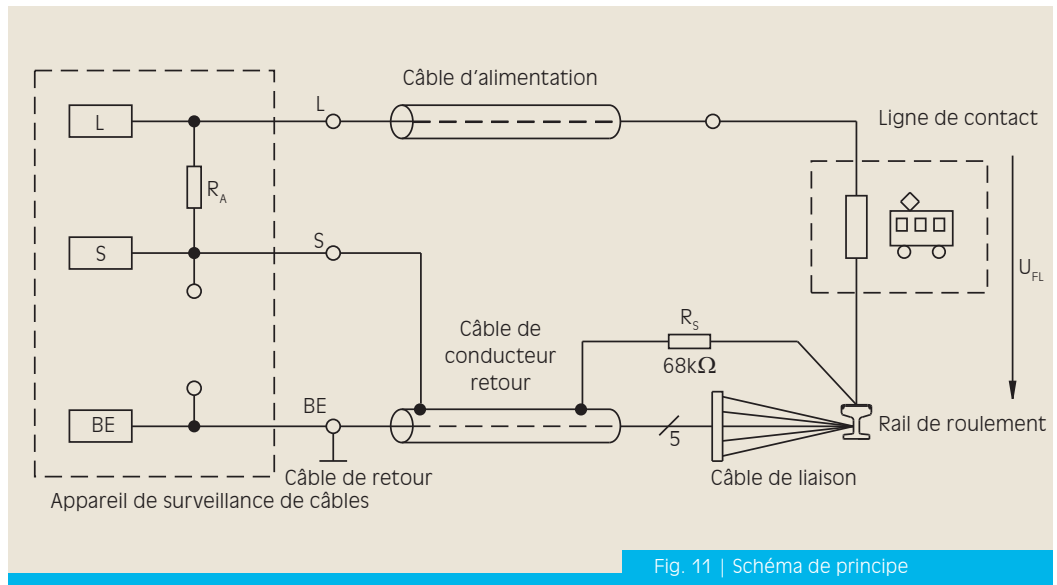


Fig. 11 | Schéma de principe

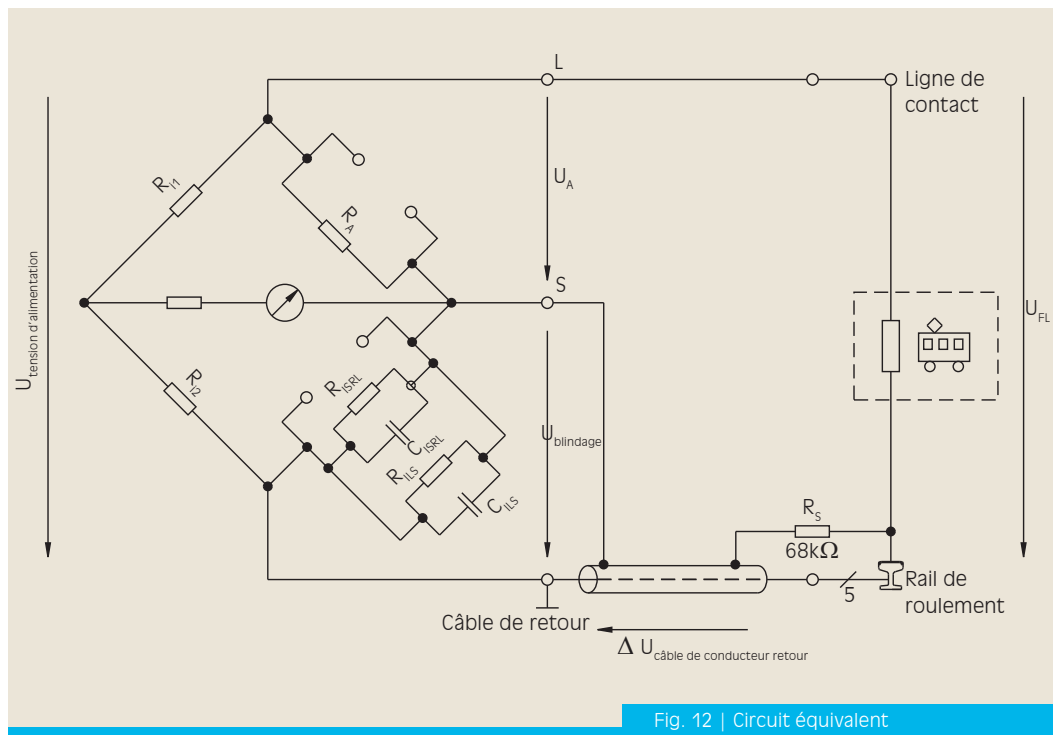


Fig. 12 | Circuit équivalent

Surveillance de câbles

Spécificité de la surveillance de conducteur retour

Le défaut d'isolation blindage-conducteur aussi bien que le défaut d'isolation blindage-câble retour constituent du point de vue de la technique de mesure (à cause de la mise en parallèle des deux sections d'isolation) un « défaut à la terre » et n'entraînent pas de mise hors circuit, mais seulement un message d'erreur à la terre.

Défaut d'isolation:

R_{ISRL} ou R_{ILS} = réduit ou 0 $\rightarrow U_{Blindage}$ réduit
 $\rightarrow U_{Blindage} < U_{Seuil} \rightarrow$ Défaut à la terre \rightarrow Message défaut à la terre

Les pertes de tension sur le câble d'alimentation n'ont pas d'incidence sur la surveillance de l'isolation.

Perte de tension sur le câble conducteur retour ($\Delta U_{\text{câble conducteur retour}}$)

La tension sur le blindage de câble augmente directement en fonction de la perte de tension sur le câble de conducteur retour. Le contact de signalisation de l'appareil de surveillance de câbles réagissant à une tension de blindage « supérieure à », il est possible de réaliser de cette manière une surveillance d'éventuelles augmentations de tension non admissibles du câble conducteur de retour par suite d'un défaut de matériau.

$\rightarrow U_{Blindage} > U_{Seuil} \rightarrow$ Défaut interne
 \rightarrow Message défaut à la terre: $\Delta U_{\text{câble conducteur retour}}$ inadmissible ou rupture du blindage, du raccordement de blindage ou du câble de liaison (voir ci-dessus).

Rupture du blindage, du raccordement de blindage ou du câble de liaison

En cas de rupture de blindage ou de rupture de câbles de raccordement, la résistance de pont augmente entre le conducteur et le blindage avec pour conséquence $\rightarrow U_s$ devient plus grand

$\rightarrow U_{Blindage} > U_{Seuil} \rightarrow$ Défaut interne
 \rightarrow Message défaut à la terre: $\Delta U_{\text{câble conducteur retour}}$ inadmissible ou rupture du blindage, du raccordement de blindage ou du câble de liaison (voir ci-dessus).

Caractéristiques: Appareil de surveillance de câbles

- surveille l'isolation conducteur-blindage
- surveille l'isolation blindage-câble de retour
- surveille la rupture de blindage¹
- surveille le raccordement de blindage et le câble de liaison¹
- surveille l'augmentation de tension par la connexion de conducteur retour (qualité de la connexion)

Si l'on utilise un point de jonction séparé sur le rail, il est possible de surveiller la qualité de l'ensemble de la section du conducteur retour depuis le rail de roulement jusqu'à la barre collectrice en passant par le câble.

¹) Pour ce défaut, le contact pour le message « Défaut interne » est utilisé dans l'appareil de surveillance de câbles, mais dans ce cas, cela ne doit toutefois pas entraîner de mise hors circuit.

Surveillance de câbles

Combinaisons en cas de surveillance multiple

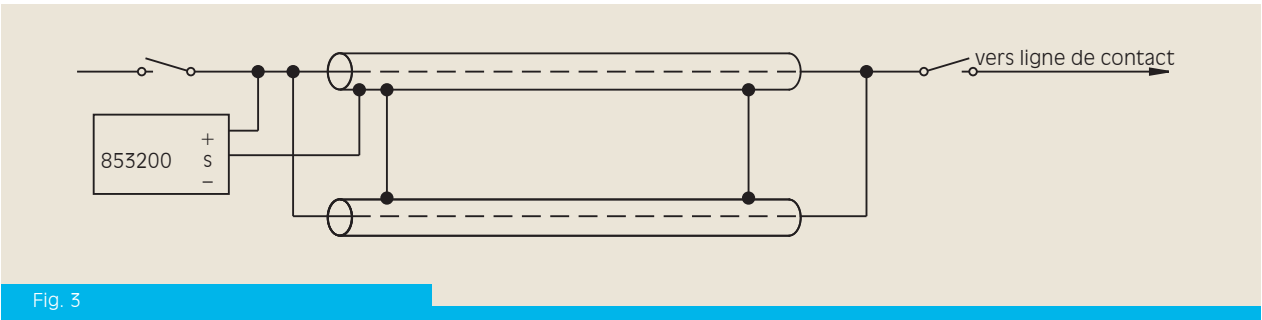
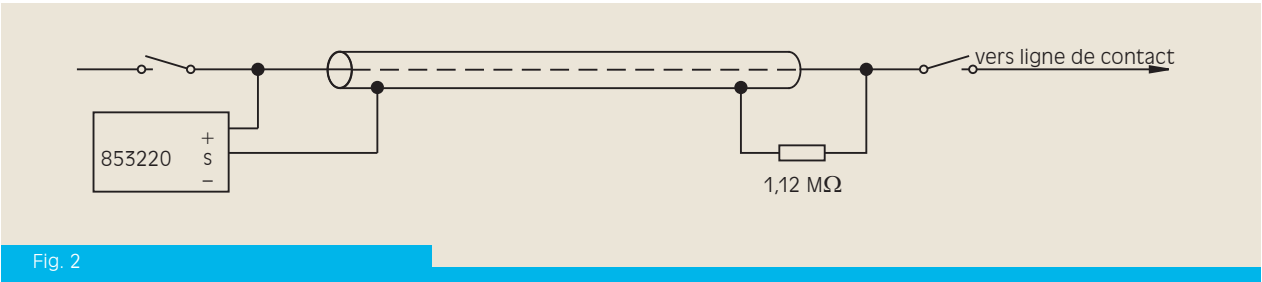
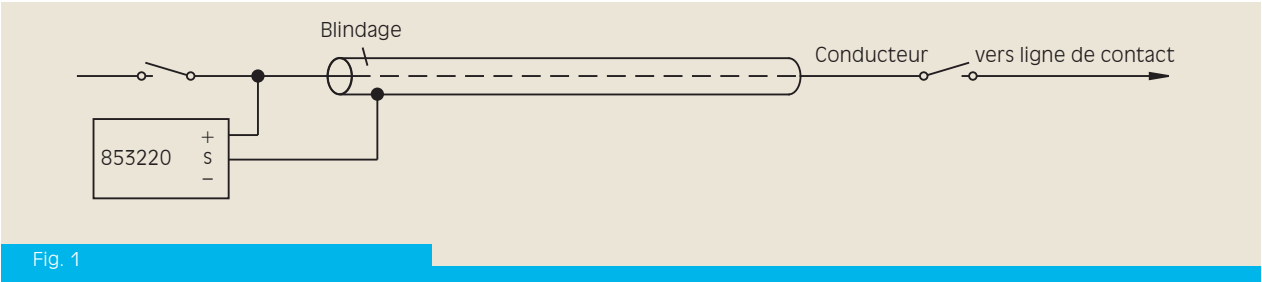
Les figures suivantes représentent différentes possibilités de connexion du blindage de câble sur l'appareil de surveillance de câbles.

1. Surveillance de câble d'alimentation

Si l'on renonce à surveiller la rupture de blindage, il est recommandé de mettre en parallèle les blindages aux deux extrémités si plusieurs câbles sont posés parallèlement. L'avantage est qu'en cas de rupture d'un blindage, l'isolation du câ-

ble reste pour ainsi dire surveillée grâce aux connexions mises en place entre les câbles. Cas particulier : si l'on ne veut pas poser de résistance terminale sur place en cas de nombre impair de câbles d'alimentation, mais que l'on

veut absolument les avoir dans l'installation de redressement, il est alors possible de mettre deux blindages de câble en parallèle. Cela signifie que pour ces deux câbles, seule une rupture des deux blindages entraîne un message de rupture.



Surveillance de câbles

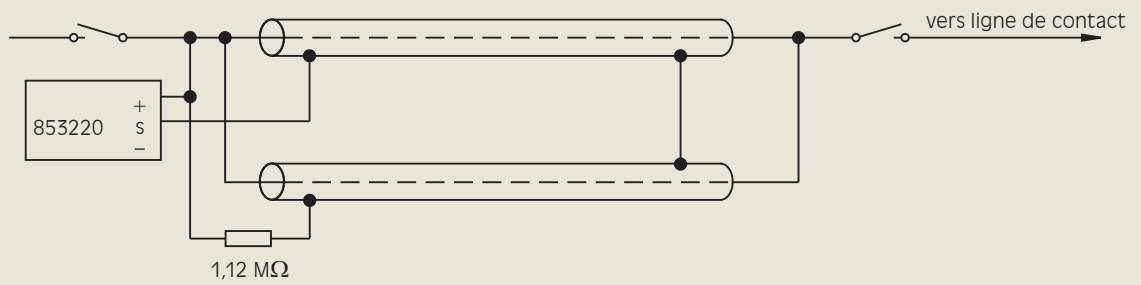


Fig. 4

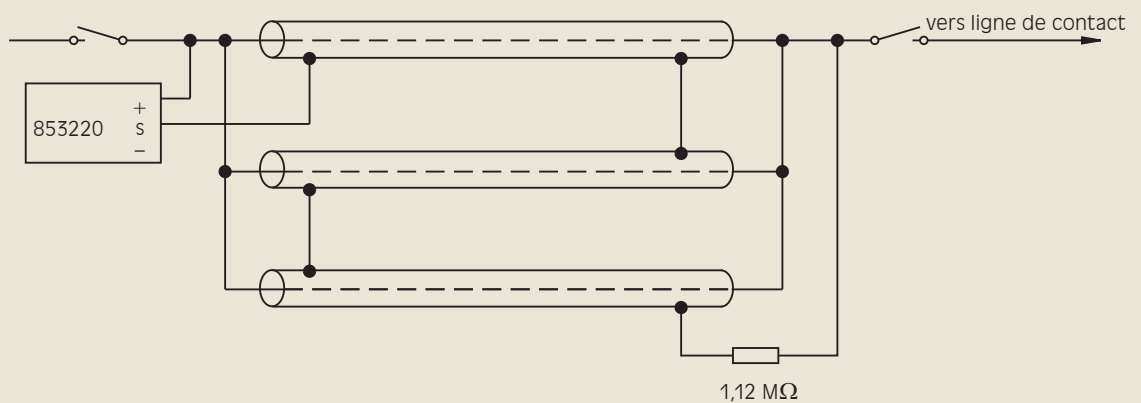


Fig. 5

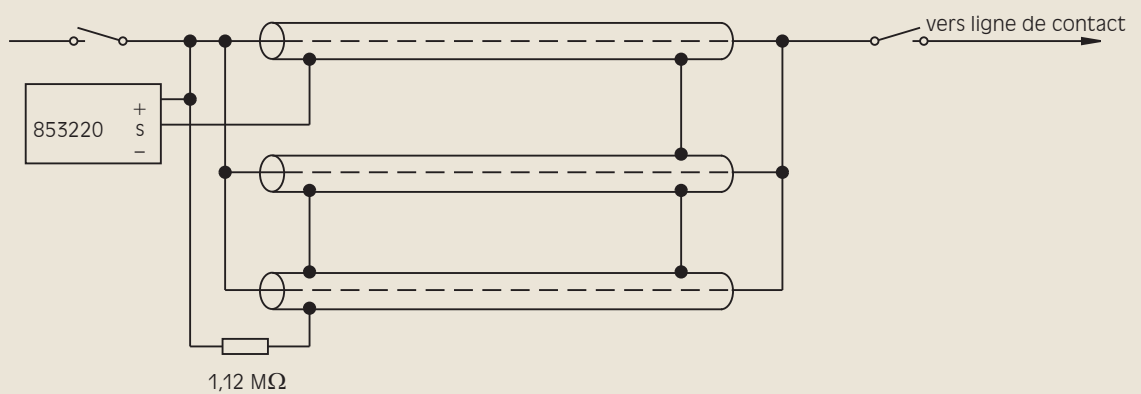


Fig. 6

Surveillance de câbles

2. Surveillance du câble de retour

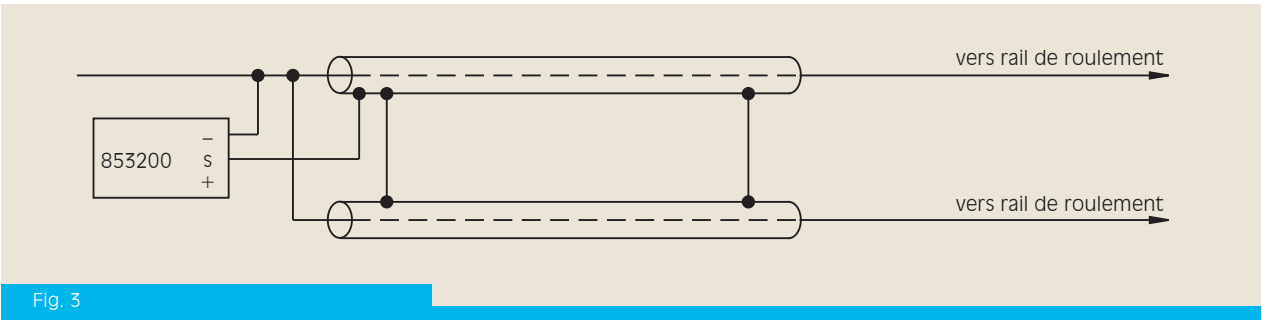
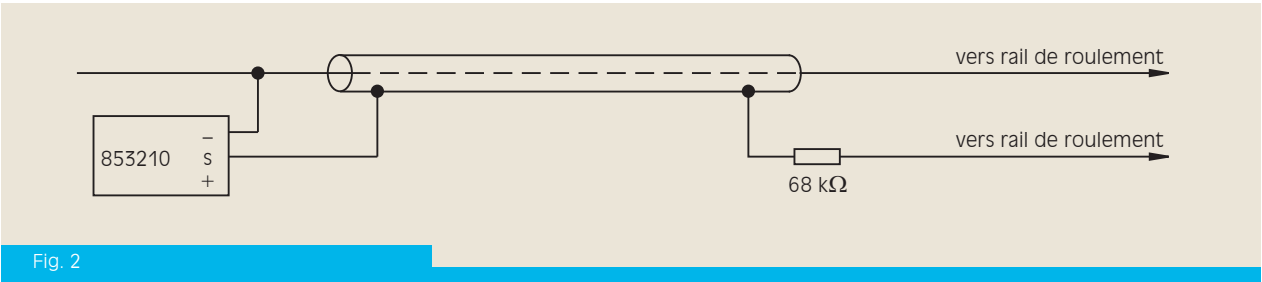
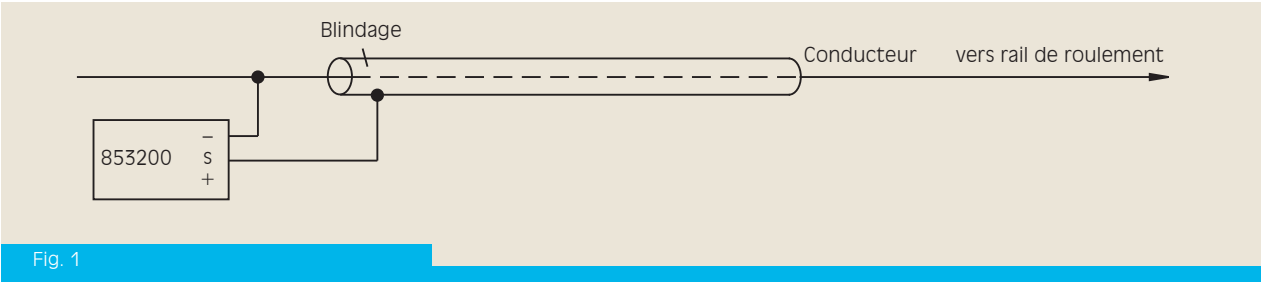
Pour le conducteur de retour, par principe, un défaut d'isolation, que ce soit entre blindage et câble de retour ou entre blindage et conducteur, entraîne un message « Défaut à la terre ».

Ce n'est que dans le cas où la possibilité de surveiller la rupture de blindage et le raccordement de la résistance terminale sur le rail de roulement est exploitée qu'il est possible de surveiller en plus l'augmentation de tension sur le trajet avec l'apparition du

message « Défaut interne ».

Si l'on renonce à la surveillance de rupture de blindage, il est recommandé également à ce niveau de connecter ensemble les blindages des câbles posés parallèlement, pour qu'en cas de rupture du blindage d'un câble, la surveillance des câbles reste pour ainsi dire assurée par le biais de ces connexions.

Les figures présentent quelques possibilités de raccordement de blindage avec des nombres de câbles pairs et impairs.



Surveillance de câbles

8005440299035874200256406980124570310689702502541025697541021000306976345661987452600380306304966211202380054402990358742002564069801245703106897025025410256975410210003069763456619874526003803063049662112023800544029903587420025640698012457031068970250

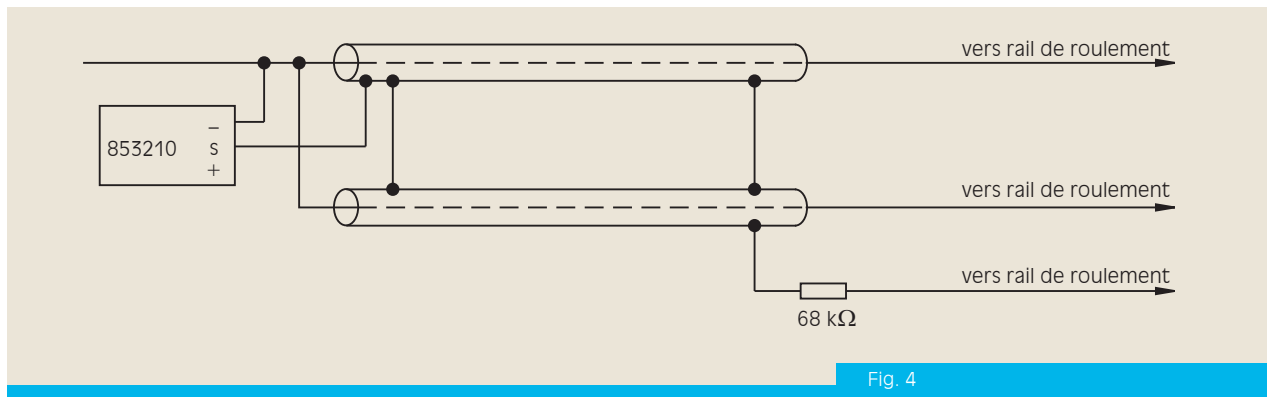


Fig. 4

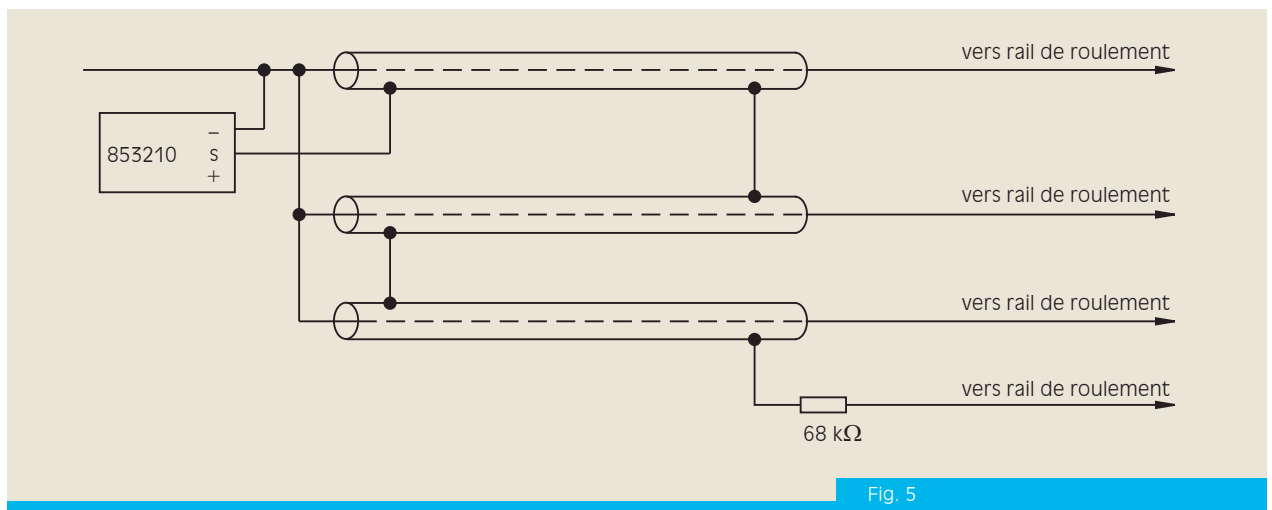


Fig. 5

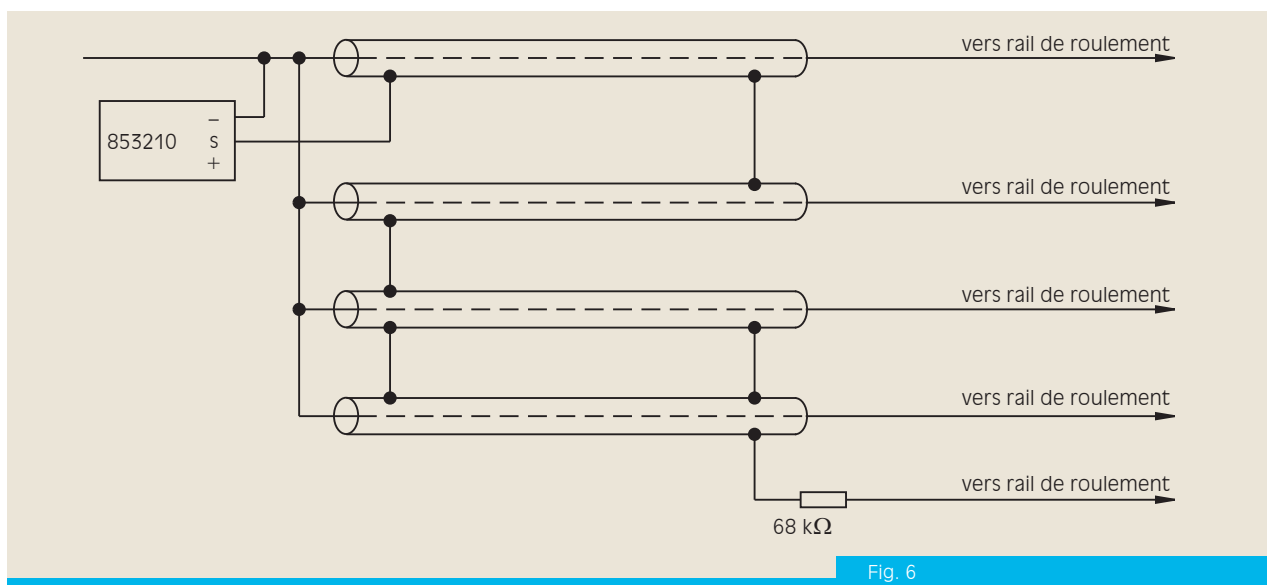
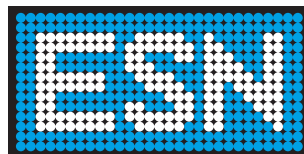


Fig. 6



***ESN Bahngeräte GmbH
Mannheim***

Cochemer Straße 12-14
68309 Mannheim
Telefon +49 (0) 6 21 833 47-00
Telefax +49 (0) 6 21 833 47-98
vertrieb@esn-online.de
www.esn-online.de

Bureau de Liaison France

50 Avenue d'Alsace
68025 Colmar cedex
Tél +33 (0) 3 89 29 28-08
Fax +33 (0) 3 89 20 43-79
france@esn-online.eu