

## Propriétés des isolants et gaines de câbles

S'applique uniquement aux matériaux de base. Des écarts sont possibles selon l'utilisation/le modèle. Veuillez consulter la page correspondante du catalogue.

Critères d'utilisation	Matériau					
	Matériau résistant aux huiles org.	Polychlorure de vinyle	Polyéthylène	Polyuréthane	Polytétrafluoroéthylène	Tétrafluoroéthylène Copolymère Hexafluoropropylène
<b>Paramètres</b>						
Abréviations	TPE Spécial	PVC	PE	PUR	PTFE	FEP
Codification selon VDE	—	Y	2Y	11Y	5Y	6Y
Température de travail	-50 +120	-30 +70	-50 +70	-50 +90	-190 +260	-100 +200
Constante diélectrique	2,4	4,0	2,3	4,0 – 6,0	2,1	2,1
Résistance volumique ( $\Omega \times \text{cm}$ )	$10^{15}$	$10^{12} - 10^{15}$	$10^{17}$	$10^{12}$	$10^{18}$	$10^{18}$
Résistance à la traction en N/mm <sup>2</sup> (MPa)	5 – 20	10 – 25	15 – 30	15 – 45	15 – 40	20 – 25
Allongement à la rupture en %	400 – 600	150 – 400	400 – 800	300 – 600	240 – 400	250 – 350
Absorption d'eau (20 °C) en %	1 – 2	0,4	0,1	1,5	0,01	0,01
Résistance aux intempéries	très bonne	bonne	bonne	très bonne	très bonne	très bonne
Tenue au carburant	bonne	moyenne	moyenne	bonne	très bonne	très bonne
Résistance à l'huile	Résistance aux huiles org. : très bonne	moyenne	moyenne	bonne	très bonne	très bonne
Inflammabilité	inflammable	auto-extinguible	inflammable	auto-extinguible*	noninflammable	noninflammable

Critères d'utilisation	Matériau					
	Ethylène tétrafluoroéthylène	Caoutchouc chloroprène	Caoutchouc de silicone	Ethylène-propylène-diène monomère	Elastomères thermoplastiques à base de polyoléfine	Elastomère thermoplastique base polyester
<b>Paramètres</b>						
Abréviations	ETFE	CR	SI	EPDM	TPE-O	TPE-E
Codification selon VDE	7Y	5G	2G	3G	—	12Y
Température de travail	-100 +150	-40 +100	-60 +180	-30 +120	-40 +120	-70 +125
Constante diélectrique	2,6	6,0 – 8,0	2,8 – 3,2	3,2	2,7 – 3,6	3,7 – 5,1
Résistance volumique ( $\Omega \times \text{cm}$ )	$10^{16}$	$10^{13}$	$10^{15}$	$10^{14}$	$5 \times 10^{14}$	$10^{12}$
Résistance à la traction en N/mm <sup>2</sup> (MPa)	40 – 50	10 – 25	5 – 10	5 – 25	≥ 6	3 – 25
Allongement à la rupture en %	100 – 300	300 – 450	200 – 350	200 – 450	≥ 400	280 – 650
Absorption d'eau (20 °C) en %	0,01	1	1,0	0,02	1,5	0,3 – 0,6
Résistance aux intempéries	très bonne	très bonne	très bonne	bonne	moyenne	très bonne
Tenue au carburant	très bonne	moyenne	faible	moyenne	moyenne	bonne
Résistance à l'huile	très bonne	bonne	moyenne	moyenne	moyenne	très bonne
Inflammabilité	non inflammable	auto-extinguible	peu inflammable	inflammable	inflammable	inflammable

\* uniquement avec retardateur de flamme supplémentaire

## Résistance d'isolation

On isole les câbles et les fils pour isoler électriquement les différents conducteurs. Pour cette raison, l'isolant doit avoir une forte résistance électrique, contrairement au conducteur. (Cette résistance électrique peut aussi être appelée « basse conductivité »).

Pour cela, de nombreux matériaux peuvent être utilisés, Les propriétés mécaniques et électriques de ces matériaux peuvent être très différentes. On utilise le plus souvent des mélanges à base de PVC, PE ou TPE.

### Terminologie

Un certain nombre de termes sont utilisés pour décrire la résistance d'isolation. Pour une meilleure compréhension et pour mieux les différencier, voici une courte explication.

### Résistance volumique

Valeur de résistance obtenue par la mesure d'un échantillon test lors de l'application d'une tension continue. Elle provient de la tension de test appliquée aux deux électrodes attachées à la surface de test (par exemple l'isolation du câble), et du courant mesurés entre ces deux électrodes.

### Résistivité volumique (résistance spécifique de contact)

Il s'agit d'une valeur relative qui dépend des propriétés du matériau en matière d'isolation électrique. En pratique, cette valeur est liée à une unité de volume, elle est généralement indiquée en  $\Omega \times \text{cm}$ . Pour l'isolant en PVC de l'âme d'un câble, une valeur typique est :  $> 20 \text{ G}\Omega \times \text{cm}$

### Résistance d'isolation

La résistance d'isolation d'un câble est déterminée par la résistivité volumique et le rapport entre le diamètre extérieur de l'âme du câble et le diamètre du conducteur. Les unités de mesure typiques sont  $\text{M}\Omega \times \text{km}$  ou  $\text{G}\Omega \times \text{cm}$ .

Pour des câbles et fils standards, une valeur minimum pour cette résistance d'isolation est nécessaire. Ces valeurs sont définies pour une température maximale d'application en fonction de la section transversale nominale et de l'épaisseur du mur isolant.

Exemple : pour un câble de commande H05VV5-F résistant aux huiles, ces valeurs sont définies par la norme EN 50525-2-51. La valeur minimale de la résistance d'isolation d'un câble de  $3 \times 1,5 \text{ mm}^2$  doit être de  $0,010 \text{ M}\Omega \times \text{km}$ .

Les valeurs réelles sont souvent dans un ordre de grandeur plus élevé que ces valeurs, les mettant bien au-dessus des valeurs minimales requises par la norme.

### Méthodes de mesure

Il faut faire la différence entre les mesures effectuées en laboratoire sur une âme pour tester son isolation et les mesures réelles, effectuées sur des câbles et des fils complets, qui peuvent être déjà installés.

### Détermination de la résistance d'isolation et de la résistivité volumique de l'âme

La conformité aux exigences ci-dessus est prouvée lors de mesures faites selon les normes EN 50395 (VDE 0481-395). Pour ce faire, un échantillon de 5 mètres de câble est complètement dégainé, et l'âme du

câble est plongée dans l'eau pendant deux heures. L'eau a auparavant été portée à la température maximale d'utilisation du câble (pour les câbles disposant d'une température maximale du conducteur allant jusqu'à  $+90 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Une tension alternative de 80-500 V est mise en place entre le conducteur et le bain, et après une minute, la résistance d'isolation est mesurée à chaque âme. Avec cette valeur, la résistance d'isolation pour un kilomètre est calculée pour chaque âme. Aucune des valeurs calculées ne doit être en dessous des exigences de la norme standard. Voir l'exemple ci-dessus sous « Résistance d'isolation ».

La résistivité volumique peut être utilisée à titre de comparaison, puisqu'il s'agit d'une constante matérielle et qu'elle est indépendante de l'épaisseur de l'isolant et de la section transversale de l'âme.

Dans les applications pratiques, ces valeurs sont utilisées pour comparer les différents matériaux. La méthode de mesure est facilement reproductible pour les fabricants de câbles et de fils électriques.

### Mesures sur des câbles complets

Les valeurs ci-dessus ne peuvent être comparées avec les valeurs de résistance qui sont déterminées lors d'une « mesure à sec » sur un câble dans son ensemble ou sur les câbles installés. Dans ces conditions, la valeur de la résistance est déterminée en utilisant le courant de fuite entre les deux âmes adjacentes et la mesure de la tension du mètre.

Les valeurs mesurées de cette façon peuvent être très différentes, car elles sont influencées par un certain nombre de paramètres, comme par exemple :

- Le conditionnement du câble, en particulier l'absorption de l'humidité par l'isolation
- Les conditions climatiques durant la mesure, en particulier la température du câble
- Les conditions individuelles des isolants des deux âmes
- La conductivité des matériaux ayant une surface de contact avec les âmes isolées
- La situation d'installation des câbles, comme par exemple lorsque le câble est soumis à une pression externe, à cause d'un coude ou d'une fixation (presse-étoupes), ce qui peut causer une déformation de la gaine isolante. Ceci augmente la surface de contact entre les âmes isolées, ce qui augmente le courant de fuite et fait baisser la valeur de la résistance d'isolation.

Les conséquences des différences de température et d'humidité exposées ci-dessus sont importantes et elles peuvent varier énormément dans les applications pratiques, car les conditions ne sont pas homogènes. On a mesuré par exemple qu'entre une température de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (température ambiante normale) et une température de  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  (température maximale d'utilisation du câble), la résistance d'isolation peut changer d'un facteur 1:100 à un facteur 1:1000. La température enregistrée pendant la mesure a un effet tellement grand que les résultats mesurés à des températures différentes ne sont plus comparables.

### Conclusion

Les données sur le câble fournies ci-dessus peuvent être utilisées pour comparer différents types de câbles, mais elle ne doivent être en aucun cas utilisées pour une comparaison avec des mesures effectuées sur des câbles finis ou des systèmes électriques (comme décrits dans VDE 0100-600 - Partie 6).