

# démarrer en électronique... (5)

## ...est moins difficile qu'on ne l'imagine !

Eric Bogers

Comme promis, voici du concret, du tangible.

Des résistances pour être précis.

Il y a résistances et résistances, certaines plus résistantes, et d'autres moins.

C'est simple, mais ça peut se compliquer...

### Résistances passives

Par définition, la résistance est passive. Les résistances sont incapables d'amplifier un signal. Les autres composants passifs sont les condensateurs et les bobines ou selfs ; les composants actifs sont les transistors, les triacs et les diodes. Eh oui, les diodes figurent parmi les composants actifs, bien qu'elles n'amplifient pas, mais parce qu'elles appartiennent à la famille des semi-conducteurs avec lesquels on les range.

Voyons à quoi ressemblent les résistances. Dans la **figure 1**, nous avons les variétés de résistances les plus connues. En bas, une résistance à film métallique et au-dessus, une résistance à couche de carbone, toutes deux d'une puissance max. de 0,25 W. C'est la puissance maximale que cette résistance est capable de dissiper sous forme de chaleur sans détérioration de sa couche résistive. La puissance d'une résistance est un paramètre à surveiller !

Les résistances présentent non seulement une limite de dissipation de puissance à ne pas dépasser, mais aussi à une limite en tension ; si le seuil de tension de la résistance est dépassé, la surtension peut détruire la résistance (et le circuit dans lequel elle est montée). Pour les résistances courantes de nos projets de loisirs, la tension maximale est généralement de 250 V ; en pratique, nous n'aurons que rarement à nous soucier de tout cela.

Retour à la figure 1 : au milieu, à gauche, deux résistances avec une limite de puissance plus élevée (0,5 W et 1 W), et tout en haut une résistance de 39 Ω cimentée qui supporte jusqu'à 11 W. La résistance de puissance au centre à droite, vissée sur un radiateur, peut dissiper jusqu'à 25 W.

Les résistances ordinaires sont si petites (bas de la figure 1) qu'il est impossible d'y imprimer leur valeur sous une forme lisible. Leur valeur est codée par des anneaux de couleur. Il existe des résistances encore bien plus petites, dépourvues de pattes à souder, appelées CMS, pour composants montés en surface. Comme cette série d'articles est destinée aux débutants en électronique et que les CMS ne conviennent vraiment pas dans le cadre de l'initiation à l'électronique, nous ne nous étendrons pas sur ce sujet. Il y a déjà assez à dire des composants familiers et faciles à manipuler.

### Des bagues de couleur

Il existe des résistances à quatre et à cinq bagues de couleur. Les deux ou trois

premières bagues indiquent la valeur de la résistance, qui doit encore être multipliée par un facteur (décimal) indiqué par l'avant-dernière bague. Enfin, la dernière bague indique la tolérance. Tolérance ? Oui, les résistances sont imprévisibles : prenons un lot de 1000 résistances et mesurons-en la valeur avec un ohmmètre précis. Nous constaterons qu'il n'y en a pas deux de la même valeur. L'un aura 1001,3 Ω, l'autre 998,6 Ω et ainsi de suite. C'est la faute à d'inévitables petits défauts de fabrication. La tolérance indique entre quelles valeurs extrêmes se situe la valeur réelle d'une résistance. La valeur réelle d'une résistance de 1000 Ω avec une tolérance de 5 % (donc une résistance à couche de carbone normale), se situera entre 950 Ω et 1050 Ω ; si la tolérance est de 1 %, c'est une résistance à couche métallique, la valeur réelle se situe entre 990 Ω et 1010 Ω. Il arrive, mais rarement que l'on tombe sur des valeurs aberrantes, en dehors des limites de tolérance.

Pour la plupart des applications, des résistances à couche de carbone de 5 % conviennent ; nous n'utiliserons les résistances à couche métallique (plus coûteuses) que si la précision est critique, dans les filtres par exemple et/ou dans un circuit d'amplificateur audio de haut de gamme dont le bruit doit être aussi réduit que possible.

Le **tableau 1** indique le code de couleur des résistances. Une résistance à film métallique de 1% de 1 kΩ porte le code brun, noir, noir, brun, brun. Malheureusement, dans ce cas, faute de savoir dans quel sens le code doit être lu, il pourrait s'agir d'une résistance de

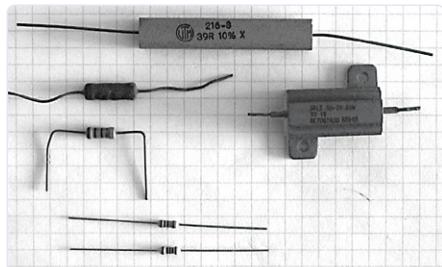


Figure 1. Quelques résistances.

Tableau 1. Code de couleur des résistances.

					<b>tolérance de la valeur</b>
<b>4 bagues</b>	<b>1<sup>ère</sup> bague</b>	<b>2<sup>ème</sup> bague</b>	<b>-</b>	<b>3<sup>ème</sup> bague</b>	<b>4<sup>ème</sup> bague</b>
<b>5 bagues</b>	<b>1<sup>ère</sup> bague</b>	<b>2<sup>ème</sup> bague</b>	<b>3<sup>ème</sup> bague</b>	<b>4<sup>ème</sup> bague</b>	<b>5<sup>ème</sup> bague</b>
<b>noir</b>	—	0	0	1	
<b>marron</b>	1	1	1	10	±1%
<b>rouge</b>	2	2	2	100	±2%
<b>orange</b>	3	3	3	1 k	
<b>jaune</b>	4	4	4	10 k	
<b>vert</b>	5	5	5	100 k	±0,5%
<b>bleu</b>	6	6	6	1 M	
<b>violet</b>	7	7	7	10 M	
<b>gris</b>	8	8	8	100 M	
<b>blanc</b>	9	9	9	1 G	
<b>or</b>	—	—	—	0,1	±5%
<b>argent</b>	—	—	—	0,01	±10%

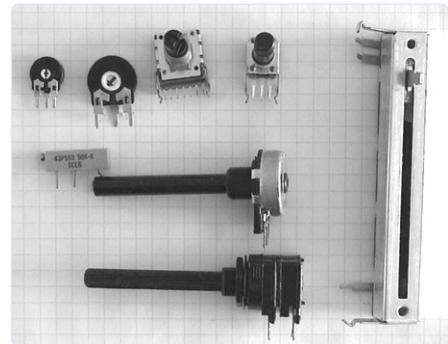


Figure 2 : Potentiomètres et résistances ajustables.

110 Ω... C'est un cas assez exceptionnel. En cas de doute, on vérifiera la valeur exacte avec un ohmmètre.

Un autre inconvénient des bagues de couleur est la confusion possible entre rouge et orange. Là aussi, en cas de doute, c'est l'ohmmètre qui tranche.

Les résistances sont produites en séries de valeurs standardisées, choisies de telle sorte que la tolérance positive maximale d'une valeur correspond à la tolérance négative maximale de la voisine supérieure. Les plus courantes sont les séries dites E (voir **tableau 2**) produites à leur tour en différentes décades (par exemple 2,2 Ω, 22 Ω, 220 Ω, 2,2 kΩ, 22 kΩ, 220 kΩ et 2,2 MΩ). Il existe aussi des séries R, mais vos chances de les rencontrer un jour sont faibles. On ne peut pas tout savoir.

Si vous avez un jour besoin d'une valeur précise, mais à ce point tordue qu'elle n'existe dans aucune des séries E), elle peut être obtenue par un montage en parallèle et/ou en série de résistances E24 choisies de manière appropriée. Ou, bien sûr, vous pouvez utiliser une résistance variable...

### Résistances variables

Le propre des potentiomètres et des résistances ajustables est de présenter une résistance que l'on peut faire varier. Les potentiomètres sont équipés d'un axe tournant sur lui-même que l'on peut munir d'un bouton. Quand il dépasse du boîtier d'un appareil, il peut être actionné par l'utilisateur. L'exemple le plus connu est bien sûr le contrôle du volume

d'un amplificateur classique (l'organe de réglage de volume des appareils numériques actuels est un générateur d'impulsions (codeur)). Les résistances ajustables sont implantées sur le circuit imprimé et ne sont généralement pas accessibles de l'extérieur. On les règle une fois pour toutes avec un mini-tournevis lors de l'étalonnage du circuit. La **figure 2** montre quelques exemples de potentiomètres : à droite, le curseur rectiligne utilisé sur les consoles de mixage, au milieu, deux potentiomètres ordinaires, en haut un spécimen monophonique et en bas un stérophonique. Ce dernier se compose en fait de deux potentiomètres actionnés par un axe commun.

Dans un potentiomètre rotatif classique, un contact de traînée se déplace sur une piste de carbone. La qualité de ce contact électromécanique se dégrade à l'usage, et finit par produire des parasites gênants, surtout avec les amplificateurs. Quand un tel potentiomètre n'est pas hermétiquement clos, un aérosol spécial pour contacts électriques peut résoudre le problème, pour un temps au moins. Parfois on obtient une certaine amélioration (non moins temporaire) en faisant faire à l'axe de nombreuses allées et venues rapides. Le mieux est de changer de potentiomètre.

Les potentiomètres dits *cermet* (plus chers) sont moins sensibles à ces conséquences du vieillissement ; sur la fig. 2, vous en voyez deux exemplaires (mono à droite, stéréo à gauche). Enfin, dans le coin supérieur gauche, il y a deux résistances ajustables en version fermée, réputées moins sensibles à la poussière.

Tableau 2.  
Valeurs de résistance normalisées

<b>E3</b>	<b>E6</b>	<b>E12</b>	<b>E24</b>
1	1	1	1
			1,1
		1,2	1,2
			1,3
	1,5	1,5	1,5
			1,6
		1,8	1,8
			2,0
2,2	2,2	2,2	2,2
			2,4
		2,7	2,7
			3,0
	3,3	3,3	3,3
			3,6
		3,9	3,9
			4,3
4,7	4,7	4,7	4,7
			5,1
		5,6	5,6
			6,2
	6,8	6,8	6,8
			7,5
		8,2	8,2
			9,1

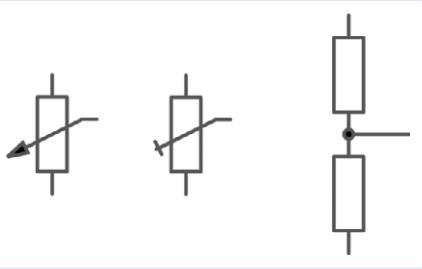


Figure 3 : Symboles de potentiomètres.

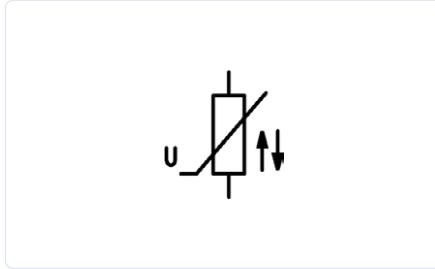


Figure 4 : Résistance commandée en tension (VDR).

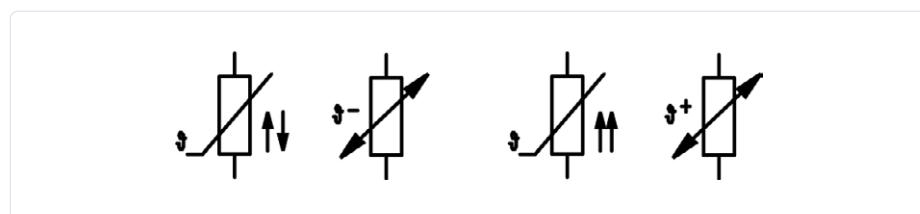


Figure 5 : Thermistances NTC et PTC.

#### Votre avis, s'il vous plaît

Nous vous invitons à donner votre avis sur cet article en écrivant à l'adresse [redaction@elektor.fr](mailto:redaction@elektor.fr)

#### Ont contribué à cet article

Auteur : **Michael Ebner**

Rédaction : **Eric Bogers**

Maquette : **Giel Dols**

Traduction : **Louis Pinck**

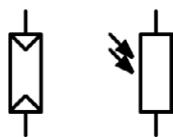


Figure 6 : Photorésistance (LDR).

### Résistances spéciales

Il existe des résistances dont la valeur varie en fonction de phénomènes physiques. Voici les plus courantes.

La **figure 4** montre le symbole d'une *résistance commandée en tension* (VDR). Dès qu'un certain seuil de tension est dépassé, une VDR devient très faiblement ohmique ; ce composant est utile pour protéger d'autres composants contre les surtensions. Les VDR sont souvent utilisées pour protéger les transformateurs de réseau contre les surtensions (qui peuvent se produire quand un conducteur neutre est mal connecté). Dans ce cas, la VDR est traversé par un courant d'une telle intensité que le fusible secteur saute : le danger disparaît. Généralement la VDR doit être remplacée par la suite.

Sur la **figure 5**, on trouve des thermistances, ou «résistance sensible à la température». À gauche NTC, à coefficient de température négatif, à droite PTC, à coefficient de température positif. Sur une résistance NTC, la valeur de la résistance diminue à mesure que la résistance se réchauffe ; sur une résistance PTC, c'est exactement l'inverse. Les résistances NTC sont parfois utilisées pour limiter l'intensité des courants d'appel : les amplificateurs de puissance classiques contiennent généralement de lourds transformateurs secteur et de volumineux condensateurs de lissage qui ne sont pas encore chargés au moment de la mise sous tension. L'intensité du courant immédiatement après la mise en marche est donc si élevée que dans le pire des cas cela peut faire sauter

le fusible du secteur. Une NTC (froide) peut résoudre ce problème en limitant l'intensité du courant dans un premier temps ; à mesure que la NTC est réchauffée par le courant qui la traverse, l'intensité du courant augmente moins brutalement avant d'atteindre sa valeur nominale sans avoir fait sauter de fusible. Habituellement, après quelques secondes, ces résistances de limitation de courant sont pontées par un relais (électromécanique) afin d'éviter toute perte de puissance dans la résistance NTC.

Enfin, la **figure 6** montre la photorésistance dont la résistance varie selon l'éclairement (LDR). Plus la LDR est éclairée, plus sa résistance diminue. Naguère, ces résistances étaient souvent présentes dans les photocapteurs, mais leur usage était restreint par la lenteur de leur réaction aux changements de luminosité. De nos jours, on préfère les photodiodes ou les phototransistors.

La prochaine fois, nous parlerons de condensateurs. 

200551-02



#### LIVRES

##### ➤ Basic Electronics for Beginners

[www.elektor.fr/  
basic-electronics-for-beginners-e-book](http://www.elektor.fr/basic-electronics-for-beginners-e-book)

##### ➤ L'électronique pour les débutants

<https://bit.ly/339BBAv>