

# Chapitre 1

## Rappel des bases d'électricité

Pour étudier l'électronique, il faut connaître les bases fondamentales de l'électricité car la frontière entre l'électronique et l'électricité n'est pas possible à établir. Savoir démarrer un moteur en triphasé n'est pas indispensable pour maîtriser les circuits électroniques qui envahissent et régissent la vie sur terre depuis la fin de la deuxième guerre mondiale. Mais connaître la loi d'Ohm ou de **Joule** n'est pas une option : c'est une nécessité !

Ce chapitre n'a qu'un seul but, celui de comprendre et de calculer les circuits électroniques. Le fonctionnement d'un circuit d'éclairage doit être connu et le calcul des éléments de base également. Un rappel ne peut être que bénéfique, c'est l'objectif recherché. Assez curieusement, en dehors des calculs de filtres, **les mathématiques indispensables, en électronique de base**, sont surtout la règle de trois et une dose certaine de bon sens. Pour presque tout calculer, dans les circuits électroniques, il suffit souvent d'appliquer les lois d'Ohm et de **Joule**.

### 1. Le continu

Il faut faire la distinction entre le « **continu** » ou **DC** pour **Direct Curent** et « l'**alternatif** » ou **AC** pour **Alternating Curent**. Le comportement des composants est totalement différent selon qu'ils se trouvent dans un circuit fonctionnant en DC ou en AC. Plus simple, le courant continu<sup>1</sup> a donc priorité dans l'étude de l'électricité et de l'électronique. Il faut cependant être conscient que l'alternatif ne se limite pas au « 50 Hz » du secteur.

#### 1.1. La loi d'Ohm

Dans un circuit électrique, la **tension** est fournie par une pile, une batterie ou un générateur quelconque. En l'absence de charge, généralement constituée par une **résistance**, il n'y a aucun **courant** qui circule dans le circuit. La figure 1.1 reprend ce cas.

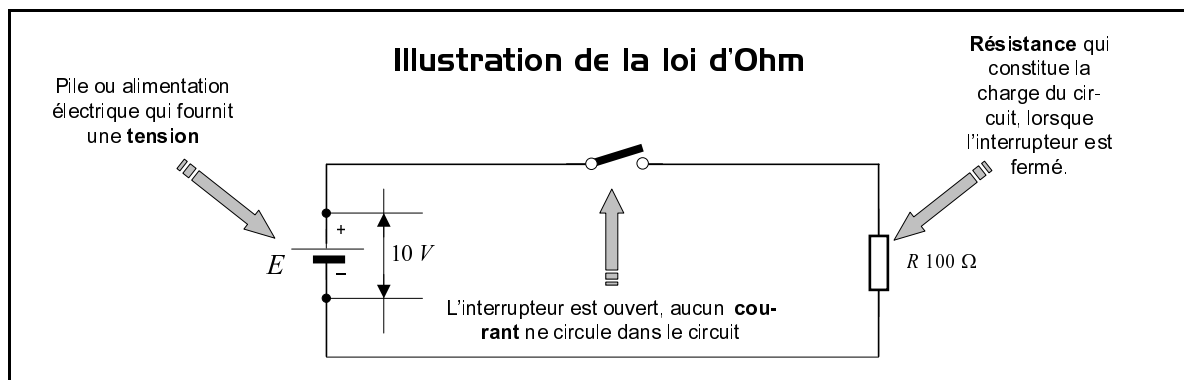


Figure 1.1

<sup>1</sup> Aïe, déjà une ambiguïté qui chatouille les puristes : faut-il parler de *courant continu* ou de *tension continue* ? Il n'y a pas de courant sans tension et une *prise de courant* est, en réalité, une *prise de tension* !

Le fait de fermer l'interrupteur engendre le passage d'un courant dans la résistance. La *figure 1.2* reprend un circuit en fonctionnement normal. La loi d'**Ohm** se résume en une seule formule qui se présente sous trois formes.

$$I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I} \quad U = R \cdot I$$

Avec le courant  $I$  en *ampères* –  $A$  –,  
la tension  $U$  en *volts* –  $V$  – et  
la résistance  $R$  en *ohms* –  $\Omega$  –.

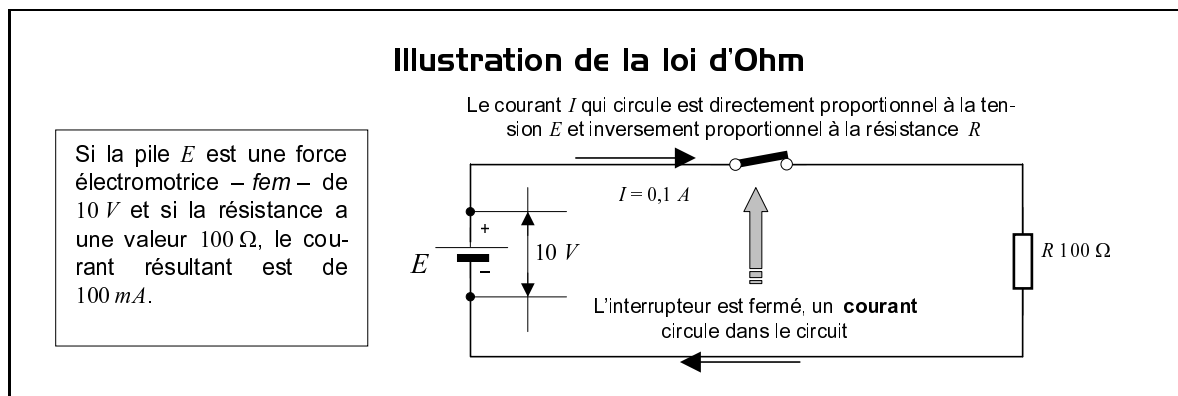


Figure 1.2

## 1.2. La loi de Joule

### 1.2.1. Puissance dissipée

La deuxième loi, aussi importante, est la loi de **Joule** qui dicte la façon de calculer la puissance dissipée dans une résistance ou dans un circuit, ce qu'illustre la *figure 1.3*.

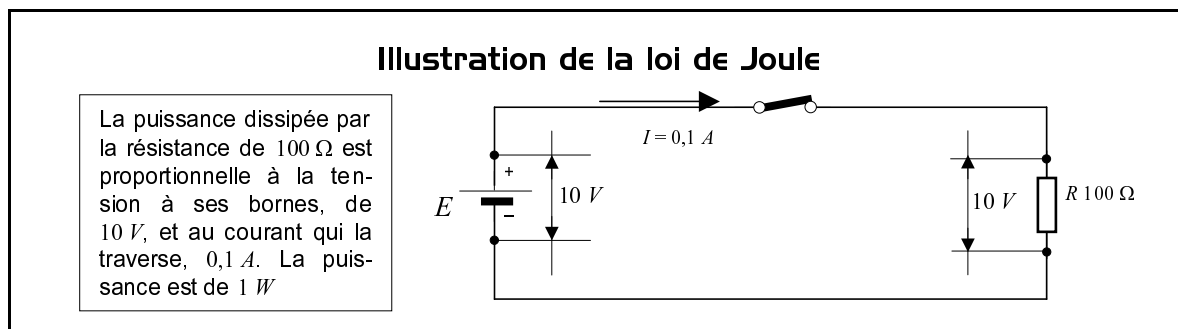


Figure 1.3

La puissance dissipée dans la résistance se calcule de trois façons qui conduisent (heureusement) au même résultat.

$$\begin{array}{lll}
 P = R \cdot I^2 & P = \frac{U^2}{R} & P = U \cdot I \\
 = 100\ \Omega \times (0,1\text{ A})^2 & = \frac{(10\text{ V})^2}{100\ \Omega} & = 10\text{ V} \times 0,1\text{ A} \\
 = 1\text{ W} & = 1\text{ W} & = 1\text{ W}
 \end{array}$$

## 1.2.2. Energie dissipée

Il s'agit d'une notion plus rarement évoquée pour le calcul d'un circuit mais elle s'apparente tellement à la puissance qu'il est préférable de l'énoncer. L'énergie est tout simplement la puissance dissipée pendant une période donnée. Ainsi, le circuit de la figure 1.3 consomme 1  $W$  et si ce circuit fonctionne durant 1 *minute* et 20 *secondes*, il aura consommé une énergie de 80 *joules*.

$$W = P \cdot t$$

Avec la puissance  $P$  en *watts* ( $W$ ),  
le temps  $t$  en *secondes* ( $s$ ) et  
l'énergie  $W$  en *joules* ( $J$ ).

## 1.3. Les composants

Les composants ont un rôle fondamental à jouer et il est bien différent, tant dans les calculs que dans la façon de concevoir les circuits.

### 1.3.1. Les résistances

Savoir combiner des résistances est essentiel car, dans certains, cas il est impératif de pouvoir réaliser une valeur précise qui n'existe pas dans le matériel standard mais aussi calculer certaines associations.

#### Codage des résistances

Les résistances courantes standards sont codées avec des anneaux de couleurs, comme le montre la *figure 1.4*. Elle reprend non seulement le code des couleurs mais aussi deux types de résistances à 4 anneaux et à 5 anneaux.

- ❑ Les deux premiers anneaux de la résistance de gauche illustrent les signes significatifs – Brun + Gris = 18 –, le troisième, le nombre de « 0 » – Rouge = 00 – et le quatrième anneau la tolérance – Or = 5 % –. Ainsi, cette résistance vaut 1 800  $\Omega$  avec 5 % de précision.
- ❑ Les trois premiers anneaux de la résistance de droite illustrent les signes significatifs – Brun + Gris + Noir = 180 –, le troisième, le nombre de « 0 » – Brun = 0 – et le cinquième anneau la tolérance – Rouge = 2 % –. Ainsi, cette résistance vaut également 1 800  $\Omega$  mais avec une précision de 2 %.

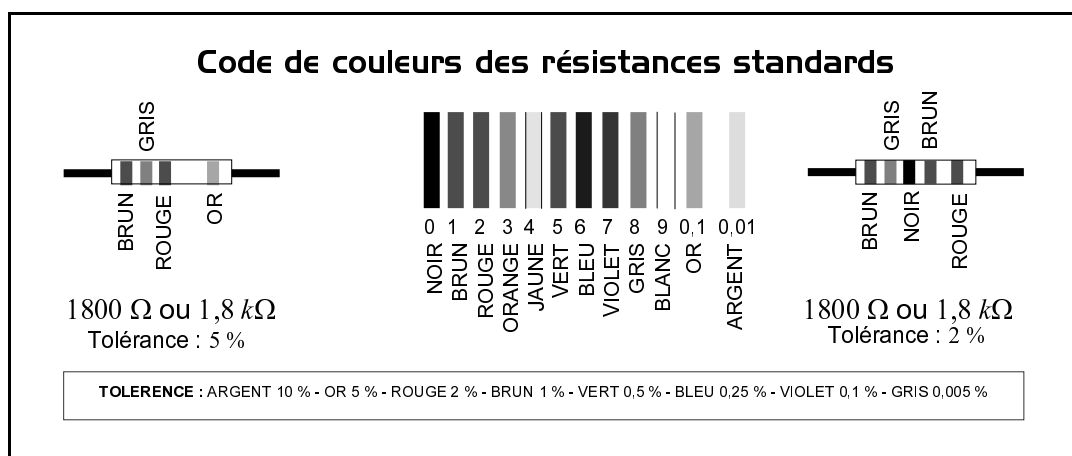


Figure 1.4

Les subtilités du codage ne peuvent se maîtriser que par la pratique, les évolutions sont permanentes et, heureusement, **Internet** est particulièrement bien adapté à la recherche des exceptions ou des nouveautés. Il est cependant utile de connaître les différentes valeurs des résistances courantes disponibles. La série **E12** est la série par excellence, elle comporte 12 valeurs par décade, fixées sur un critère de tolérance de 10 %. La série E24 présente 24 valeurs par décade et il existe même une série E96. En pratique, c'est la série E12 qui est (presque) toujours disponible, les valeurs sont présentées sur la *figure 1.5*.

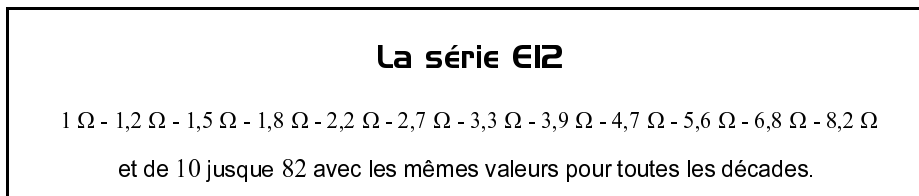


Figure 1.5

### 1.3.2. Les associations de résistances

#### Les résistances montées en série

Montées en série, les valeurs s'additionnent, comme le résume la *figure 1.6*.

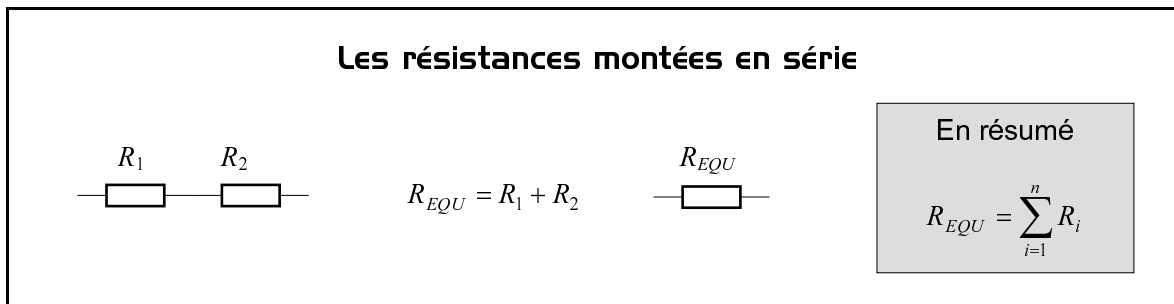


Figure 1.6

#### Les résistances montées en parallèle

Montées en parallèle, les valeurs se combinent de façon différente, comme le synthétise la *figure 1.7*.

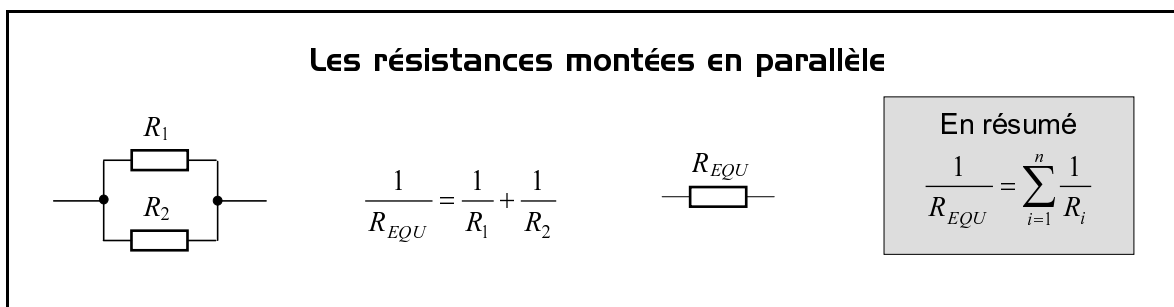


Figure 1.7

Quelques points de repère sont utiles pour calculer ou vérifier facilement le résultat :

Lorsque plusieurs résistances sont montées en parallèle, la résistance équivalente est toujours plus petite que la plus petite des résistances.

Lorsque, seulement deux résistances sont montées en parallèle –  $R_1$  et  $R_2$  –, la résistance équivalente se calcule plus simplement : *produit sur somme*, soit

$$R_{EQU} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

## Le pont diviseur

Le pont diviseur est l'un des montages fondamentaux les plus utilisés, notamment pour polariser les transistors. Son calcul est essentiel mais quelques remarques sont aussi très importantes, il faut se référer à la *figure 1.8*.

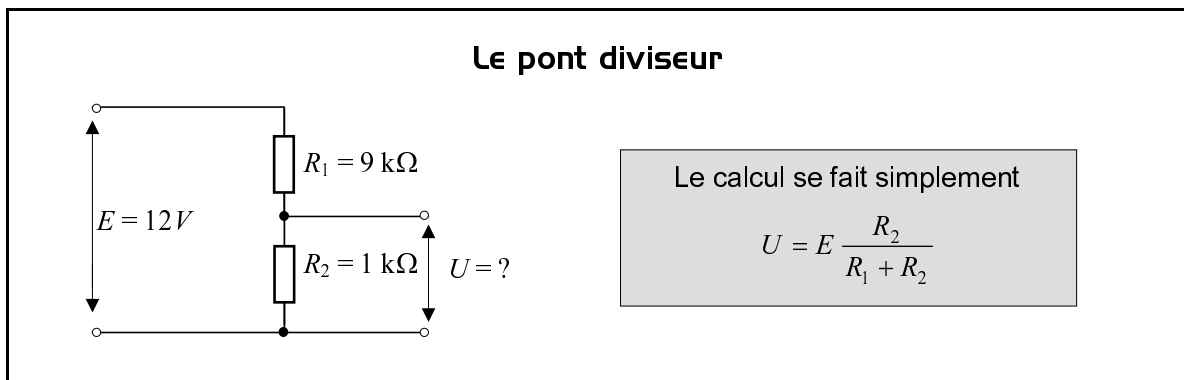


Figure 1.8

Mais cette simplicité cache un piège, ainsi il faut imaginer qu'avec les valeurs présentées sur la *figure 1.8*, la tension de sortie est :

$$\begin{aligned} U &= 12 \text{ V} \times \frac{1\,000 \, \Omega}{9\,000 \, \Omega + 1\,000 \, \Omega} \\ &= 1,2 \text{ V} \end{aligned}$$

Quel piège se cache derrière ce simple montage de base ? La *figure 1.9* montre trois montages identiques, en dehors des valeurs des résistances, les résultats sont parfaitement identiques : 12 V.

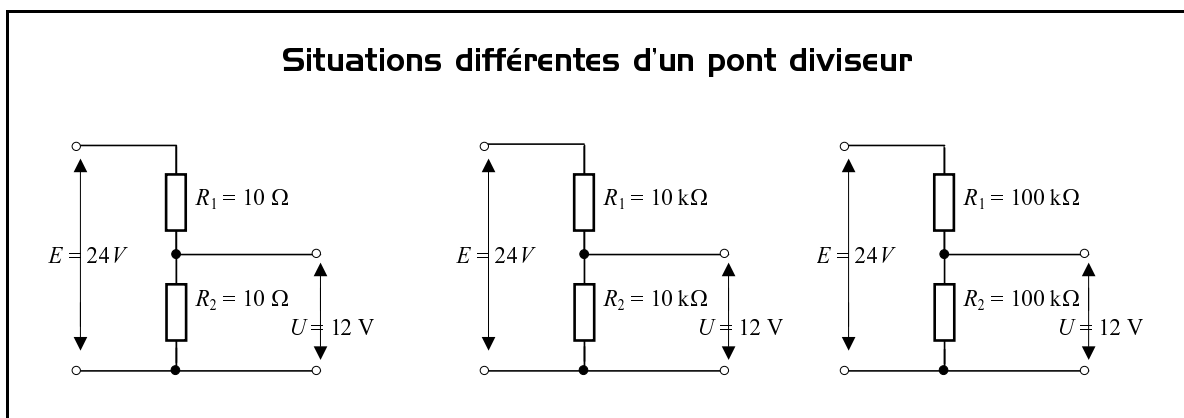


Figure 1.9

Qu'est-ce qui doit décider du montage à choisir ? En fait, rien ne semble différencier l'un de l'autre et pourtant...

### Consommations respectives des trois montages

$$\text{- 1}^{\text{e}} \text{ montage : } I = \frac{24 \text{ V}}{20 \Omega} = 1,2 \text{ A}$$

$$\text{- 2}^{\text{e}} \text{ montage : } I = \frac{24 \text{ V}}{20\,000 \Omega} = 1,2 \text{ mA}$$

$$\text{- 3}^{\text{e}} \text{ montage : } I = \frac{124 \text{ V}}{200\,000 \Omega} = 0,12 \text{ mA}$$

Il est évident que le troisième montage semble le plus intéressant ! Mais est-ce celui-là qui s'impose systématiquement dans les montages ?

### Et la charge ?

Si les trois montages conviennent pour réduire la tension de base à 50 % de sa valeur, le choix se porte sur celui qui consomme le moins MAIS la charge joue un rôle important. Ainsi, si le pont a été utilisé pour alimenter un autoradio, par exemple, il faut savoir si les trois montages sont correctement adaptés, il faut connaître les caractéristiques de l'appareil pour choisir celui qui convient le mieux !

Les caractéristiques d'un autoradio sont parfois équivoques car s'il fonctionne sous 12 V, le courant consommé dépend de la puissance de l'appareil.

#### Comment connaître la puissance consommée ?

Les haut-parleurs qui sont recommandés donnent une indication mais leur puissance doit être supérieure à la puissance maximale fournie sinon, à fond, ils claqueraient tout simplement. Ainsi, un ampli qui fournit 10 W par canal se voit attribuer des haut-parleurs de 12 à 15 W de façon à conserver une certaine marge de sécurité. Mais encore, la puissance de 20 W – 10 W par canal – n'est obtenue que lorsque le volume est poussé à fond et il faut ajouter que cela dépend encore du type de musique produit : le début du *Boléro* de *Ravel* produit moins de puissance que *Satisfaction* des *Rolling Stones* ! Les caractéristiques sont donc très variables selon les circonstances.

Ce qui est important de connaître c'est la valeur de la résistance interne de l'autoradio car cette résistance se monte en parallèle sur  $R_2$ . Quelle est la résistance interne d'un autoradio de  $2 \times 10 \text{ W}$  ?

**Valeurs connues :**  $U = 12 \text{ V}$  et  $P = 20 \text{ W}$

La **loi de Joule** permet de calculer la résistance interne du circuit à pleine puissance :

$$P = \frac{U^2}{R} \text{ et la résistance s'obtient par } R = \frac{U^2}{P}$$

La formule devient, avec le volume à fond :

$$\begin{aligned} R &= \frac{12^2}{20} \\ &= \frac{144}{20} \\ &= 7,2 \Omega \end{aligned}$$

Si le volume ne fonctionne qu'en sourdine (pour 1 W par canal, par exemple), la résistance interne augmente très fort. Pour une meilleure stabilité, il faut tenir compte d'un fonctionnement extrême,

donc calculer le circuit pour une résistance interne de  $7,2 \Omega$ . Que devient le 3<sup>e</sup> montage qui paraît le plus intéressant ? Et les autres ? La *figure 1.10* fait le point.

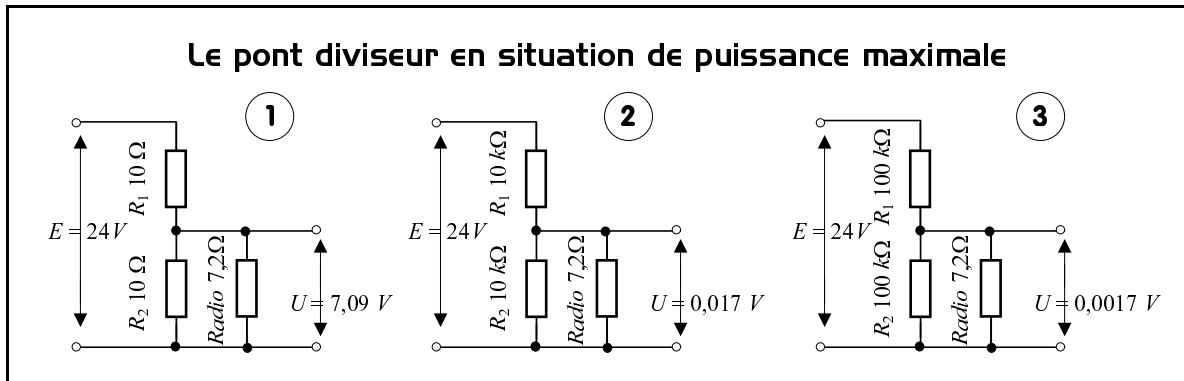


Figure 1.10

**Dans le 1<sup>e</sup> montage :**  $10 \Omega$  en parallèle sur  $7,2 \Omega$  donnent une résistance équivalente

$$\frac{10 \times 7,2}{10 + 7,2} = 4,19 \Omega$$

et la tension disponible à ses bornes devient

$$24 V \times \frac{4,19 \Omega}{10 \Omega + 4,19 \Omega} = 7,09 V$$

au maximum de puissance.

En sourdine  $10 \Omega$  en parallèle sur  $72 \Omega$  donnent une résistance équivalente de

$$\frac{10 \times 72}{10 + 72} = 8,78 \Omega$$

avec une tension disponible à ses bornes de

$$24 V \times \frac{8,78 \Omega}{10 \Omega + 8,78 \Omega} = 11,22 V .$$

**Dans le 2<sup>e</sup> montage :** les mêmes calculs conduisent à des résistances équivalentes de  $7,19 \Omega$  et  $71,48 \Omega$  qui produisent les tensions de...  $0,017 V$  et  $0,17 V$ .

**Dans le 3<sup>e</sup> montage :** les résistances équivalentes sont de  $7,19 \Omega$  et  $71,95 \Omega$  et les tensions de...  $0,0017 V$  et  $0,017 V$ .

Idéalement, il faudrait calculer le montage pour produire, au repos, une tension de sortie supérieure de façon à disposer de  $12 V$  en charge. En pratique, il n'est pas question de procéder de la sorte : la solution est étudiée au *chapitre 3*, elle consiste à placer un régulateur !

## 1.4. Les condensateurs

Les condensateurs se présentent aujourd'hui sous des formes diverses et sous des codages nombreux et différents. Il est utile, parfois, d'avoir à sa disposition un capacimètre pour confirmer le décodage de l'identification sur le boîtier.

La photo de gauche de la *figure 1.11* reprend une série de condensateurs dits *non-polarisés* dont l'identification est très différente. Deux valeurs caractérisent le condensateur : sa capacité exprimée en *farad* et sa tension de fonctionnement maximale (au-delà de laquelle, il claque) exprimée en *volts*. Ces chiffres sont imprimés sur le condensateur.

Les valeurs de certains condensateurs non-polarisés sont faciles à identifier, la valeur et l'isolation sont clairement imprimées ou gravées, d'autres utilisaient le code des couleurs des résistances – le *pin-up* et le *drapeau* – avec le *picofarad* ( $pF$ ) comme unité correspondante à l'*ohm* ( $\Omega$ ). En revanche, quelques-uns sont assez énigmatiques, par exemple 222 signifie 22 avec 2 zéros soit 2 200  $pF$ , sur d'autres le code  $\mu 1$  doit se comprendre 0,1  $\mu F$ , impossible de tout passer en revue mais en résumé, il faut faire preuve d'imagination et vérifier avec un capacimètre en cas de doute.

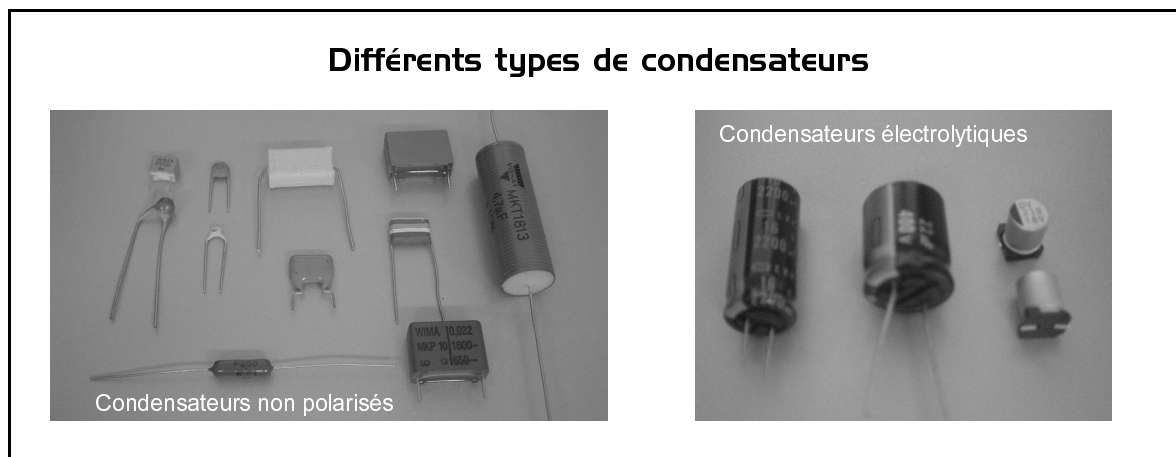


Figure 1.11

Les condensateurs électrolytiques sont plus faciles à utiliser, le « - » est clairement marqué, la ligne grise ou le côté noir sur la photo de droite de la *figure 1.11* et les valeurs sont sans équivoques, il faut cependant respecter les températures –  $105^{\circ} C$  –. Aujourd'hui, il n'y a plus d'autres types que les  $105^{\circ} C$  (qui deviendront bientôt  $125^{\circ} C$ ) et les SMD – *Surface Monted Device* – ou CMS – *Composant Monté en Surface* –, visibles à l'extrême droite. Ces condensateurs sont polarisés, il faut respecter ses polarités.

### La valeur du condensateur

Le condensateur, illustré avec la *figure 1.12*, a une capacité proportionnelle à la surface de chaque armature et inversement proportionnelle à la distance entre ces mêmes armatures, en d'autres termes, à l'épaisseur du diélectrique (isolant présent entre les armatures).

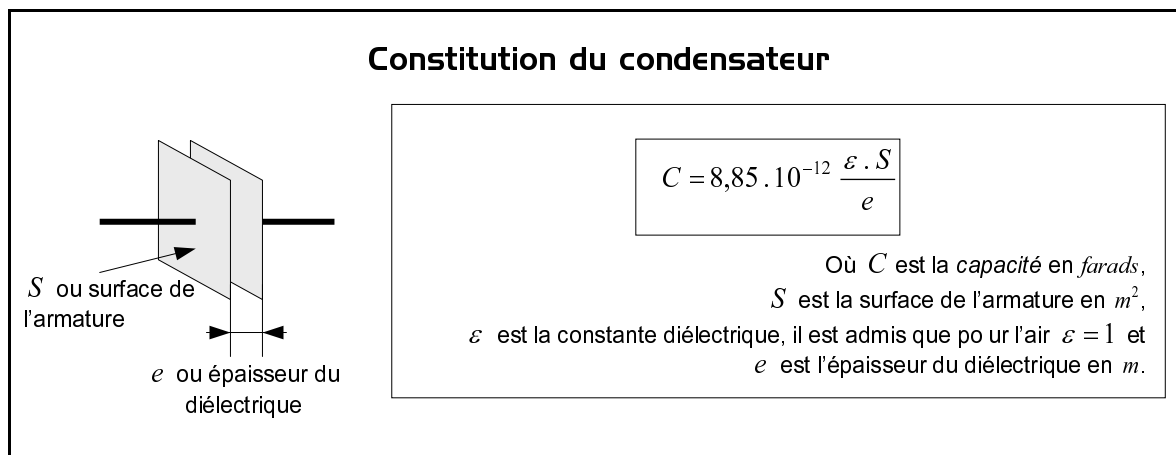


Figure 1.12