

Le multimètre

- [Le multimètre, un outil indispensable](#)
- [Choisir un multimètre](#)
- [Avant toute mesure, pensez SECURITE!](#)
- [Comment utiliser le multimètre?](#)
- [Mesurer une tension](#)
- [Mesurer une intensité](#)
- [Mesurer une résistance](#)
- [La mesure "efficace" et "efficace vraie"](#)

Le multimètre, un outil indispensable

Il existe une grande variété de modèles de multimètres, avec des caractéristiques et des performances très diverses.

On trouve des appareils dits "de poche" ou "de poing" (*pocket* ou *handheld*, en anglais), c'est-à-dire portatifs, et des appareils "de table" (*benchmeters* ou *benchtop multimeters*, en anglais), plus volumineux, souvent plus précis, et destinés à rester au laboratoire ou à poste fixe.



Un multimètre numérique (DMM) de laboratoire. (Document Hameg.)

Les multimètres sont analogiques (à aiguille) ou numériques (affichage à cristaux liquides), quelques modèles combinant les deux types d'affichage. Le **multimètre numérique** (DMM, pour *Digital MultiMeter*) est désormais le modèle le plus répandu, tant pour un usage professionnel que "grand public".



Un multimètre à double affichage, analogique et numérique, à gauche, et un modèle numérique "milieu de gamme", à droite. Ces appareils très complets coûtent moins de 60 euros environ et offrent pourtant une profusion de fonctions!

Le multimètre demeure un outil **indispensable**, même pour l'amateur. Si vous n'en possédez pas, n'hésitez pas à en faire l'acquisition! On trouve sur le marché des modèles économiques, aux performances très suffisantes, à partir de 30 euros environ.



Choisir un multimètre

Il convient de choisir son multimètre avec discernement, en fonction non seulement du prix, mais aussi des caractéristiques et performances de l'instrument, et de l'usage qu'on en fera. Si la mesure des inductances n'est pas d'une utilité quotidienne, le testeur de diodes est en revanche une fonction appréciable...

En tout état de cause, un multimètre devra permettre, au minimum:

- la mesure des **tensions continues** (jusqu'à 1000 V) et **alternatives** (jusqu'à 700 V),
- la mesure des **intensités** en continu (fonction milli-ampèremètre),
- la mesure des **résistances** (jusqu'à 20 mégohms) .

C'est un strict minimum, car ces trois grandeurs (U, I et R) sont en effet celles qu'on retrouve dans les lois d'Ohm et de Joule.

On doit par ailleurs exiger d'un multimètre:

résolution: au minimum **3½ chiffres** (*digits*), soit trois chiffres de 0 à 9, plus un "chiffre" qui sera soit un 1, soit un blanc. D'où 1.999 valeurs d'affichage possible; on parle alors d'un "2.000 points". Un DMM à 4½ chiffres est dénommé "20.000 points". A noter que la "résolution étendue" permet à un DMM 3½ chiffres d'afficher jusqu'à 6.000 points.

précision: égale à ou meilleure que **1%** pour la mesure des tensions continues (DC), égale à ou meilleure que **2%** pour la mesure des courants continus, du même ordre pour la mesure des résistances.

ergonomie: eh oui, un DMM est avant tout un outil de travail! Bonne **prise en main**, **simplicité** et **robustesse** sont des critères de première importance.

sécurité: la protection de l'utilisateur doit être garantie par la conformité aux **normes de sécurité** internationales (certificats).

La quasi totalité des modèles disponibles dans le commerce propose désormais des fonctions supplémentaires telles que le test de continuité ou le test de la jonction d'une diode. La présence des fonctions de mesure du hFE des transistors, des capacités, voire des fréquences, peut justifier d'investir dans un modèle un peu plus onéreux.

Suivant l'utilisation qui en sera faite, un modèle donnant la valeur dite "[efficace vraie](#)" (*TRMS*) sera préféré à un modèle RMS ordinaire.

Exemple de descriptif (fiche constructeur)

Le tableau ci-dessous (d'après le constructeur **Fluke**, l'un des leaders mondiaux), reprend les principales caractéristiques de quatre modèles de DMM. Les critères de choix primordiaux ont été surlignés en rouge, les critères un peu moins importants ont été surlignés en bleu, les autres critères (les plus nombreux!) sont en noir.

Fonctions de base				
Points	6.000	6.000	6.000	50.000
Mesures efficaces vraies (TRMS)	AC	AC	AC	AC+DC
Précision DC de base	0,7%	0,15%	0,09%	0,05%
Bande passante étendue				20 kHz
Sélection de gamme automatique et manuelle (autorange)	•	•	•	•
Mesures				

Tension AC/ DC	600 V	1000 V	1000 V	1000 V
Courant AC/ DC		10 A	10 A	10 A
Résistance	40 M	50 M	50 M	50 M
Fréquence	50 kHz	100 kHz	100 kHz	1 MHz
Capacité	10 µF	10 µF	10 µF	50 µF
Température °C				+980
dB				60 dB
Rapport cyclique / largeur d'impulsions				•
Continuité avec indicateur sonore	•	•	•	•
Mesure de diodes	•	•	•	•
Affichage				
Double affichage				•
Bargraph analogique	•	•	•	•
Rétro-éclairage			•	•
Stockage et échange de données				
Enregistrement mini- max avec horodatage	•	•	•	•
Mini - Maxi rapide				1 ms
Maintien de l'affichage et maintien automatique (Touch)	•	•	•	•
Mesures relatives				•
Interface RS232				•
Mémoires de mesure				30
Autres fonctions				
Lissage		•	•	
Étui intégré		•	•	
Étui amovible	•			•
Accès séparé à la batterie et aux fusibles	•	•	•	•
Auto extinction	•	•	•	•
Indication de charge insuffisante des piles	•	•	•	•
Garantie et sécurité				
Garantie à vie		•	•	•
Garantie (ans)	3			
Indication de tension dangereuse	•	•	•	
EN61010-1 CAT III	600 V	1000 V	1000 V	1000 V
EN61010-1 CAT IV		600 V	600 V	600 V



Autres critères de choix

Les appareils numériques, à affichage LCD, sont désormais les plus répandus, ce qui ne signifie pas que leurs homologues analogiques, à aiguille, soient tous périmés, loin de là! Ce critère, à lui seul, n'est pas décisif. Toutefois, il est clair qu'un DMM aura une précision supérieure à celle d'un modèle analogique.

Les marques les plus connues proposent toutes, dans leurs catalogues, des modèles économiques dotés de fonctions suffisantes. Sans aller jusqu'à mettre une petite fortune dans un appareil dernier cri de marque réputée, il est sans doute préférable d'acquérir un modèle d'un constructeur connu, plutôt qu'un article "sans marque" (avec un mode d'emploi en "javanais"), comme on en trouve parfois en grandes surfaces... Ceci dit, sachez que la quasi-totalité des multimètres sont construits en Chine ou à Taïwan.

Portez une attention toute particulière à la solidité apparente du boîtier (imaginez une chute sur un sol carrelé...), à la facilité d'accès aux boutons de commande, à la présence ou pas d'une béquille de repos, à l'ergonomie générale de l'appareil. Il faut pouvoir "brancher" le multimètre de manière simple et facile. La prise de mesure doit demeurer une opération aisée, et non se transformer en casse-tête à cause d'un appareil désagréable à manipuler et à utiliser.

Si l'appareil et ses accessoires (au minimum, deux cordons de mesure) n'est pas vendu dans une trousse ou une valisette, il faudra prévoir de s'en procurer une séparément, car le multimètre doit être rangé, après usage, à l'abri des chocs, de la poussière et de l'humidité.



La photo de gauche montre un modèle de **multimètre numérique** (DMM, ou *Digital MultiMeter*, en anglais) "grand public", à prix modéré. Cet appareil est néanmoins très complet et amplement suffisant pour un amateur ou un débutant.

L'appareil comporte trois parties: en haut, l'**écran d'affichage** à cristaux liquides 3 1/2 digits; au centre, le **commutateur rotatif** de sélection de fonction et de calibre; en bas, quatre **bornes d'entrée**.

Le rotacteur central permet de choisir une **fonction** (mesure de tension continue ou alternative, intensité, résistance, capacité, etc...) et un **calibre** (par exemple, jusqu'à 200 mV, jusqu'à 20 mA, etc.). On notera la présence de plusieurs autres fonctions bien utiles: la mesure des capacités et inductances, des fréquences, la mesure du hFE des transistors PNP ou NPN, le test de continuité, pour détecter une éventuelle coupure entre deux points d'un circuit, etc. Un bouton *Peak Hold* permet de "mémoriser" une valeur crête.

Les quatre bornes, en bas, servent à recevoir les cordons de mesure. La borne COM est commune à toutes les prises de mesure. A noter la possibilité de mesurer une intensité pouvant atteindre la valeur de 20 ampères!

Prix indicatif: environ 75 euros.



Les multimètres les plus sophistiqués permettent en outre de mémoriser certaines valeurs (MAX , Peak , ...); certains sont dénommés "autorange", c'est-à-dire que le choix du calibre se fait de manière automatique; d'autres proposent un mode d'affichage "bargraph"... Ces caractéristiques sont certes séduisantes, mais pas du tout indispensables pour un débutant. Répétons-le, la simplicité d'utilisation doit demeurer un critère prioritaire pour un débutant.

Voici un modèle de multimètre numérique qui s'adresse au grand public, mais qui offre des caractéristiques très "haut de gamme"...

On observera tout d'abord qu'il s'agit d'un appareil *autorange*, ou *auto ranging*, c'est-à-dire qu'il choisit automatiquement le calibre approprié à la mesure.

Le commutateur central permet de sélectionner l'une des nombreuses fonctions, y compris la mesure de la température, en °C, du niveau sonore, en dB, de l'intensité lumineuse, en lux, et même de l'humidité ambiante! Ces mesures requièrent naturellement des capteurs appropriés, directement intégrés à l'appareil ou fournis à part.

L'écran à affichage LCD comporte 4 1/2 digits et quantité de petits symboles, qui rendent la lecture beaucoup plus confortable.

Le prix de ce modèle très "sexy" se situe aux alentours de 125 euros. Abstraction faite de son prix dissuasif, cet appareil truffé de "gadgets" ne serait sans doute pas un choix très judicieux pour un néophyte...



La prise de mesure proprement dite se fait à l'aide de deux **cordons** extra-souples, un rouge et un noir, munis à leur extrémité de **pointes de touche**. Il s'agit là des accessoires standards, obligatoirement fournis avec l'appareil. Sur les modèles "bas de gamme", les cordons sont souvent de piètre qualité...

Les pointes de touche pourront dans bien des cas être remplacées par des pinces "crocodile" ou des grip-fils, qui permettent "d'accrocher" au moins un des deux cordons, par exemple à la masse ou au point de référence. Pensez-y lors de l'achat de votre multimètre!



De nombreux accessoires peuvent être associés au multimètre pour le rendre plus facile à utiliser et plus performant: **cordons** en silicone terminés à chaque extrémité par des **fiches "banane"** de diamètre 4 mm standard, de préférence avec reprise arrière (environ 2,30 euros pièce), **pincettes "crocodile"** (1,50 euro la paire), qu'on enfiche simplement dans les prises "banane", **grip-fils**... Parmi les autres accessoires disponibles en option, on peut citer la **sonde de température**, ou thermocouple de type K, adaptable sur un grand nombre de modèles. Enfin, la **gaine anti-choc** avec béquille apportera une protection efficace de l'appareil et un indéniable confort d'utilisation.



Avant toute mesure, pensez "SECURITE"!

La première chose à faire lorsque l'on acquiert un multimètre, comme du reste beaucoup d'autres appareils, c'est de *lire attentivement la notice*!

"Notice", "Mode d'emploi", "Guide de l'utilisateur", peu importe l'intitulé, **lisez** ce document fourni avec l'appareil!

Cette notice (en français, comme l'exige la loi...) comporte normalement un chapitre consacré à la sécurité de l'utilisateur: il faut prendre le temps de le lire. Les **limites de sécurité** de l'appareil y sont en effet indiquées (tension maximale en entrée, courant maximal, durée de la mesure...) et il est important de les connaître avant toute utilisation.

Gardez à l'esprit que l'opération consistant à relever une mesure de tension ou d'intensité peut présenter un réel danger pour l'utilisateur, ou provoquer la destruction de l'appareil! Aussi, respectez scrupuleusement les recommandations du fabricant et prenez bien soin de n'utiliser votre multimètre que dans les conditions prévues.

Pensez-y: le 230 V "secteur" peut être mortel!

Tout montage raccordé au secteur implique de prendre les plus grandes précautions. Evitez alors de travailler seul. En cas de doute sur vos compétences ou sur l'isolation

de l'appareil de mesure, **abstenez-vous!**

Même hors tension, on ne doit prendre aucune mesure sur un montage avant d'avoir déchargé tous les condensateurs!

Un courant, même faible, peut entraîner la dissipation d'une puissance importante dans certains composants et les rendre brûlants. La mise en court-circuit d'une simple pile de 9 V peut elle aussi provoquer une dangereuse élévation de température.

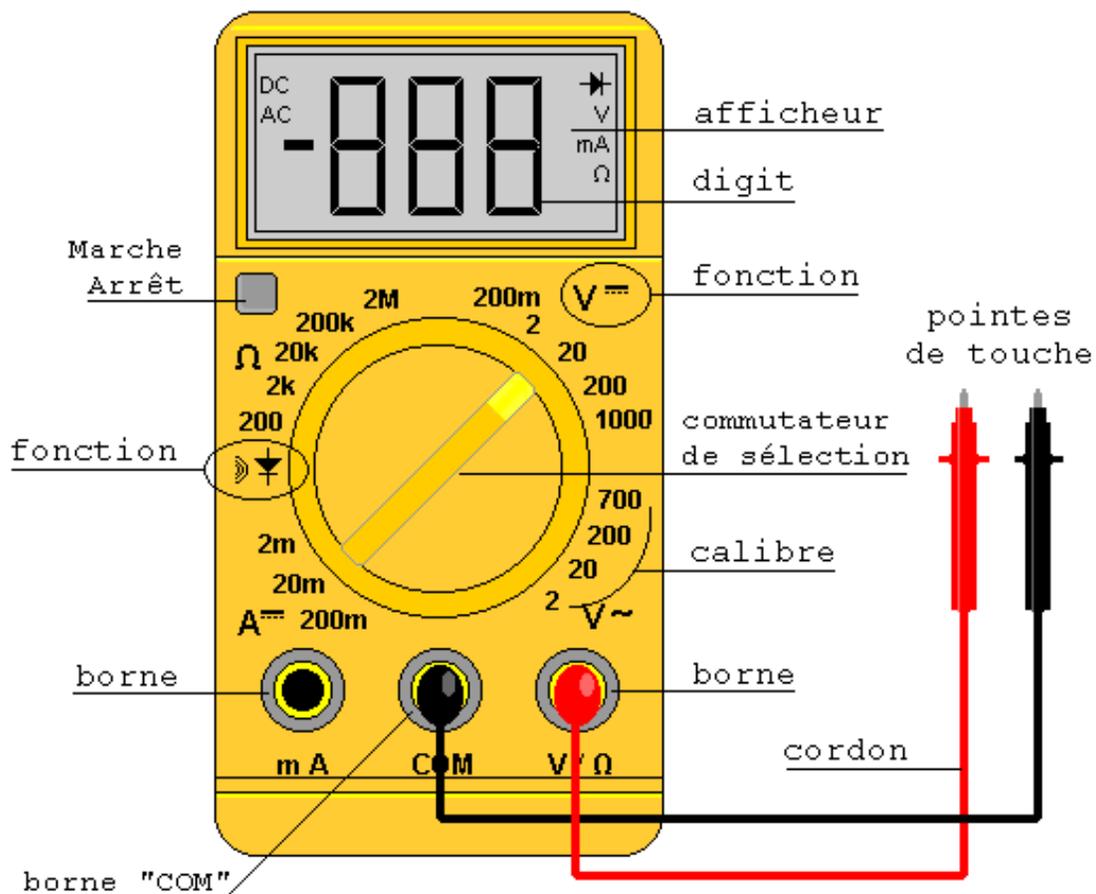
Avec le multimètre comme avec le fer à souder, soyez toujours prudents et **pensez d'abord "sécurité"!**



Comment utiliser le multimètre?

Nous n'aborderons ici que trois types de mesure: tension, intensité, résistance.

Mais tout d'abord, voyons comment se présente un multimètre numérique (DMM). Il s'agit dans cet exemple d'un modèle très ordinaire:



On reconnaît sur l'illustration, de haut en bas:

- l'**afficheur** LCD,
- le commutateur rotatif de sélection de la **fonction** (voltmètre, ampèremètre, ohmmètre...) et du **calibre** (de 0 à 200 mV, de 200 mV à 2 V, de 2 V à 20 V, etc...),

- les **bornes** de raccordement des cordons, qui sont généralement au nombre de trois ou quatre, dont une borne "COM" (commune) où on branchera le cordon relié à la masse,
- les **cordons** de mesure et les pointes de touche.

La plupart des appareils proposent aujourd'hui des fonctions supplémentaires (au minimum, le test de continuité). En ce qui concerne le raccordement des cordons de mesure et le choix de la sensibilité, on se reportera à la notice du constructeur. Si on ne dispose pas d'un modèle *autorange* et si la valeur à mesurer est inconnue, on choisira toujours le calibre supérieur pour commencer.



Mesurer une tension

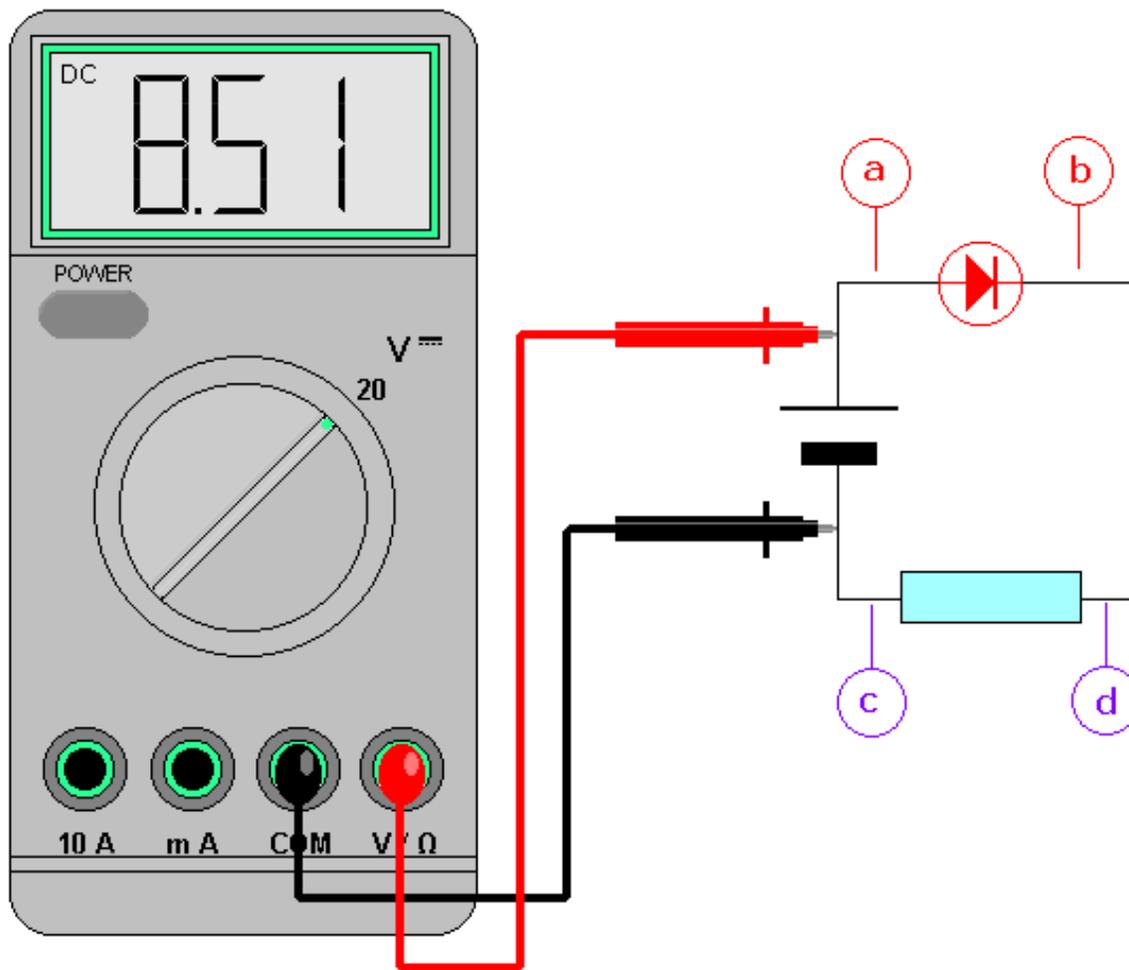
Le point important est le suivant: **une tension se mesure toujours en parallèle avec le circuit.**

Si par exemple on souhaite mesurer la tension aux bornes d'un récepteur, on branche les pointes de touche en parallèle sur ce récepteur, la pointe "noire" du côté du point de référence. En cas d'erreur de polarité, si les pointes ont été interverties, un multimètre numérique affichera une valeur négative.

Pour mesurer une tension, on branche le multimètre **en parallèle** avec le circuit, la pointe de touche noire (COM) étant connectée au potentiel de référence.

A l'aide du rotacteur central, on sélectionne la fonction VOLT (mesure d'une tension continue), et le calibre approprié, ici 20 V.

Dans l'exemple ci-contre, on mesure une tension de 8,51 V aux bornes de la pile (on lirait 8,68 V en circuit ouvert). Si on place les pointes de touche aux points notés **a** et **b**, en respectant la polarité, on obtient une mesure de 1,64 V, correspondant à la



tension de seuil de la DEL rouge. Entre les points **c** et **d**, aux bornes de la résistance, la tension lue est de 6,85 V.

La différence de 0,02 V (1,64 + 6,85 = 8,49) est due à la précision de l'appareil sur ce calibre (plus ou moins 0,08% selon la notice du fabricant).



Mesurer une intensité

Mesurer directement une intensité demeure une opération souvent difficile, parfois même impossible, car...

une intensité, à la différence d'une tension, se mesure toujours en série avec le circuit.

Si par exemple on souhaite mesurer l'intensité du courant qui traverse une résistance, on doit d'abord interrompre la branche du circuit où se trouve cette résistance, c'est-à-dire la couper, puis on connecte les pointes de touche entre ces deux points, donc en série avec la résistance.

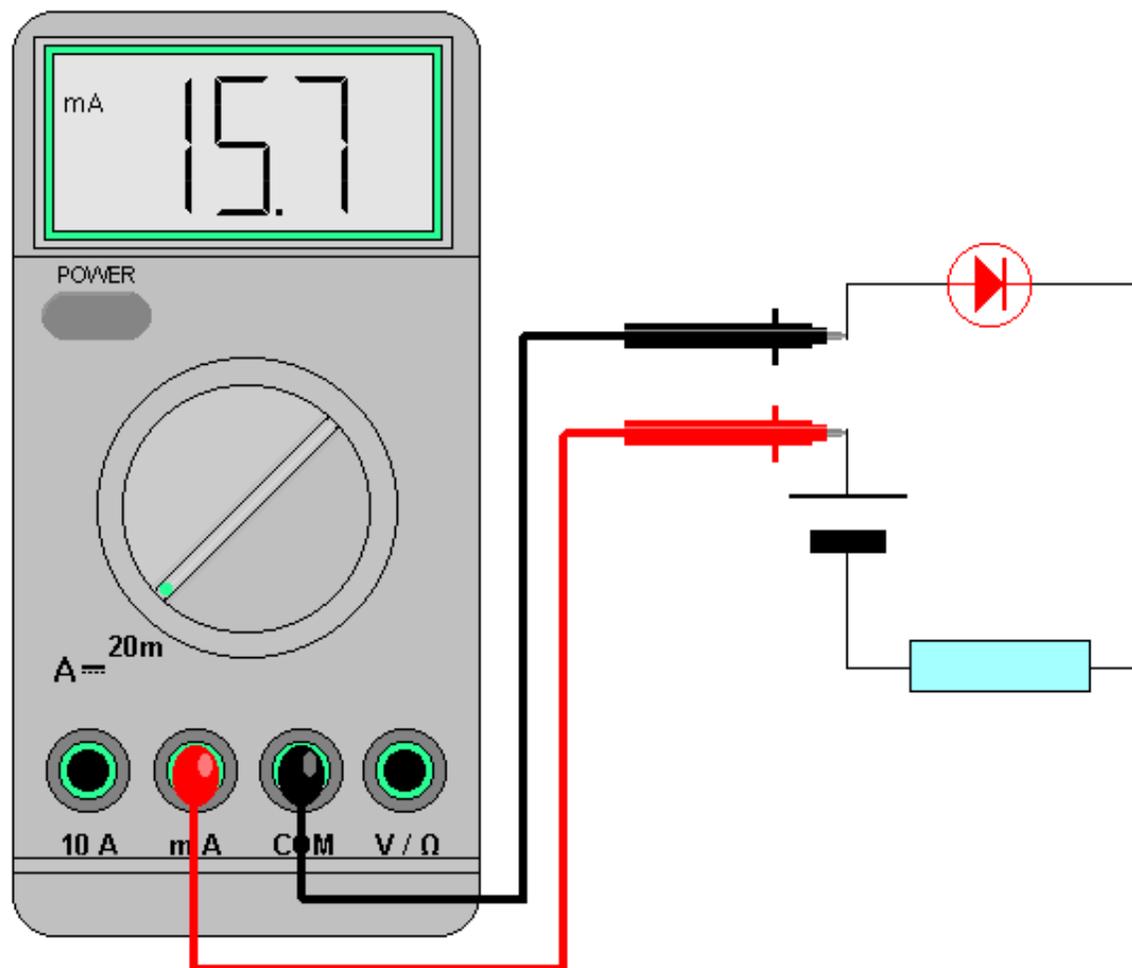
On voit bien que la mesure du courant pose un problème délicat si, pour une raison ou une autre, il n'est pas possible de couper le circuit... Il existe heureusement une solution très simple, qui consiste à relever la tension aux bornes de la résistance. Connaissant la valeur de cette résistance, il ne reste plus qu'à appliquer la loi d'Ohm!

Deux petites remarques en passant:

- De ce qui a été dit plus haut, on peut déduire que la partie "voltmètre" du multimètre doit avoir une résistance aussi grande que possible, puisque la mesure est prise en

parallèle. A l'inverse, la partie "ampèremètre" doit présenter une résistance aussi petite que possible, puisque la mesure est prise en série. Il suffit, pour s'en convaincre, de calculer la résistance équivalente de deux résistances, l'une étant très grande devant l'autre, en parallèle et en série.

- La mesure d'une intensité doit toujours se faire **rapidement**, sous peine d'endommager le multimètre. La notion de durée de la mesure est ici très importante. Se reporter à la notice du constructeur pour le délai à ne pas dépasser.



Pour mesurer un courant, le multimètre doit être connecté **en série** avec la branche du circuit considéré.

Par conséquent, le circuit doit être interrompu: ici, entre le + de la pile et l'anode de la DEL.

Il est important de choisir le calibre approprié ou, en cas de doute, le calibre le plus élevé. Par ailleurs, sur de nombreux appareils, il existe une borne 10 ou 20 ampères, en plus de la borne "mA".

Attention! En cas de doute sur un éventuel dépassement de la valeur maximale pouvant être mesurée par votre appareil, **abstenez-vous!** Et dans tous les cas, veillez à ne pas dépasser la durée préconisée par le constructeur pour la prise de mesure. Cette durée doit toujours être indiquée dans le guide de l'utilisateur.

Les professionnels utilisent une **pince ampèremétrique** pour mesurer un courant sans couper le circuit. Cet appareil, assez dispendieux, se justifie davantage dans la valise d'un technicien de maintenance que dans le "laboratoire" d'un amateur...

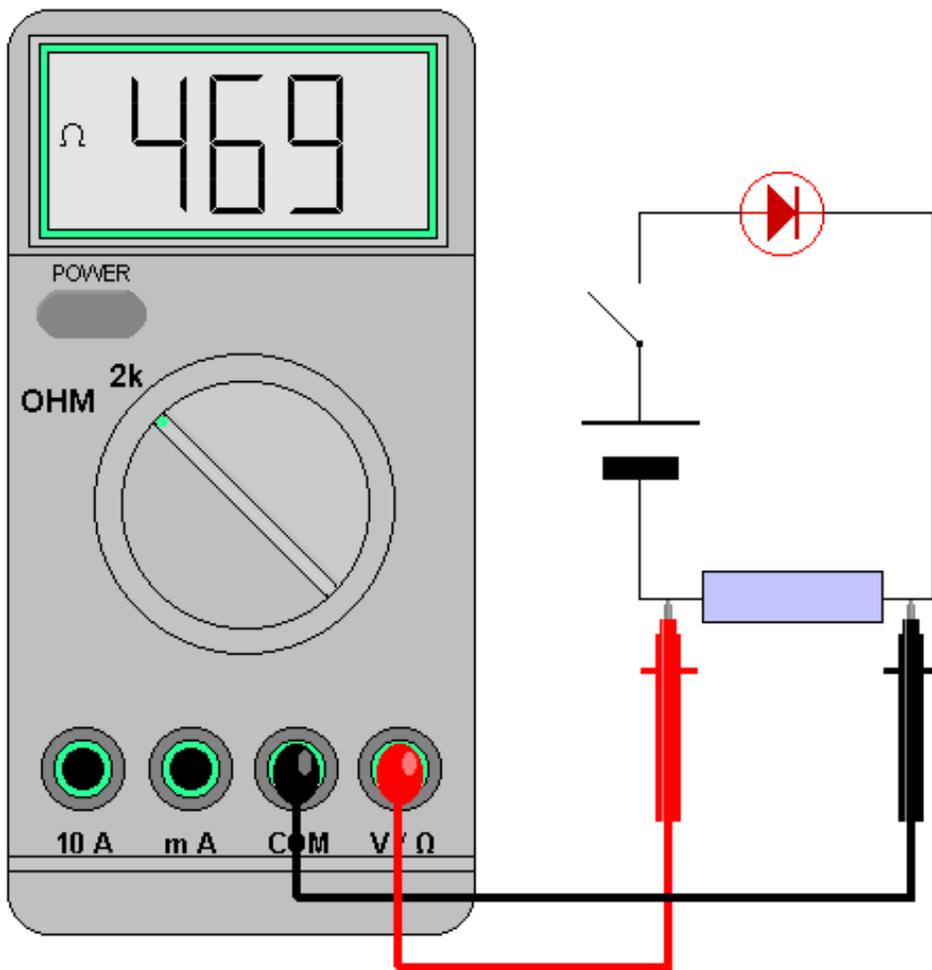


Mesurer une résistance

En ce qui concerne le raccordement des cordons de mesure et le choix de la sensibilité, on se reportera à la notice du constructeur. La borne "OHM" est souvent commune avec la borne "VOLTS".

Deux points sont ici essentiels:

- Avec un multimètre **numérique**, la mesure d'une résistance doit être faite **hors tension**. En effet, c'est l'appareil qui applique une tension connue aux bornes de la résistance inconnue avant de procéder au calcul; la présence d'une autre tension (celle du montage) fausserait la mesure.
- Il faut bien prendre garde de ne pas shunter la résistance inconnue avec les doigts, ce qui, là encore, fausserait la mesure. Au besoin, on se servira de pinces "crocodile" ou de grip-fils.



La mesure d'une résistance avec un multimètre numérique se fait hors tension, donc **circuit ouvert**.

La fonction "OHM" (mesure d'une résistance) étant choisie, on sélectionne le calibre approprié: ici, la valeur 2k.

On place ensuite les pointes de touche, ou mieux les grip-fils, aux bornes de la résistance.

Attention de ne pas shunter celle-ci avec les doigts, ce qui fausserait complètement la mesure!

Ajoutons que les cordons de mesure, quelle que soit leur qualité, présentent forcément une certaine résistance. Elle est en général si faible (typiquement, de l'ordre de 0,2 à 0,5 ohm) qu'on peut la négliger, sauf dans le cas particulier où on serait amené à mesurer une résistance elle-même de très faible valeur.

Enfin, il ne faut pas oublier que le multimètre, même le plus sophistiqué, est affligé d'une marge d'erreur, si minime soit-elle. Cette précision, variable selon les fonctions et les calibres, est indiquée dans la notice de l'appareil. Il faudra parfois en tenir compte.

Après usage, n'oubliez pas d'éteindre l'appareil en plaçant le commutateur central sur OFF et rangez-le dans son étui ou une housse de protection.



La mesure "efficace" et "efficace vraie"

La mesure des tensions variables pose un problème évident puisqu'à l'instant t de la prise de mesure, la tension aura une valeur U et à l'instant t' cette valeur sera de U' ... Le problème est contourné de la manière suivante: on ne mesure pas une tension instantanée, mais une valeur dite "efficace" (on dit aussi, parfois, valeur "moyenne"; en anglais, on parle de valeur *RMS*, pour *Root Mean Square*).

Prenons le cas le plus simple, celui d'une tension de forme sinusoïdale parfaite, par exemple celle du secteur. Le multimètre n'affichera pas la valeur crête (*peak*, en anglais), ni aucune des valeurs intermédiaires entre le 0 V et la valeur crête, voisine de 325 V, mais la valeur **efficace**, soit 230 V. Sachant que, dans le cas d'un signal périodique de forme sinusoïdale, la valeur crête est égale à la valeur efficace multipliée par 1,414 (soit la racine carrée de 2), on retrouve aisément cette valeur maximale.

Le **facteur de crête**, indicateur du degré de distorsion d'un signal, est ici de 1,414.

Prenons maintenant le cas, moins favorable mais très fréquent, d'un signal variable distordu, non-sinusoïdal. Il devient alors impossible de mesurer une valeur "efficace", puisqu'on ne peut plus recourir à la très commode "moyenne"... Pire, la valeur donnée par un multimètre RMS sera entachée en ce cas d'une erreur pouvant atteindre 50%!

La difficulté, cette fois, est tournée en faisant intervenir la valeur **efficace vraie**, qui est définie comme étant égale à la valeur d'une tension continue qui produirait, dans une résistance identique, le même dégagement de chaleur dans le même temps, autrement dit la même puissance.

Les multimètres dotés de cette capacité à mesurer une valeur efficace vraie sont estampillés **T-RMS**, pour *True Root Mean Square*. Le **facteur de crête** atteint alors au moins 3.

Attention toutefois, la mesure ne sera correcte que pour une gamme de fréquences donnée: ce qu'on appelle la **bande passante** de l'appareil. Celle-ci est le plus souvent comprise entre 500 Hz et 1 kHz. Ceci s'explique par le fait que, sur les multimètres numériques, la mesure s'effectue par comptage; il va de soi que si la variation du signal est trop rapide, le multimètre ne pourra fournir un affichage correct. On voit ici tout l'intérêt de l'oscilloscope, qui travaille à des fréquences bien supérieures...

