

Le grand livre de l'électricité

Thierry **GALLAUZIAUX**
David **FEDULLO**

© Groupe Eyrolles, 2005,

ISBN 2-212-11535-0

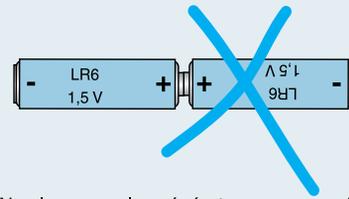
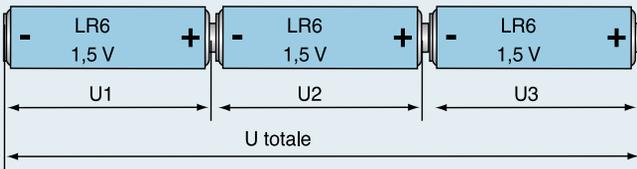
EYROLLES



Les groupements d'éléments (en courant continu)

Les éléments en série

Les générateurs

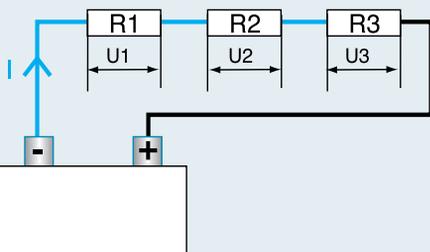


Ne placez pas les générateurs en opposition : ils se déchargeraient.

La tension en sortie des piles est la somme des tensions de chaque pile.

U totale = U1 + U2 + U3

Dans l'exemple ci-dessus : U totale = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 volts



Les résistances

La résistance totale est la somme de toutes les résistances

R totale = R1 + R2 + R3

L'intensité est la même dans tout le circuit.

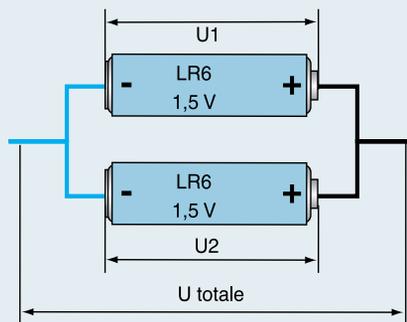
La tension est différente aux bornes de chaque résistance mais leur somme est égale à la tension du générateur.

U1 + U2 + U3 = U générateur

Les éléments en parallèle

Les générateurs

Attention : ce montage ne peut s'effectuer qu'avec des générateurs de même tension. Sinon, l'un se déchargerait dans l'autre.



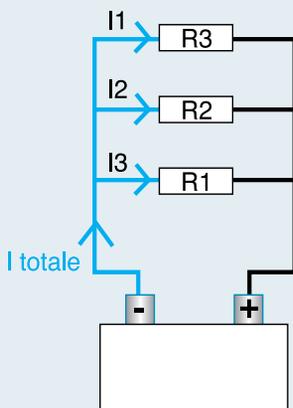
U totale = U1 ou U2

Dans l'exemple ci-contre :

U totale = 1,5 volts

Ce montage est intéressant car vous disposez de plus de puissance pour la même tension.

Les résistances



La résistance équivalente à ce groupement en parallèle est donnée par la formule suivante :

$$\frac{1}{R_{\text{équiv}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

La tension est la même aux bornes de toutes les résistances.

L'intensité est proportionnelle à chaque résistance.

I totale = I1 + I2 + I3

Plus on place de résistances en parallèle, plus l'intensité augmente. C'est ce qui se passe quand on branche trop d'appareils sur la même prise de courant.

Exemple : R1 = 2 Ω, R2 = 3 Ω et R3 = 5 Ω

$1 / R_{\text{équiv.}} = 1 / 2 + 1 / 3 + 1 / 5$

$1 / R_{\text{équiv.}} = 31 / 30$

$R_{\text{équiv.}} = 30 / 31 = 0,96 \Omega$

Figure 4 :
Les groupements d'éléments

Exemple : une ampoule est raccordée à une pile. Elle éclaire normalement. Si l'on branche une deuxième ampoule de mêmes caractéristiques en série, chaque ampoule éclaire à la moitié de sa puissance. Une troisième ampoule raccordée en série diminuerait encore la tension disponible aux bornes de chaque ampoule. Mais la pile se vide au même rythme quel que soit le nombre d'ampoules.

Les éléments en parallèle

Un montage est dit en parallèle lorsque chaque élément est repris sur le précédent par une dérivation (figure 4).

Il est possible d'installer des générateurs en parallèle, à condition qu'ils présentent les mêmes caractéristiques. Dans le cas contraire, le plus puissant se déchargerait dans le plus faible.

La tension est identique aux bornes de chaque élément et les puissances des éléments s'additionnent.

Lorsque des résistances sont montées en parallèle, la tension est identique aux bornes de chacune. L'intensité totale est égale à la somme des intensités traversant chaque résistance. La résistance totale du montage est inférieure à la plus petite des résistances ; elles ne s'ajoutent pas, contrairement aux résistances en série.

Exemple : une ampoule est raccordée à une pile. Elle éclaire normalement. Si l'on branche une deuxième ampoule en parallèle, chaque ampoule éclaire normalement. Une troisième ampoule éclairera également normalement. Mais plus on rajoute d'ampoules, plus la pile se vide rapidement. Brancher plusieurs appareils sur une multiprise revient à réaliser un montage en parallèle. Si l'on branche

trop d'appareils, l'intensité devient trop importante et les fusibles se détruisent.

Les types de courant

Il existe deux types de courant : le courant continu et le courant alternatif. Les formules indiquées précédemment sont valables pour le courant continu. Pour le courant alternatif, d'autres paramètres sont à prendre en compte : ils seront abordés dans les paragraphes suivants.

Le courant continu

C'est le courant délivré par les piles, les batteries de voiture ou encore les dynamos de vélo. Les bornes sont marquées + et - pour indiquer la polarité du générateur ou du circuit. La tension et l'intensité sont constantes, comme l'indique le graphique de la figure 5. Les installations électriques ne sont pas alimentées en courant continu.

Le courant alternatif

C'est le courant qui alimente toute installation électrique. L'intensité et la tension varient selon une courbe sinusoïdale (figure 5). Le nombre d'oscillations du courant par seconde définit la fréquence dont l'unité est l'hertz (Hz). En France, le courant est distribué à une fréquence de 50 Hz. Aux États-Unis, par exemple, la fréquence est de 60 Hz.

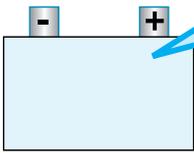
Il n'y a pas de polarités en courant alternatif puisque le courant alterne en permanence entre + et -. Les pôles sont dénommés phase et neutre.

Les types de courant

Le courant continu

Symbole

DC en anglais



Le courant continu est le courant délivré par les piles ou les batteries.

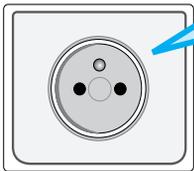
Représentation graphique du courant continu



Le courant alternatif

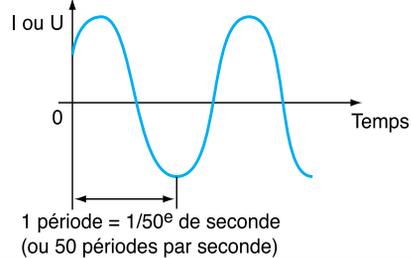
Symbole

AC en anglais



Le courant alternatif est le courant distribué dans votre installation.

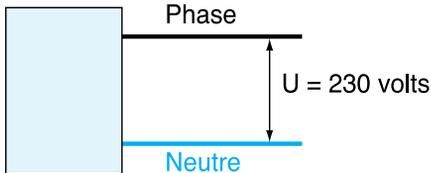
Représentation graphique du courant alternatif



Attention : en alternatif, on ne parle plus de résistance mais d'impédance. Toutefois, la loi d'Ohm reste valable pour les résistances pures (résistances de chauffage, par exemple.). Pour d'autres éléments, d'autres valeurs doivent être prises en compte, nous n'en aurons pas besoin dans cet ouvrage. En alternatif, la puissance calculée par la formule : $P = U \times I$ représente la puissance apparente. Elle est exprimée en VA (voltampères) ou en kVA. La puissance active (celle réellement consommée) prend en compte un facteur de puissance. Cette puissance est exprimée en watts. Pour une résistance pure, les deux puissances sont égales.

Les types de tension en courant alternatif

Le monophasé (une phase)

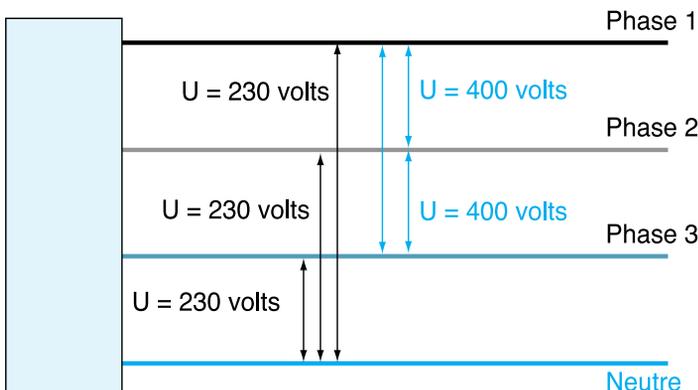


Le monophasé est l'une des tensions distribuées par EDF qui arrive à votre domicile. L'alimentation est constituée de deux conducteurs : la phase et le neutre. La tension entre ces deux fils est de 230 volts.

Figure 5 : Les divers types de courant

En alternatif, on ne parle ni de positif ni de négatif comme en continu mais de phase et de neutre.

Le triphasé (trois phases)



Le triphasé est l'autre tension distribuée par EDF. L'alimentation est constituée de quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre chaque phase et le neutre est de 230 volts. La tension entre chaque phase est de 400 volts.

En ce qui concerne le courant alternatif, la loi d'Ohm $U = R \times I$ n'est valable que dans le cas d'une résistance pure, par exemple la résistance d'un convecteur. La résistance d'une bobine électrique (transformateur, moteur) ne peut pas être calculée avec cette formule. En outre, en courant alternatif, la résistance s'appelle impédance.

Pour la puissance, la formule $P = U \times I$, valable pour le courant continu, s'applique dans le cas d'appareils à résistance pure. En alternatif, c'est la puissance apparente, exprimée en VA ou kVA.

La puissance des appareils ne présentant pas de résistance pure, c'est-à-dire la majorité, ne peut pas être calculée avec la formule ci-dessus. Un autre paramètre est à prendre en compte : le facteur de puissance. C'est la puissance active, c'est-à-dire la puissance réellement consommée, exprimée en watts.

En résumé, les formules applicables au courant continu ne sont valables pour le courant alternatif que dans certains cas. Dans les chapitres qui suivent, les diverses mesures effectuées n'ont pas pour but de calculer les puissances des appareils — les résultats seraient faussés — mais principalement de vérifier la continuité des circuits électriques.

Deux types de courant sont disponibles en France pour les installations domestiques : le courant monophasé et le courant triphasé.

Le monophasé

L'alimentation d'une installation en monophasé s'effectue au moyen de deux conducteurs, la phase et le neutre. La tension entre les deux est de 230 V plus ou moins 10 %.

Le triphasé

L'alimentation en triphasé a recours à quatre conducteurs : trois phases et un neutre. La tension entre le neutre et chaque phase est de 230 V. La tension entre les phases est de 400 V.

Les appareils de mesure et leur emploi

Pour intervenir sur une installation existante, il convient de se procurer un appareil de mesure. Les tests les plus courants s'effectuent au moyen d'un multimètre. Celui-ci permet de mesurer la tension, l'intensité, la résistance, la continuité, etc.

Il est inutile d'investir dans un appareil très sophistiqué si vous n'intervenez qu'occasionnellement sur votre installation. Préférez toujours un modèle à fusible incorporé qui protège l'appareil en cas de mauvaise manipulation. Les appareils bas de gamme en sont souvent dépourvus.

Attention ! Soyez très vigilant lorsque vous effectuez certaines mesures sous tension. Tenez bien les pointes de test par leur partie isolée. Ne débranchez jamais les cordons en cours de mesure. Écartez-vous toujours de la source sous tension avant toute manipulation de l'appareil de mesure.

Les appareils de mesure

Il existe des multimètres analogiques, c'est-à-dire pourvus d'un cadran et d'une aiguille, et des multimètres numériques où les résultats apparaissent sur un

Les appareils de mesure

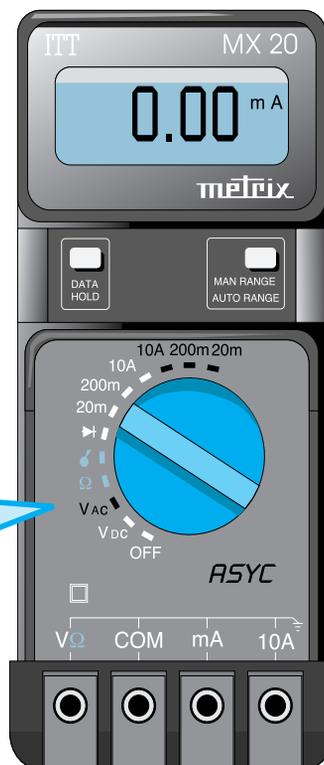
Le multimètre analogique



Les multimètres analogiques sont construits selon une ancienne technologie. La lecture des mesures se fait par la position de l'aiguille sur un cadran. Ce type d'appareil demande plus de manipulations qu'un modèle numérique. En revanche, son prix est moins élevé. Il est suffisant pour des tests sur une installation électrique.

Les multimètres permettent d'effectuer un grand nombre de mesures : tension alternative ou continue, intensité alternative ou continue, résistance et encore bien d'autres mesures selon les modèles. Préférez toujours un modèle doté d'une protection interne (fusible) qui évite de détruire l'appareil en cas de mauvaise manipulation.

Le multimètre numérique



Les multimètres numériques sont très pratiques : manipulations réduites, lecture directe des valeurs. Ils sont parfois même trop précis pour les mesures à réaliser sur une installation électrique.

La pince ampèremétrique numérique



La pince ampèremétrique est très utile pour mesurer les intensités, surtout si elles sont élevées. Certaines permettent aussi de mesurer des tensions et des résistances. Il existe aussi des adaptateurs pince qui s'utilisent avec les cordons des multimètres.

Figure 6 : Les appareils de mesure

afficheur à cristaux liquides (figure 6). Les multimètres analogiques nécessitent plus de manipulations mais sont généralement moins onéreux. La lecture est moins précise que sur un appareil numérique, mais suffisante pour une installation domestique.

Les multimètres numériques sont précis et offrent une lecture directe des valeurs.

Les multimètres ne sont pas conseillés pour les mesures d'intensités importantes (10 A au maximum). On utilise dans ce cas un autre appareil appelé pince ampèremétrique. Il suffit de passer la pince autour d'un conducteur pour connaître l'intensité qui le traverse. Il n'est pas nécessaire de dénuder le conducteur. Les modèles les plus évolués permettent de mesurer les câbles à plusieurs conducteurs.

Certains multimètres sont proposés avec une pince ampèremétrique en option qui se branche sur les cordons de mesure.

Mesurer les valeurs

Avant de poser les pointes de mesure sur les éléments à tester, il faut savoir ce que vous souhaitez mesurer. Pour mesurer une tension, réglez l'appareil en mode voltmètre. Pour mesurer une intensité, réglez l'appareil en position ampèremètre.

La résistance et la continuité se mesurent en mode ohmmètre, toujours hors tension. Les mesures de tension et d'intensité s'effectuent sur un circuit sous tension (figure 7).

La mesure d'une tension

Placez tout d'abord les fiches des cordons dans les borniers appropriés. Générale-

ment, on place un cordon sur le commun et l'autre sur le symbole V ou une valeur de tension (300 V, 1 000 V). Placez le sélecteur d'unité de mesure sur volt alternatif ou continu.

Placez les pointes de test en parallèle aux bornes de l'appareil ou de l'élément à mesurer. La valeur qui apparaît sur le cadran indique la tension entre les bornes en volts.

Avec un multimètre analogique, si vous ne connaissez pas l'ordre de grandeur de la tension à mesurer, commencez toujours par une mesure avec le cordon placé sur le bornier 1 000 V, puis changez d'échelle si nécessaire.

La mesure d'une intensité

La mesure de l'intensité d'un circuit électrique avec un multimètre est difficilement réalisable dans les installations domestiques. En effet, l'appareil de mesure doit être placé en série avec l'appareil dont on souhaite connaître l'intensité. Par souci de sécurité, utilisez systématiquement une pince ampèremétrique.

La mesure d'une résistance ou de la continuité

La mesure de la résistance s'effectue aux bornes de l'appareil hors tension. Vous pouvez mesurer cette valeur directement sur la fiche de l'appareil.

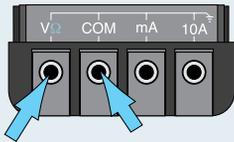
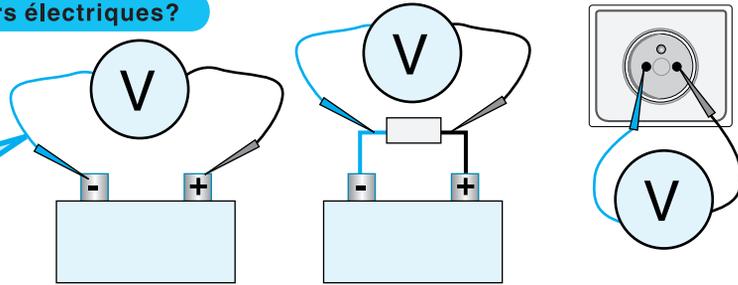
La mesure de la continuité d'un conducteur sert à vérifier que celui-ci n'est pas coupé, par exemple dans un cordon d'alimentation ou une bobine. Pour mesurer la continuité, vous pouvez utiliser l'appareil de mesure en ohmmètre ou

Figure 7 : La mesure des valeurs électriques ►

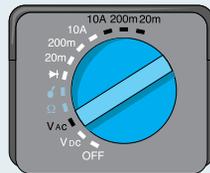
Comment mesurer les valeurs électriques ?

La mesure d'une tension

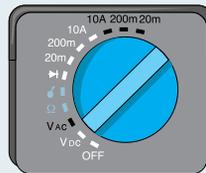
La tension se mesure aux bornes d'un récepteur ou d'un générateur à l'aide d'un voltmètre.



Branchez les cordons de mesure dans les borniers appropriés.



Sélectionnez le type de tension à mesurer : AC pour l'alternatif...



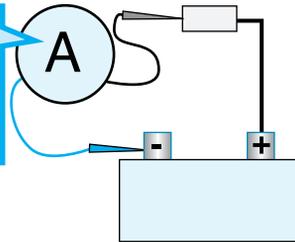
...ou DC pour une tension en continu.



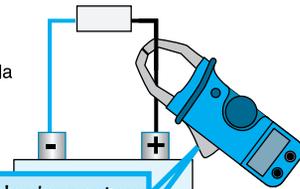
Procédez à la mesure. La valeur de la tension s'affiche sur le cadran.

La mesure d'une intensité

L'intensité se mesure à l'aide d'un ampèremètre, placé en série avec l'élément dont on veut mesurer l'intensité.



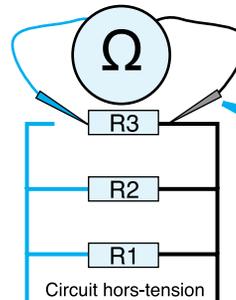
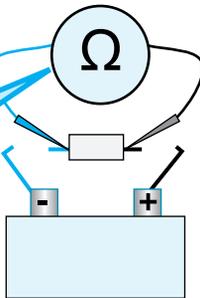
Ce type de mesure n'est pas très approprié pour une installation électrique. C'est pourquoi on préfère souvent la pince ampèremétrique.



Il suffit de placer la pince autour de l'un des conducteurs qui alimentent le récepteur.

La mesure d'une résistance

La résistance se mesure aux bornes d'un récepteur obligatoirement hors tension à l'aide d'un ohmmètre.



Si vous mesurez une résistance dans un circuit, prenez soin de déconnecter l'un des fils d'alimentation de cette résistance pour ne pas fausser la mesure.

La mesure d'une continuité

Ce type de mesure permet de vérifier qu'un circuit n'est pas coupé (bobinage ou cordon d'alimentation). Elle s'effectue également avec un ohmmètre.

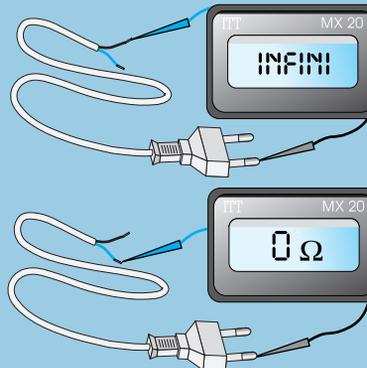


Une mesure entre 0 et 5 Ω indique que le bobinage est correct.



Une mesure infinie indique que le bobinage est coupé.

Pour tester un cordon



Pour tester un cordon, placez une pointe de test sur l'un des contacts de la fiche et recherchez le fil correspondant à l'autre extrémité. Vous devez obtenir les mesures ci-contre. Testez ensuite l'autre contact de la fiche. Si vous trouvez une valeur infinie entre l'une des fiches et les deux fils à l'extrémité, cela signifie qu'un fil est coupé.

sur la fonction continuité, signalée par un signal sonore.

Pour mesurer la résistance d'un élément dans un circuit, prenez soin de déconnecter l'un des fils d'alimentation de l'élément afin de ne pas fausser la mesure.

Pour mesurer une résistance avec un appareil analogique :

- placez les cordons de mesure dans les borniers appropriés ;
- placez le sélecteur d'unité de mesure sur ohm ;
- mettez en contact les deux pointes de test : l'aiguille doit se déplacer vers la droite du cadran sur la valeur 0 ohm ; si l'aiguille n'atteint pas la valeur zéro, peaufinez le réglage avec la vis de calage ;
- effectuez la mesure en plaçant les pointes de la résistance à mesurer.

Lors d'une mesure de continuité, la valeur 0 ohm indique que le courant passe et que le circuit n'est pas coupé. Une valeur infinie (∞) indique que le circuit est coupé.

La distribution de l'électricité

L'électricité domestique est fabriquée à partir de diverses énergies dans des centrales thermiques, hydroélectriques ou nucléaires. Elle est ensuite distribuée à travers le territoire par des lignes à haute tension. On utilise une tension élevée sur les grandes distances afin de limiter les pertes d'énergie (les pertes étant inversement proportionnelles à la tension).

La haute tension est ensuite abaissée grâce à des transformateurs afin d'obte-

nir un niveau adapté aux installations domestiques ou industrielles.

Chaque abonné est ensuite raccordé sur une dérivation du réseau (figure 8), individuelle pour le raccordement d'un pavillon ou collective dans le cas d'un immeuble d'habitation. Dans ce dernier cas, chaque appartement dispose de sa propre dérivation reprise sur une colonne collective.

La dérivation peut être aérienne, souterraine ou aérosouterraine, en fonction de la distribution existante dans votre lieu d'habitation. Afin de protéger la dérivation et éviter que vous ne priviez tout le quartier d'électricité en cas de court-circuit, le distributeur installe un coupe-circuit à cartouches fusibles, calibrées en fonction de la puissance de votre abonnement. L'accès à ces fusibles vous est interdit, le coffret est plombé et seul le distributeur est habilité à les remplacer. De plus, ces fusibles sont d'un modèle spécial dont le démontage nécessite un outil spécifique.

L'électricité n'étant pas gratuite, la ligne passe ensuite par le compteur. Vous n'avez pas non plus accès aux raccordements effectués dans le compteur, également plombé.

Après le compteur se trouve le disjoncteur d'abonné. C'est l'appareil qui se déclenche lorsque vous provoquez un court-circuit. Il protège l'ensemble de l'installation de façon plus efficace que les fusibles du coupe-circuit général, comme nous le verrons plus loin.

Seule la partie supérieure du disjoncteur est plombée ; la partie inférieure est libre d'accès. C'est à partir de ce point que

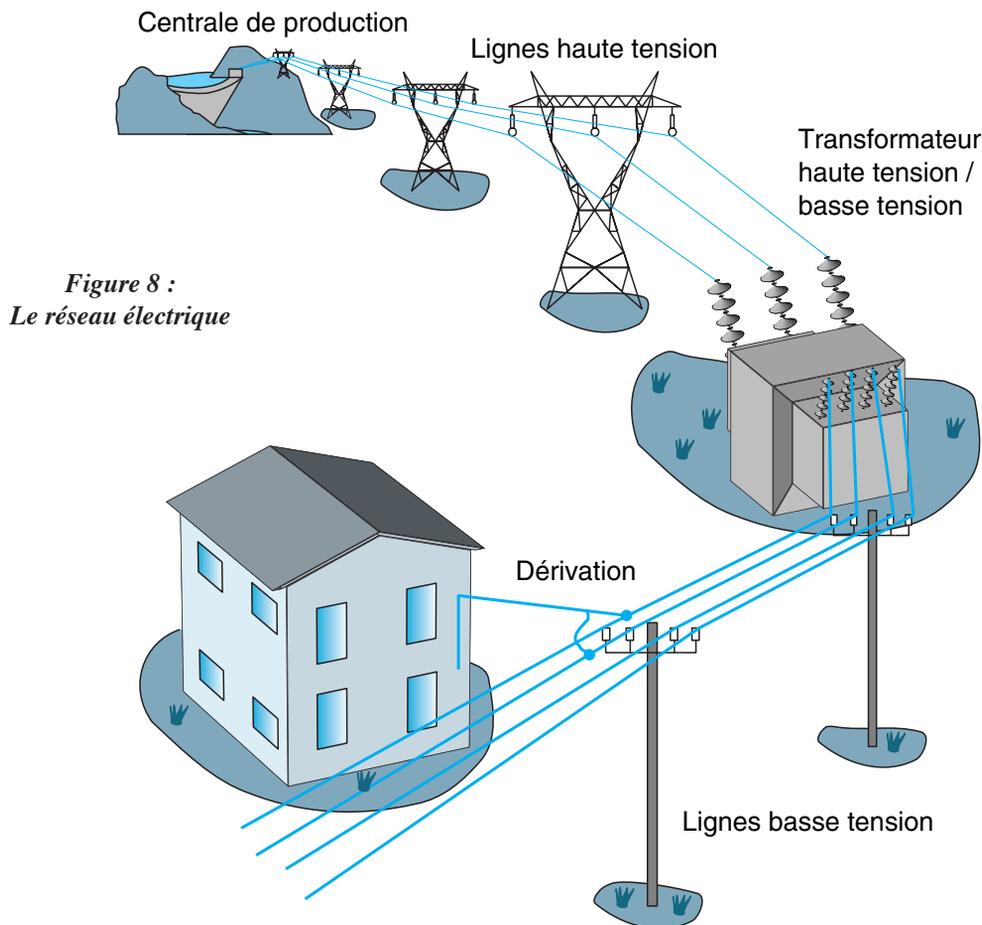


Figure 8 :
Le réseau électrique

commence votre installation privative et que vous êtes autorisé à intervenir.

Les emplacements des divers éléments énoncés ci-dessus peuvent différer, en maison individuelle ainsi qu'en immeuble collectif. La figure 9 présente les cas les plus souvent rencontrés. En maison individuelle, si l'installation est relativement récente, vous disposez d'un coffret accessible de la rue, renfermant le coupe-circuit et le compteur. Le disjoncteur est toujours situé dans l'habitation. Dans le cas d'installations plus anciennes, il est possible de trouver l'ensemble coupe-circuit, compteur et disjoncteur à l'intérieur de l'habitation.

Dans les immeubles collectifs récents

mais antérieurs à 1996, seul le disjoncteur d'abonné est situé à l'intérieur du logement. Le compteur peut être situé dans les colonnes techniques du palier ou dans un local spécifique. Pour les immeubles antérieurs aux années 1950, le panneau de comptage, c'est-à-dire le compteur et le disjoncteur, est situé dans l'appartement et le coupe-circuit sur la colonne d'alimentation générale.

Depuis fin 1995, pour les installations neuves ou rénovées, EDF installe de nouveaux compteurs électroniques. Ces compteurs sont placés systématiquement à côté du disjoncteur d'abonné. Grâce à des touches de sélection, le compteur

Compteur ancien (emplacement)

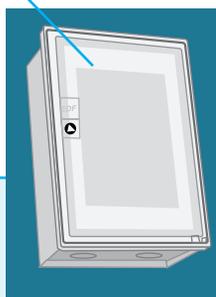
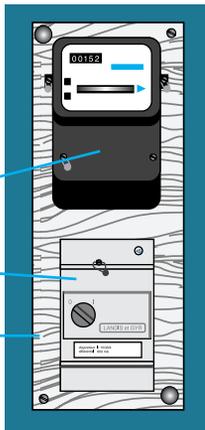
— Lignes électriques

● Compteur

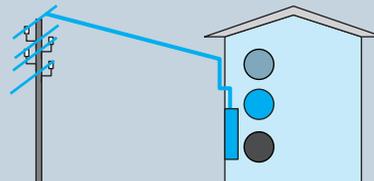
● Disjoncteur d'abonné

■ Coffret ou tableau

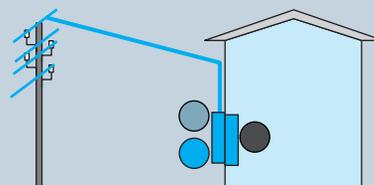
● Coupe-circuit général



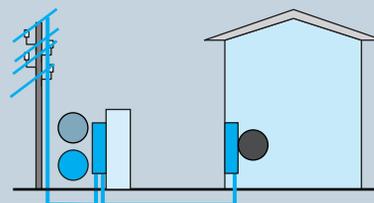
En maison individuelle



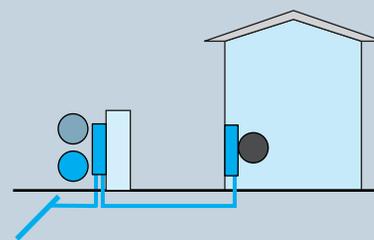
Branchement aérien ancien



Branchement aérien récent



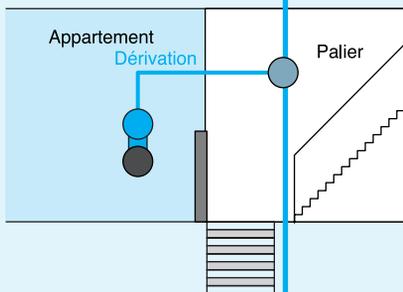
Branchement aéro-souterrain



Branchement souterrain

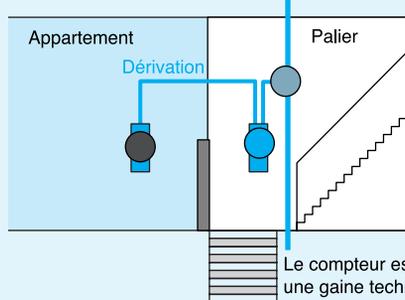
En immeuble collectif

Colonne de distribution de l'immeuble



Raccordement ancien

Colonne de distribution de l'immeuble



Raccordement récent

Le compteur est placé dans une gaine technique ou dans un local technique

Figure 9 : Les emplacements du compteur et du disjoncteur