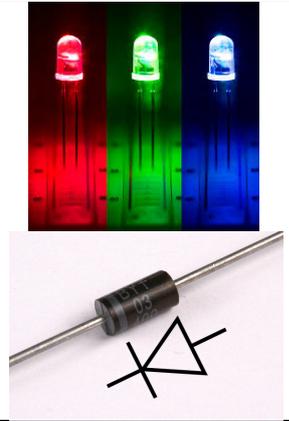


CARACTERISTIQUE D'UNE DIODE (OU LED) ET POINT DE FONCTIONNEMENT



OBJECTIFS

- ✓ Savoir utiliser le multimètre pour mesurer des grandeurs électriques
- ✓ Obtenir expérimentalement la caractéristique d'une diode ou d'une LED
- ✓ Déterminer un modèle simple de la diode
- ✓ Déterminer un point de fonctionnement
- ✓ Une introduction au théorème de Thévenin

MATERIEL

- ✓ Multimètre, GBF, Oscilloscope
- ✓ Résistances
- ✓ Diode, LED
- ✓ Plaquette de connexion

1. BRANCHEMENT ET GRANDEURS CARACTERISTIQUES DES MULTIMETRES

Le multimètre est un appareil pouvant faire office au minimum de **voltmètre** (mesure de tensions), **d'ampèremètre** (mesure d'intensités) ou **d'ohmmètre** (mesure de résistances) et comprenant éventuellement d'autres fonctions évoluées. Les bornes de branchement dépendent de la fonction utilisée. Il possède plusieurs calibres (gammes de mesures). On commence par précaution par utiliser le plus grand pour ensuite diminuer et choisir celui immédiatement supérieur à la valeur à mesurer pour avoir le maximum de chiffres significatifs et donc de précision.

1.1 Voltmètre

Il se place en dérivation (parallèle) sur le dipôle dont on veut mesurer la tension à ses bornes. Il peut être modélisé par une simple résistance interne de forte valeur $R_V \approx 10 \text{ M}\Omega$. La connaissance de l'ordre de grandeur de cette valeur est importante car elle fait partie intégrante du circuit dans lequel cet appareil est placé. En conséquence, le branchement du voltmètre est donc susceptible d'influer sur le fonctionnement du circuit.

La perturbation d'une mesure par l'appareil de mesure lui même est une règle générale de la physique.

1.2 Ampèremètre

Il se place en série sur le dipôle dont on veut mesurer l'intensité du courant le traversant. Il peut lui aussi être modélisé par une résistance interne de faible valeur $R_A \approx 10 \Omega$. Les mêmes remarques que pour le voltmètre s'appliquent sur l'influence de l'introduction de la résistance de l'ampèremètre dans le circuit étudié.

1.3 Ohmmètre

Il se place aux bornes du dipôle dont on veut mesurer la résistance. L'appareil envoie alors un courant dans la résistance et détermine sa valeur par application de la loi d'Ohm en mesurant la tension à ses bornes. Il est donc **impératif de l'utiliser hors de toute autre connexion** susceptible de modifier ce courant et donc de fausser la mesure.

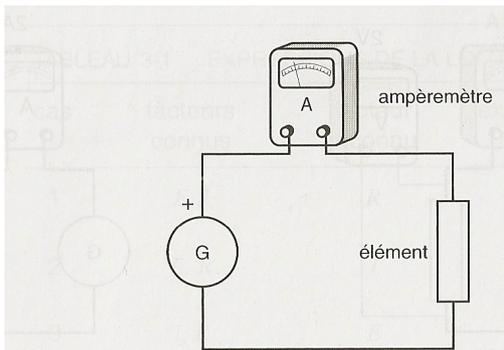


Figure 3-9
Raccordement d'un ampèremètre.

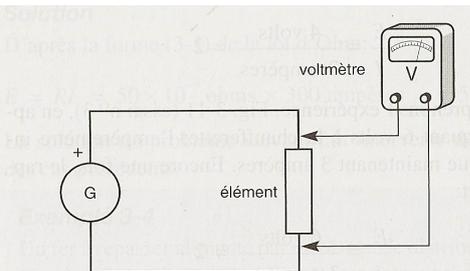
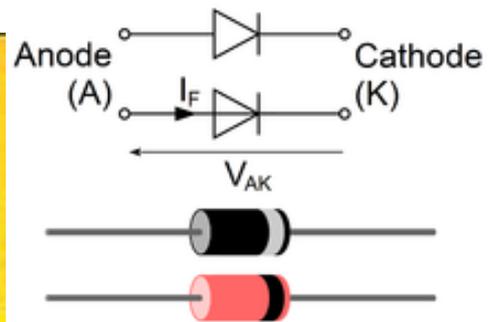


Figure 3-10
Raccordement d'un voltmètre.

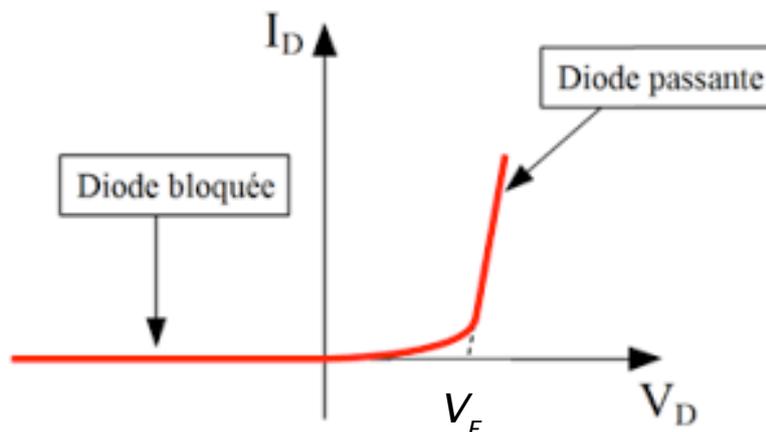
2. LA DIODE

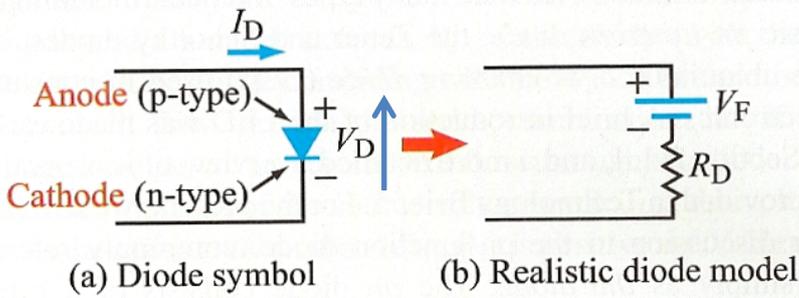
La diode est le **composant semi-conducteur** de base. Son fonctionnement est assimilable à celui d'un interrupteur qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens. Par exemple, c'est la diode qui va permettre de redresser le courant alternatif issu du secteur. La figure ci-dessous de gauche montre différentes diodes.



La diode est un **dipôle non-linéaire et polarisé** (ou non-symétrique). Le sens de branchement de la diode a donc une importance sur le fonctionnement du circuit électronique. La diode possède une **anode (A)** et une **cathode (K)** comme indiqué sur le schéma de droite ci-dessus.

La caractéristique typique d'une diode $I_D = f(V_D)$ a l'allure représentée sur le schéma suivant :

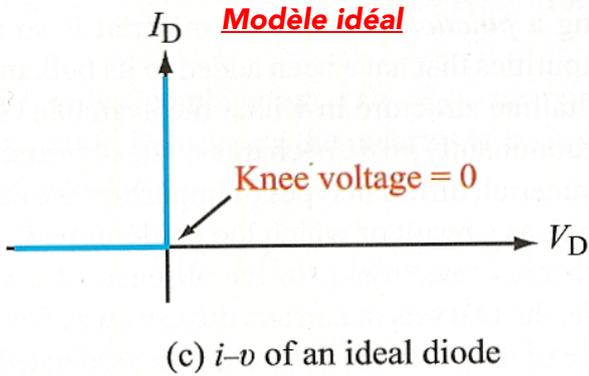




On peut considérer **3 modèles** pour la diode au vue de sa caractéristique (cf. schémas ci-contre).

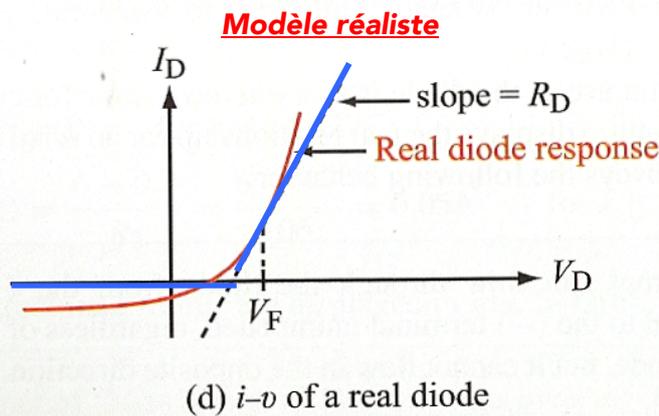
1) Modèle réaliste

- ✓ Si $V_D < V_F$, le courant ne passe pas, la diode est un interrupteur ouvert.
- ✓ Si $V_D > V_F$, la diode est modélisée par un générateur idéal de tension V_F en série avec une faible résistance $R_D \approx 10 \Omega$. $V_F \approx 0,7 \text{ V}$ pour une diode standard et $V_F \approx 1,5 \text{ V}$ pour une diode électroluminescente (LED). C'est ce modèle que l'on va considérer et caractériser expérimentalement dans ce TP.



2) Modèle simplifié

- ✓ Si $V_D < V_F$, le courant ne passe pas la diode est interrupteur ouvert.
- ✓ Si $V_D > V_F$, la diode est modélisée par un générateur idéal de tension V_F . On néglige la résistance interne de la diode $R_D \approx 0 \Omega$.



2) Modèle idéale $V_F = 0$

- ✓ Si $V_D < 0$, le courant ne passe pas, la diode est un interrupteur ouvert.
- ✓ Si $V_D > 0$, le courant passe, la diode est fil sans résistance.

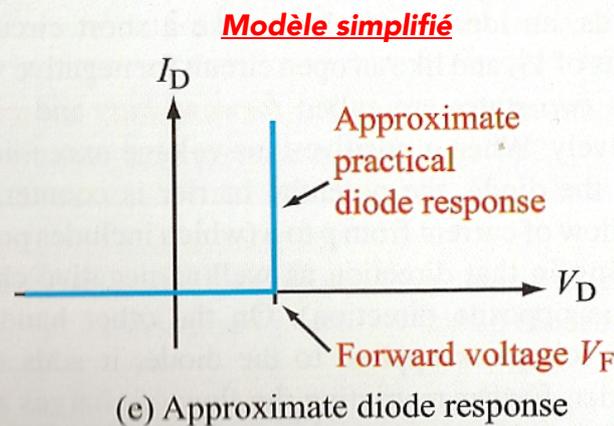


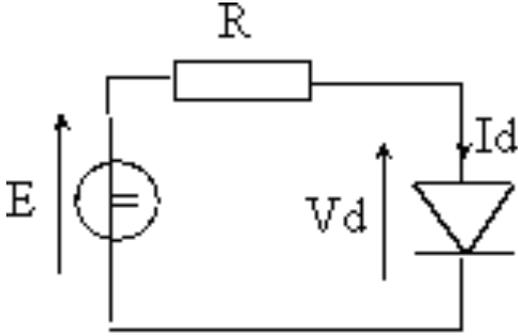
Figure 2-40: pn-junction diode schematic symbol and $i-v$ characteristics.



En TP, comme la tension aux bornes de la diode va être relativement faible, on placera le voltmètre directement aux bornes de la diode. Comme le courant va être très faible, on placera l'ampèremètre en série avec la diode. **Le voltmètre sera donc en parallèle sur la diode uniquement**

3. TRACE DE LA CARACTERISTIQUE STATIQUE DE LA DIODE

On souhaite tracer la caractéristique statique $I_D = f(V_D)$ de la diode. Pour cela on utilise le montage suivant :



On prendra comme générateur le GBF réglé en DC (fréquence nulle). En polarisation directe, on fera varier la tension d'alimentation E de 0 V au maximum de ce que le GBF permet.

Pour mesurer V_D et I_D on utilisera un **voltmètre** et un **ampèremètre**. On peut brancher l'oscilloscope aux bornes du générateur pour contrôler en permanence la tension d'alimentation.

$R \approx 1 \text{ k}\Omega$ est une résistance de protection pour éviter qu'un courant trop important n'endommage la diode.

- 1)  Tracer le schéma du montage qui va vous permettre de relever la caractéristique en directe de la diode en indiquant l'emplacement des appareils de mesure.

- 2)  **Câbler le montage.** Pour différentes valeurs de E , mesurer I_D et V_D puis tracer la caractéristique $I_D = f(V_D)$ sur papier millimétré. **Choisir une échelle adaptée !**



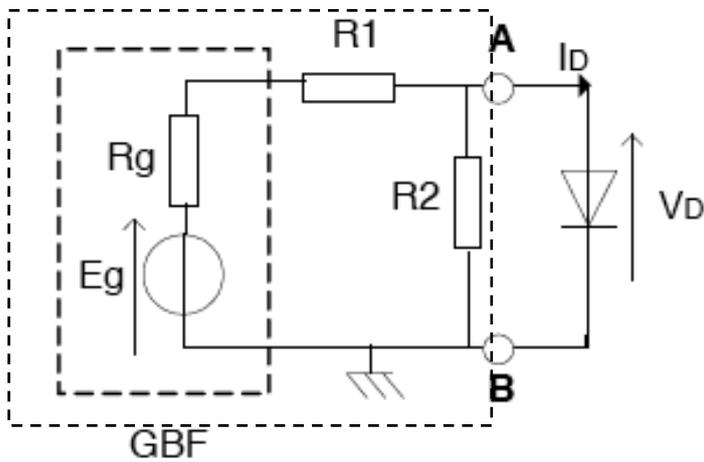
Tout graphique doit comporter : un titre, les noms des grandeurs et les unités sur chacun des axes et l'échelle.



3) A l'aide de votre tracé déterminer la tension de seuil pratique V_F de cette diode et déterminer un ordre de grandeur de la résistance de la diode. Est ce que la résistance de la diode peut être négligée dans ce montage (justifier !)?

4. DROITE DE CHARGE STATIQUE ET POINT DE FONCTIONNEMENT

On réalise à présent le montage suivant :



$E_g \approx 5 \text{ V}$ tension continue.

$R_g \approx 50 \Omega$ résistance interne du GBF.

$R_1 \approx 330 \Omega$

$R_2 \approx 470 \Omega$

1) Générateur équivalent de Thévenin (E_{Th}, R_{Th}) du dipôle (AB) : **THEOREME DE THEVENIN.**

Vu de la diode, le dipôle (AB) est équivalent à un générateur de Thévenin comme indiqué sur le schéma ci-dessous.

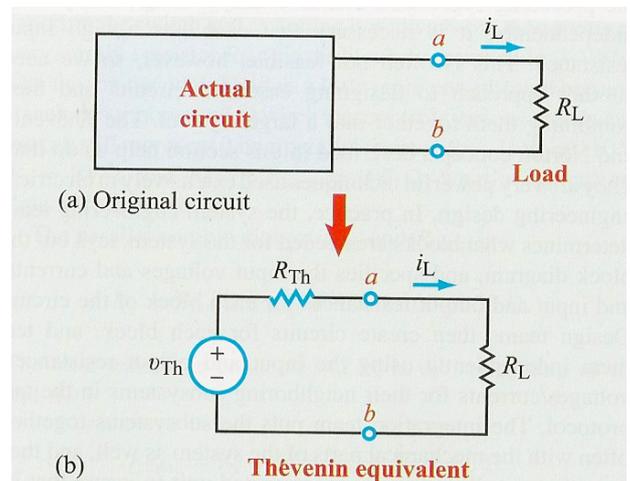
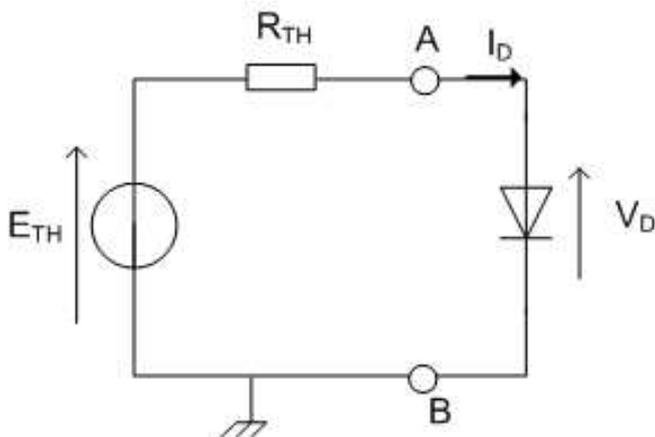
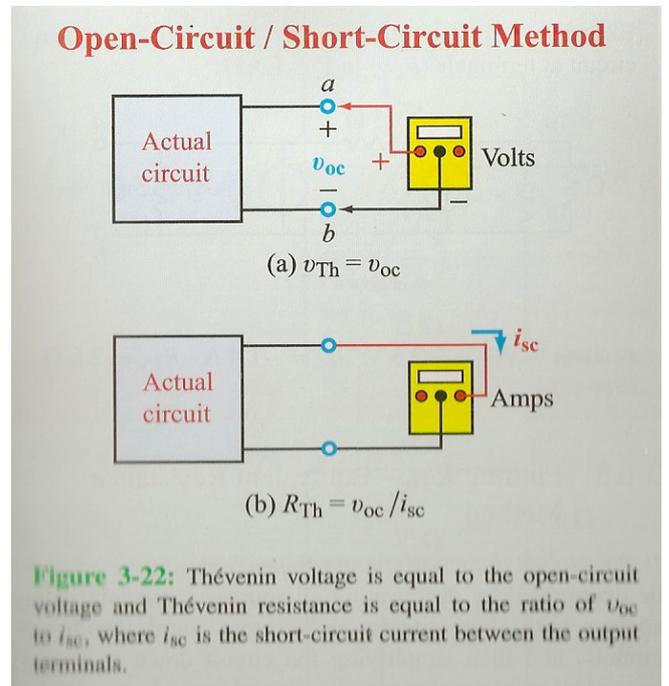
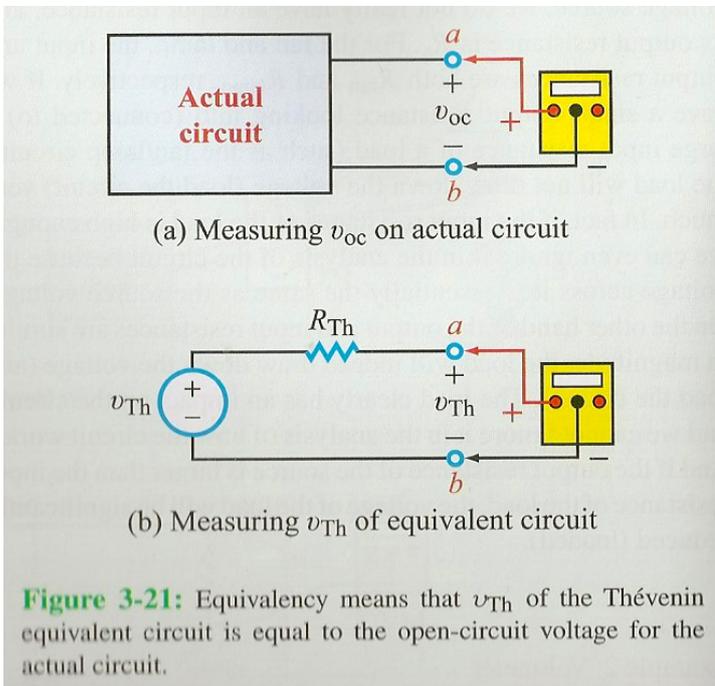


Figure 3-20: A circuit can be represented in terms of a Thévenin equivalent comprising a voltage source v_{Th} in series with a resistance R_{Th} .



→ E_{Th} est la tension calculée (ou mesurée) entre A et B quand **la partie gauche du circuit n'est pas branché sur la diode** (voir schéma ci-dessus).

→ Pour calculer (ou mesurée) R_{Th} , il suffit de calculer (ou mesurée) la résistance équivalente au circuit gauche de (AB) **avec le générateur de tension éteint (on le remplace par un fil)**



Déterminer les expressions littérales et les valeurs numériques de E_{Th} et R_{Th} .



2) Ecrire l'équation de la **droite de charge statique** c'est-à-dire $V_D = f(R_{Th}, E_{Th}, I_D)$. Déterminer de façon analytique une valeur approchée du courant $I_D = I_{D1}$ correspondant au point de fonctionnement. Pour cela, on prendra $V_D \approx V_F$

3)  Câbler le montage et mesurer la tension E_{Th} (méthode à préciser). Proposer une méthode pour mesurer la résistance R_{Th} . Vérifiez la cohérence de vos mesures avec les valeurs calculées avant de passer à la suite !

4)  Tracer alors la droite de charge correspondante (avec les valeurs mesurées !) sur votre relevé de la caractéristique de la diode. En déduire graphiquement le point de fonctionnement (V_{D1}, I_{D1}) du montage.

5)  Vérifier les valeurs de V_{D1} et I_{D1} en mesurant directement ces grandeurs sur le montage. Vérifier la cohérence des résultats de V_{D1} et I_{D1} obtenus avec les résultats précédents.