

Université Frères Mentouri-Constantine 1
 Faculté des Sciences de la Technologie
 Département d'électronique
Licence 2 : électronique
UEM : TP électronique fondamentale
Volume horaire : 1h30

Nom et Prénom :

-
-
-

N° Paillasse : Date : / / 2018

TP 01 : Etude d'une Diode à Jonction

I. Objectifs du TP :

Le but de ce TP est de permettre à l'étudiant de :

- Relever la caractéristique $I = f(V)$ d'une diode à jonction dans le sens direct et inverse.
- Déterminer la résistance statique et dynamique.

II. Rappel théorique :

Une diode est un dipôle non linéaire et non symétrique réalisée à base de semi-conducteur par la juxtaposition de deux zones dopées avec des porteurs de signes opposés (PN), on parle alors d'une **Jonction**. Elle est constituée de deux électrodes : l'Anode (A) et la Cathode (K) fig.1.

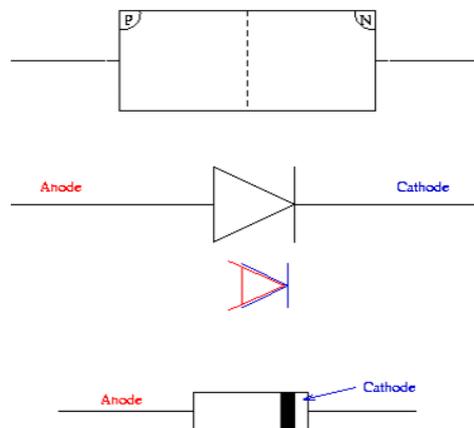


Figure 1 : La Jonction PN, le symbole et le composant physique d'une Diode.

La diode possède deux régimes de fonctionnement selon la tension V_{AK} aux bornes de la diode et du courant I_D la traversant :

- Si $V_{AK} > V_f$: la diode laisse passer le courant $I_D > 0$, on dit la diode est **Passante**.
- Si $V_{AK} < V_f$: la diode ne laisse pas passer le courant I_D , on dit la diode est **Bloquée**.

Avec V_f ou V_s appelée **tension de seuil** présente la différence de potentiel suffisante pour rendre la diode passante.

La caractéristique I(V) d'une diode :

Compte-tenu de la complexité de l'analyse mathématique on utilise souvent une méthode graphique basée sur les caractéristiques statiques **courant-tension** ou **tension-courant**.

Ces caractéristiques statiques sont obtenues en maintenant constants tous les autres paramètres tels que : température, éclairement, champ magnétique, etc. En donnant à chacun de ces paramètres différentes valeurs discrètes on peut construire des réseaux de caractéristiques fig. 2.

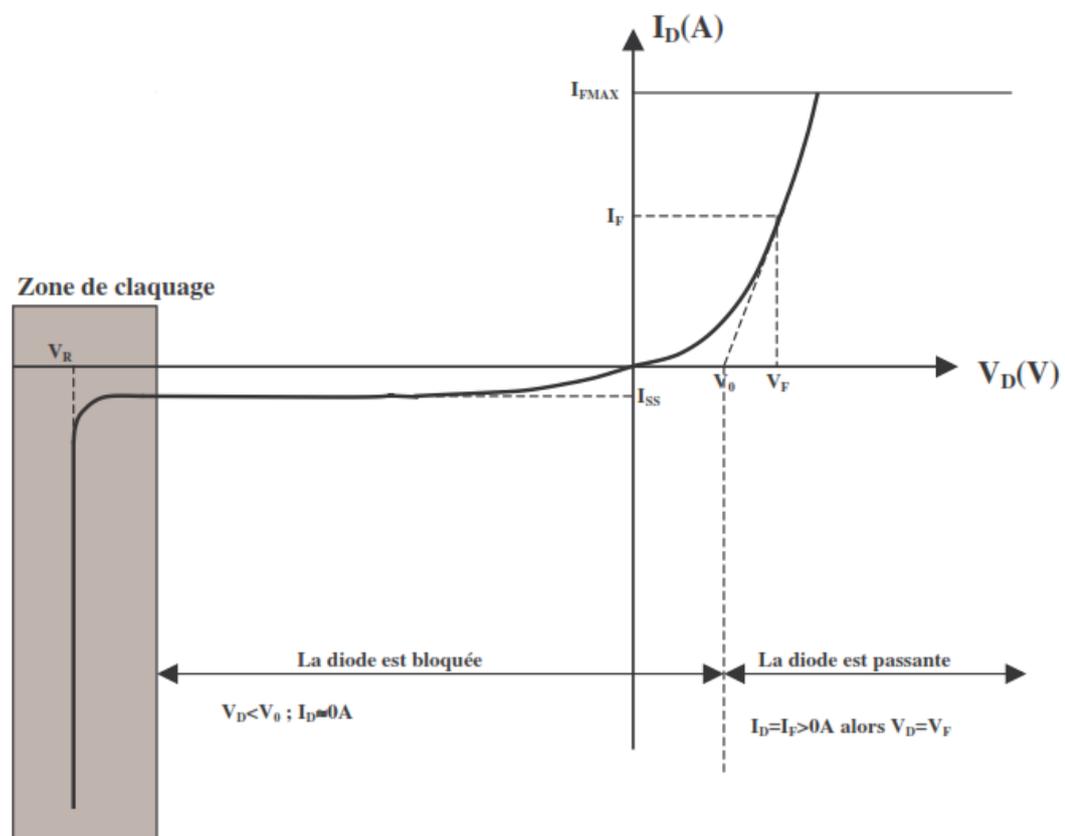


Figure 2 : Caractéristique I(V) d'une diode réelle.

Si cette caractéristique a une expression analytique simple ou si elle est linéaire dans certaines régions il est alors possible d'expliciter certains calculs. Pour donner quelques définitions nous nous appuyons sur la caractéristique **statique courant-tension** d'un dipôle non linéaire, $\mathbf{i} = \mathbf{f}(\mathbf{u})$ où \mathbf{u} est la tension aux bornes du dipôle et \mathbf{i} l'intensité du courant le traversant (fig. 3).

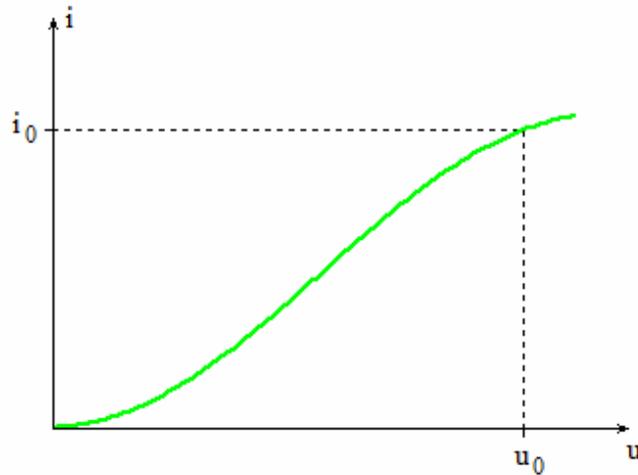


Figure 3 : Exemple de caractéristique courant-tension.

Il aurait été équivalent de se référer à la caractéristique tension-courant. Nous ne nous préoccupons pas ici du choix de la convention (récepteur ou générateur) mais cela est évidemment important en pratique. Nous nous plaçons en un point de fonctionnement du dipôle : $i_0 = f(u_0)$

- **La Résistance statique :**

Au point de fonctionnement (u_0, i_0) la résistance statique R est définie par le rapport de la tension sur l'intensité : $R = u_0 / i_0$

La résistance statique correspond à l'inverse de la pente de la droite passant par l'origine et le point de fonctionnement. Elle varie avec le point de fonctionnement fig.4.

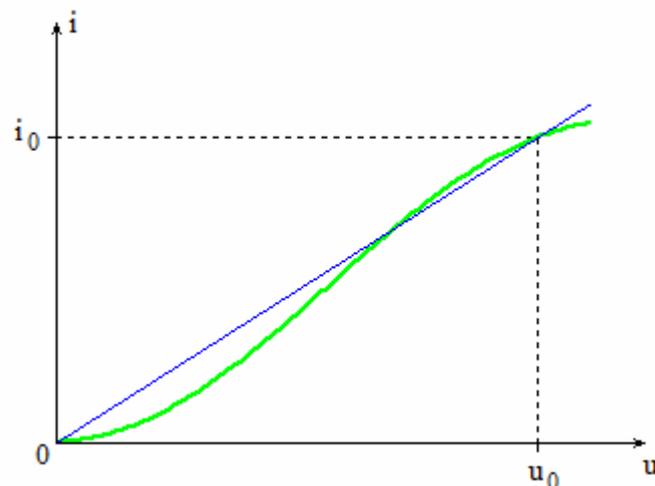
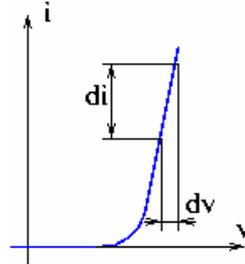


Figure 4 : Résistance statique.

- **La Résistance dynamique et modèle équivalent :**

La **résistance dynamique** ou **résistance différentielle** prise au point de fonctionnement est définie par la dérivée de la caractéristique statique :

$$r_d = \frac{dv}{di}$$



Nous utilisons la notation dérivée partielle pour rappeler l'existence possible d'autres paramètres. La résistance dynamique dépend également du point de fonctionnement. En assimilant la caractéristique à sa tangente au point de fonctionnement nous pouvons linéariser l'étude du dipôle au voisinage de celui-ci. Nous pouvons alors écrire :

$$i \approx \frac{u - e}{R_d} \quad \text{Soit} \quad u = R_d i + e$$

La tension e correspond à l'intersection de la tangente avec l'axe horizontal.

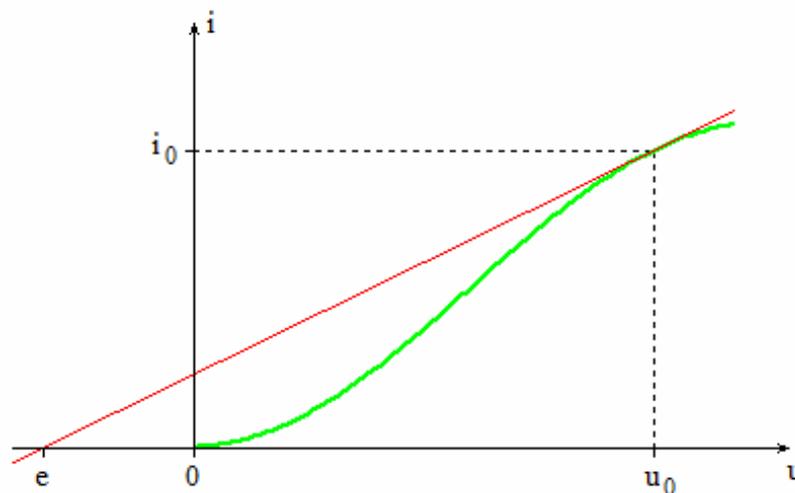


Figure 5 : Résistance dynamique.

Cette relation correspond à la tension aux bornes d'un générateur de tension de f.e.m. e en série avec la résistance dynamique R . Nous obtenons ainsi un modèle équivalent au dipôle (fig. 6) au voisinage du point de fonctionnement. Pour étudier un circuit contenant un dipôle linéaire nous pouvons remplacer celui-ci par son modèle équivalent.

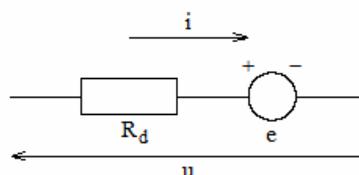


Figure 6 : Dipôle équivalent

- **Droite de charge et point de fonctionnement** :

Considérons un dipôle non linéaire, de caractéristique statique courant-tension $i = f(u)$ connue, en série avec une résistance R :

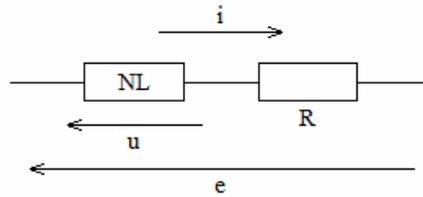


Figure 7 : Dipôle non linéaire en série avec une résistance

Nous supposons l'ensemble soumis à une différence de potentiel e . Nous cherchons à déterminer la tension aux bornes du composant non linéaire et l'intensité du courant qui le traverse. Avec les notations de la figure 7 nous pouvons écrire : $e = u + Ri$

Nous devons donc résoudre :

$$i = f(u) = \frac{e - u}{R}$$

Cela peut se faire graphiquement en traçant la **droite de charge** d'équation :

$$i = \frac{e - u}{R}$$

Son intersection avec la caractéristique statique du composant non linéaire permet de déterminer le point de fonctionnement (i_0, u_0) .

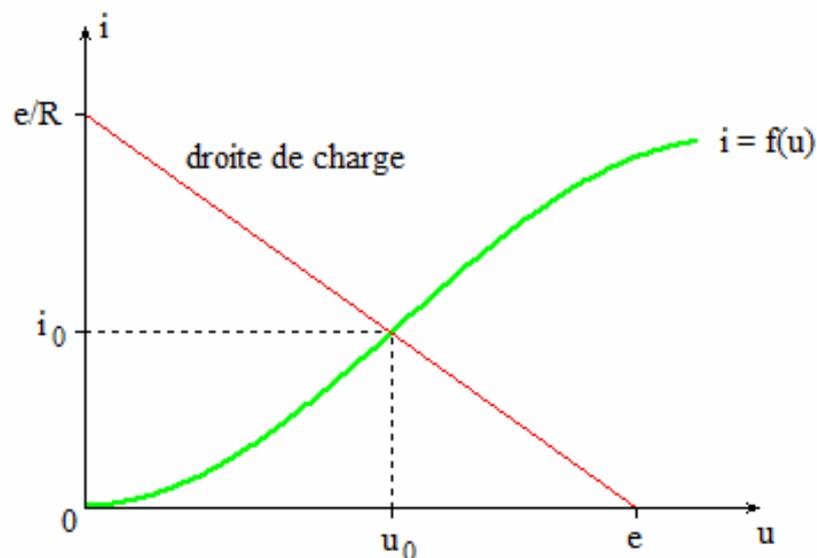
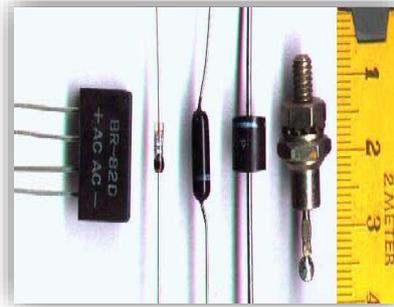


Figure 8 : Détermination du point de fonctionnement.

III. Partie expérimentale :

- Matériel utilisé :**
- Une alimentation stabilisée.
 - Un milliampèremètre.
 - Un voltmètre.
 - Une boîte de résistance AOIP x 100 Ω
 - Une maquette sur laquelle sont montés les composants.



Différents types de Diodes

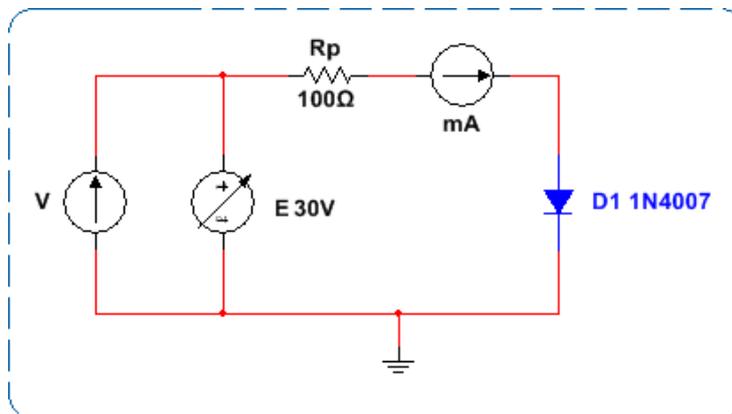
Travail demandé :

- A l'aide d'un multimètre mesurer la résistance en direct et en inverse ainsi que la tension de seuil de la diode à jonction **1N4007** :

$R_D = \dots\dots\dots$; $R_i = \dots\dots\dots$; $V_s = \dots\dots\dots$;

- **Caractéristique directe et inverse :**

- Réaliser le montage suivant, avec $R_p = 100 \Omega$. **Appelez l'enseignant pour vérifier le montage avant de mettre en marche le circuit.**



- Faire varier la valeur de la tension d'entrée continue **E**, et relever le courant **I** et la tension **V** pour une polarisation directe et inverse de la diode. Compléter les deux tableaux suivants.

V[V]	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8
I[μA]											

Tableau de polarisation directe

V[V]	1	3	5	7	9	10	12	14	16	18	20	24
I[mA]												

Tableau de polarisation inverse

- Tracer les caractéristiques **directe** et **inverse** de la diode sur le graphe suivant :



- Déterminer graphiquement la tension de seuil de cette diode : $V_S = \dots\dots\dots$
- Que pouvez-vous déduire de cette valeur (V_S) ?

- Pour une tension d'alimentation $E = 1\text{ V}$, $R_p = 100\Omega$; écrire l'équation de la **droite de charge** statique :

- Tracer cette **droite de charge** dans le graphe précédent de la caractéristique directe.
- Déterminer graphiquement sur le même graphe le point de repos : ($I_0 = \dots\dots\dots$; $V_0 = \dots\dots\dots$)
- En déduire la résistance statique **R** et la résistance dynamique **r_D** :

- Donner une conclusion sur les résultats obtenus :

