

# L'essentiel sur la diode de puissance

— Fiche technique EnPu —

## I. Introduction

Dès qu'il s'agit de parler de composants de puissance, on s'attache immédiatement au **modèle externe** de l'élément. La présentation du **composant réel** évolue vers le **modèle parfait** pour évoquer la **fonction** de l'élément.

## II. Principe de la diode

Sous le point de vue de l'électronique de puissance, la diode est un interrupteur non commandable. Reprenant le principe de la jonction PN de la diode « signal », celle-ci utilise une jonction PIN (**I** comme **I**ntrinsèque) constituée d'un empilement P<sup>+</sup>/N<sup>-</sup>/N<sup>+</sup> (Figure 1). La zone intermédiaire N<sup>-</sup> assure une bonne tenue en tension.

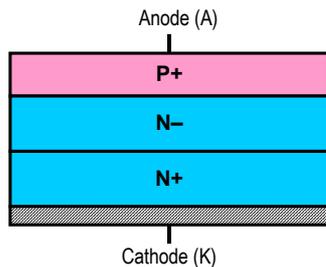


Figure 1 : diode PIN

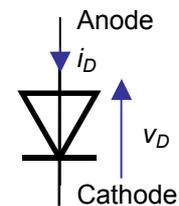


Figure 2 : symbole de la diode de puissance et notations.

## III. Fonctionnement de la diode réelle

### III.1. Caractéristique statique tension-courant

Repérée en convention récepteur (Figure 2), la diode présente une caractéristique tension-courant dissymétrique (Figure 3).

En polarisation directe la tension  $v_D$  est positive et présente les imperfections suivantes :

- Tension de seuil  $V_{D0}$  (de 0,8 à 2 V) ;
- Résistance dynamique  $r_{D0}$  (de 10 à 100 mΩ).

En inverse, le courant est quasi nul puis croît brutalement lors du claquage qui est un phénomène destructif pour le composant ( $V_{RM}$  de 200 à 1000 V couramment).

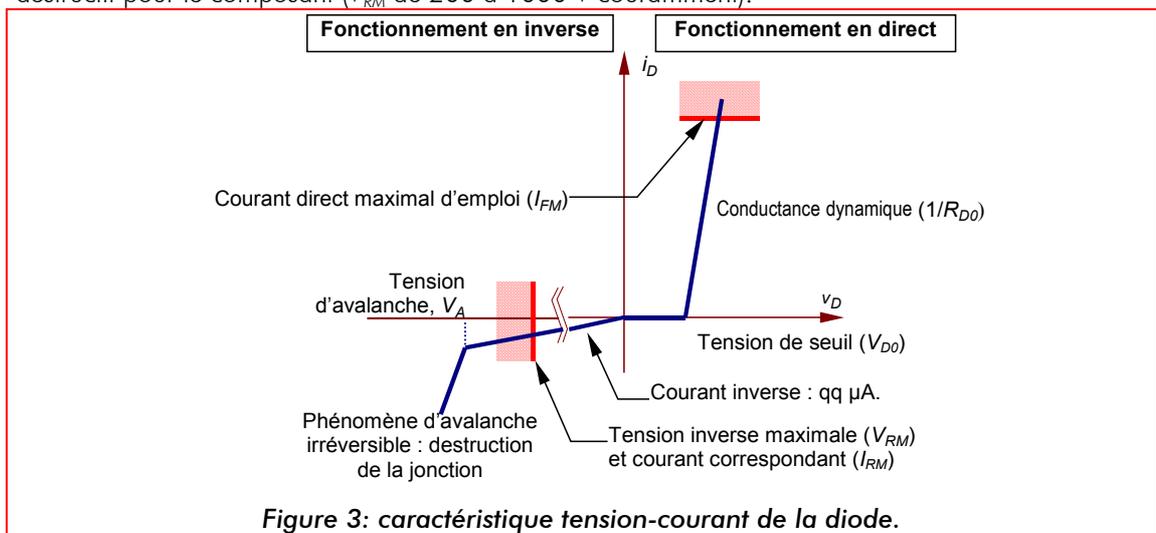


Figure 3 : caractéristique tension-courant de la diode.

A ces caractéristiques propres du composant, le constructeur indique les grandeurs à ne pas dépasser en fonctionnement :

- Le courant direct moyen  $I_{F0}$  (**F** pour **F**orward) ;
- Le courant direct efficace  $I_{Feff}$ .

### Pertes en conduction

Il convient à l'utilisateur de déterminer ces valeurs dans le cas de son application pour évaluer les pertes moyennes en conduction (ou puissance dissipée) :

$$P_d = V_{D0} \cdot I_{F0} + r_{D0} \cdot I_{Feff}^2$$

En direct, il ne faut pas dépasser le courant maximal  $I_{FM}$  (en valeur moyenne) et le courant maximal répétitif ( $I_{FRM}$ ) pendant un court instant. En inverse, la tension d'avalanche n'est pas atteinte car le constructeur définit la tension inverse maximale ( $V_{RM}$ ) à ne pas dépasser ( $\approx V_A/2$ ). Pour déterminer la résistance équivalente en inverse à l'état ouvert, le constructeur indique  $I_{RM}$ .

## III.2. Comportement dynamique

Le principe bipolaire de cette diode induit l'existence de charges stockées dans la zone N<sup>-</sup>. Celles-ci procurent une faible chute de tension lors de la conduction. Mais en contrepartie, il faut les évacuer lors de la phase de blocage.

Lors de la mise en conduction, aucun phénomène particulier ne contrarie la mise en conduction de la diode : la tension atteint la tension de seuil  $v_{D0}$  tandis que le courant s'établit dans le circuit.

Au moment du blocage, l'évacuation de la charge stockée  $Q_r$  conduit au phénomène de recouvrement illustré à la Figure 4. Un léger courant inverse apparaît jusqu'à la valeur  $-I_r$  pendant la **durée de recouvrement**  $t_r$ . Ensuite, la diode reconstitue sa barrière de potentiel en gagnant la charge  $Q_2$  qui provoque une légère surtension négative  $-V_{DM}$ . Cette tension dure jusqu'à l'annulation du courant, pour se rétablir à  $-E$ , la tension délivrée par la source d'alimentation. Ceci garantit la fin de la transition vers l'état bloqué en permettant au courant de revenir à zéro.

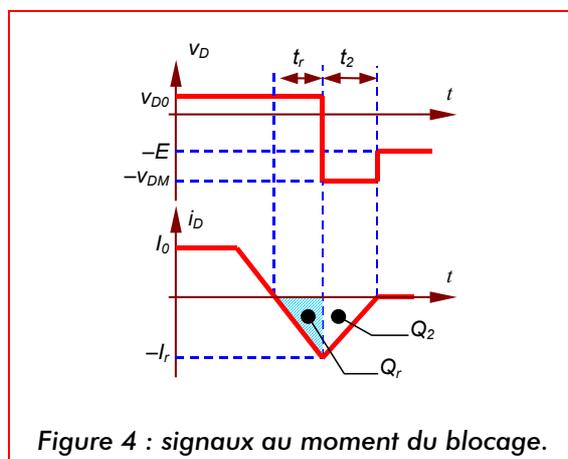


Figure 4 : signaux au moment du blocage.

### Pertes en commutation

Le processus décrit ci-dessus conduit à la dissipation d'une puissance de recouvrement  $P_r$  en commutation qui dépend des charges qui transitent ( $Q_r + Q_2$ ), de la tension de la source ( $E$ ) et de la fréquence des commutations ( $f$ ) :

$$P_r = (Q_r + Q_2) \cdot E \cdot f$$

## IV. Le modèle parfait

Pour les études des montages utilisant des diodes de puissance, on utilise les modèles plus ou moins simplifiés indiqués dans le Tableau 1 s'ajoutent progressivement les imperfections.

En direct : $v_D = 0, \forall i_D$ . 	En direct : $v_D = V_{D0}$ 	En direct : $v_D = V_{D0} + r_{D0} \cdot i_D$ 
En inverse : $i_D = 0, \forall v_D$ . 	En inverse : $i_D = 0, \forall v_D$ . 	En inverse : $i_D = I_0$ . 

Tableau 1 : les modèles courants de la diode en EnPu.