

TP N° : 07

# **LE TRANSISTOR À EFFET DE CHAMP (T.E.C)**

## 1. Le but de la manipulation

Dans ce TP nous allons étudier un transistor appartenant à la famille des transistors à effet de champ (TEC), un transistor à jonction couramment appelé (JFET), dont le but est la familiarisation de l'étudiant avec les transistors à effet de champs.

## 2. Rappel théorique

### 2.1. Le transistor à effet de champ

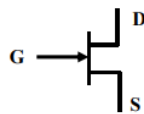
#### 2.1.1. Présentation générale

Le transistor à effet de champ se présente comme une résistance variable commandée par une tension extérieure.

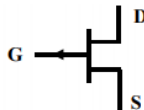
- **Comparaison avec le transistor bipolaire :**

- ✓ Fonctionnement lié au déplacement d'un seul type de porteur (porteur majoritaire).
- ✓ Très forte impédance d'entrée ( $M \Omega$ ).
- ✓ Facteur de bruit inférieur au transistor bipolaire.

#### ➤ Transistor à canal N



#### ➤ Transistor PNP

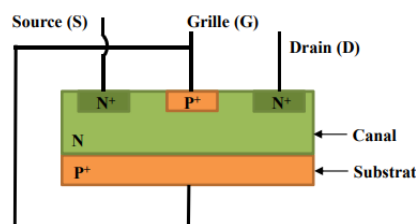


**NB :** Le sens de la flèche indique le sens du courant de grille.

- **Constitution du TEC à canal N**

Sur un substrat de type P (Grille) fortement dopé ( $P^+$ ) sont déposées :

- ✓ Une zone N faiblement dopée qui constitue le canal
- ✓ Deux zones N fortement dopées ( $N^+$ ) qui constituent des bornes d'entrée (Source) et de sortie du canal (Drain)



• **Elément actif à 3 accès :**

**Grille (G) :** électrode de commande,

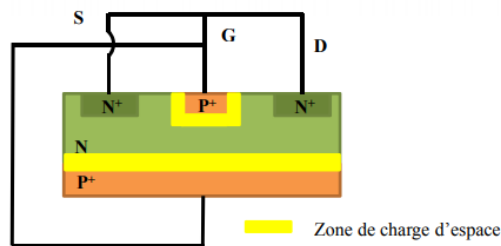
**Source (S) :** électrode par laquelle les porteurs majoritaires entrent dans le canal,

**Drain (D) :** électrode par laquelle les porteurs majoritaires quittent le canal.

**2.1.2. Fonctionnement du transistor à canal N**

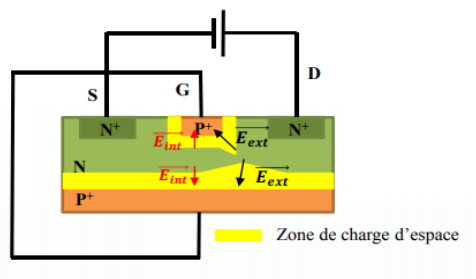
➤  **$V_{GS} = 0\text{ V}$  (grille et source reliées) -  $V_{DS} = 0\text{ V}$**

La mise en contact des zones P et N donne naissance à des zones de charges d'espace qui diminuent la largeur effective du canal :



➤  **$V_{GS} = 0\text{ V}$  (grille et source reliées) -  $V_{DS} \geq 0\text{ V}$  faible**

La jonction grille drain est polarisée en inverse – Les zones de charge d'espace augmentent – Si  $V_{DS}$  faible, le canal se comporte comme une résistance  $R_{DS}$  (transistor à un comportement ohmique).



➤  **$V_{GS} = 0\text{ V}$  (grille et source reliées) -  $V_{DS} \geq 0\text{ V}$  élevée**

Si  $V_{DS}$  augmente la section conductrice du canal diminue et  $R_{DS}$  augmente, le courant  $I_D$  entre le drain et la source commence à être limité – Lorsque les deux zones de charge d'espace se rejoignent le canal est pincé ( $V_{DS} = V_p$ ).

➤  **$V_{GS} < 0\text{ V}$  -  $V_{DS} = 0\text{ V}$**

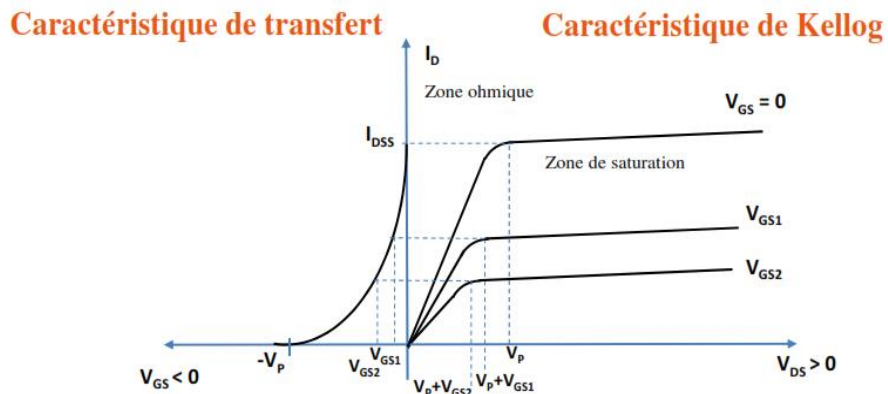
Si  $|V_{GS}|$  augmente l'épaisseur du canal se rétrécit ; le canal est totalement pincé lorsque  $V_{GS} = -V_p$ .

➤  **$V_{GS} < 0\text{ V}$  -  $V_{DS} > 0\text{ V}$**

✓ Si  $|V_{GS}| < V_p$  le canal ne peut être complètement fermé ; le courant  $I_D$  qui circule dépend de  $V_{DS}$ .

✓ Si  $V_{DS} > V_{DScoude} = V_p - V_{GS}$  le courant  $I_D$  n'augmente plus.

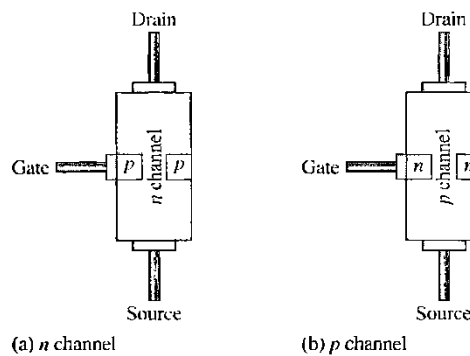
2.1.3. Caractéristiques d'un transistor à effet de champ



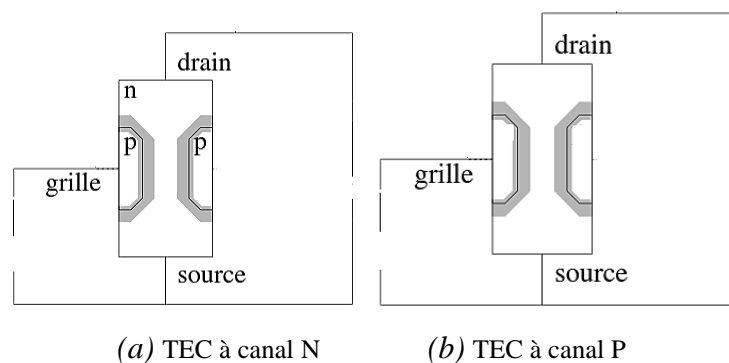
**NB:** La caractéristique de transfert est tracée lorsque le transistor est dans la zone de saturation.

3. Travail de préparation

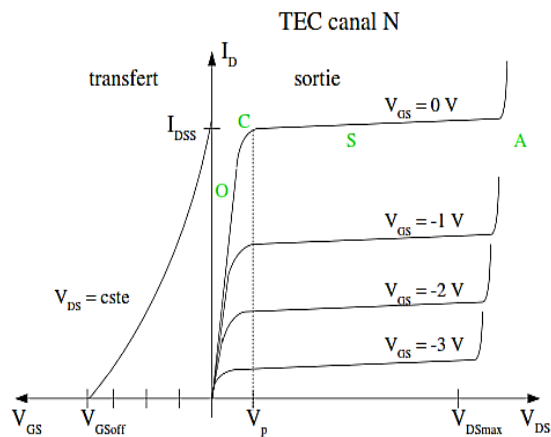
a. Quelle est la différence entre un TEC à canal N et à canal P ? (Expliquer).



b. Compléter sur les deux schémas électrique (a) et (b) la polarisation des deux TEC à canal N et à canal P ( $V_{GS}$  et  $V_{DS}$ ) avec les sens des courants  $I_G$ ,  $I_D$  et  $I_S$ . (Expliquer).



c. La figure ci-dessous représente la caractéristique de TEC « de transfert et de sortie »:

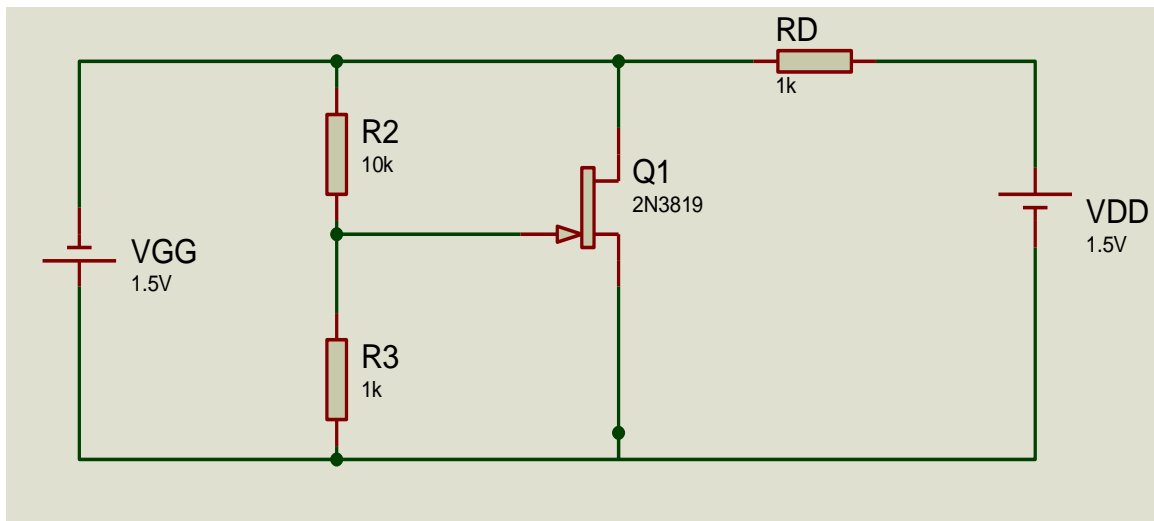


1. Que signifie les termes  $I_{DSS}$ ,  $V_{GSoff}$ ,  $V_p$  et  $V_{DSmax}$ .
2. Expliquer en bien détail le comportement du TEC dans les deux caractéristiques de transfert et de sortie.

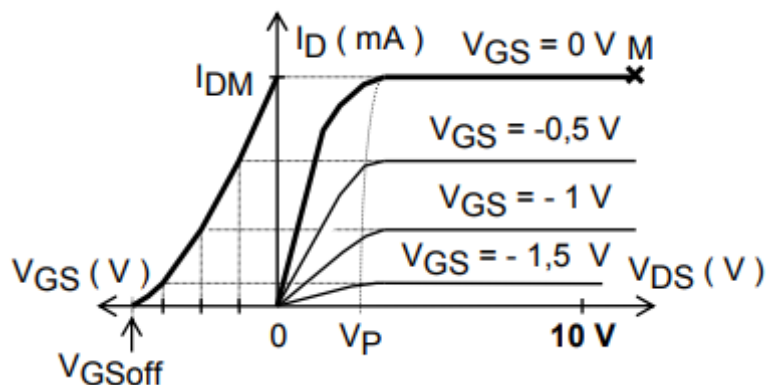
#### 4. Manipulation

##### 4.1. Travail personnel

a. A l'aide de Proteus réaliser le montage ci-dessous :



b. Relever et simuler le montage en ajoutant les appareils mesurant les grandeurs électriques nécessaires pour réaliser les courbes ci-dessus :



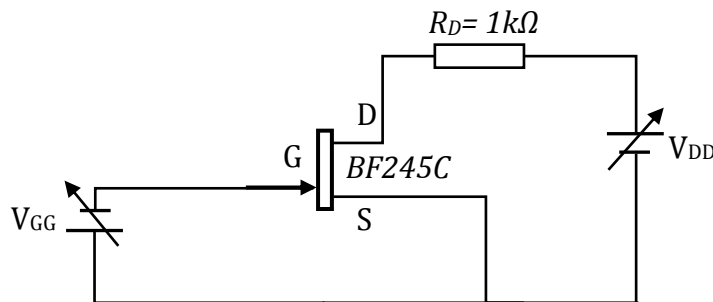
c. Montrer que  $R_D = 1\text{ k}\Omega$  limite la puissance transmise par l'alimentation  $V_{DD}$  au T.E.C.

**NB :** la puissance maximale transmise au TEC par  $V_{DD}$  associé à  $R_D$  est  $V_{DD}^2 / 4 R_D$ .

#### 4.2. Travail présentiel

##### 4.2.1. Etudier les caractéristiques de transfert d'un FET

a. Réaliser le montage ci-dessous :



b. Relever le montage en ajoutant les appareils mesurant les grandeurs électriques nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous :

$V_{DS} = 10\text{ Volt}$										
$V_{GS}\text{ (V)}$	-3.5	-3	-2.5	-2	-1.5	-1.2	-1	-0.6	-0.3	0
$I_D\text{ (mA)}$										

c. Tracer sur un papier millimétrique la caractéristique de transfert  $I_D = f(V_{GS})$  avec  $V_{DS} = C^{st}$ .

d. Donnez les valeurs de:  $V_{GSoff}$  et  $I_{DSS}$ .

##### 4.2.2. Etudier les caractéristiques de sortie

a. En utilisant le même montage compléter le tableau ci-dessous :

$V_{GS} = 0\text{ Volt}$		$V_{GS} = -1\text{ Volt}$		$V_{GS} = -2\text{ Volt}$	
$V_{DS}$	$I_D$	$V_{DS}$	$I_D$	$V_{DS}$	$I_D$

b. Tracer sur un papier millimétrique la caractéristique de sortie  $I_D = f(V_{DS})$  avec  $V_{GS} = C^{st}$ .

c. Donner les valeurs de:  $V_P$  et  $I_{DSS}$ .