

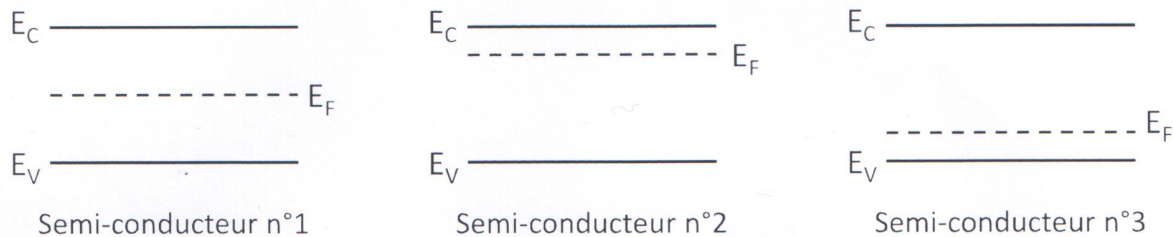
**Examen de contrôle continu**  
**Licence L2 Ing-ESA – Semestre 4**  
**Durée : 60 minutes – Vendredi 23 février 2017**

**Introduction à la microélectronique**

**Polycopié de cours autorisé**

**Question de cours :**

1. On considère les trois diagrammes de bandes suivants correspondant à trois blocs de silicium. Indiquez pour chacun d'eux si le dopage du bloc est de type N, de type P ou si le bloc est intrinsèque ?



2. Expliquez en quoi consiste une technologie CMOS auto-alignée. Quel intérêt a-t-elle ?
3. Un bloc de silicium est dopé de type P avec une concentration  $N_A = 5 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$  d'atomes de bore. Donner à température ambiante la concentration d'électrons mobiles,  $n$ , et de trous mobiles,  $p$ , présents dans ce matériau.
4. Le bloc de silicium de la question précédente, c'est-à-dire dopé à  $5 \cdot 10^{15}$  atomes de bore par  $\text{cm}^3$ , est dopé une seconde fois avec  $10^{17}$  atomes de Phosphore par  $\text{cm}^3$ . On rappelle que le Phosphore est un dopant de type N. Quelle sera alors la densité de trous et celle d'électrons mobiles dans le matériau ?
5. On considère un semi-conducteur de type N et un autre de type P, chacun étant dopé avec la même concentration de dopant. Pour quelle raison le semi-conducteur de type N aura une résistivité plus faible que celui de type P ?
6. Comment reconnaît-on la source sur un transistor PMOS ?
7. Après avoir rappelé le nombre approximatif de sites cristallins qu'il y a dans un  $\text{cm}^3$  de silicium, indiquez l'ordre de grandeur en nombre de dopants par  $\text{cm}^3$  d'un dopage qualifié de moyen, puis d'un dopage qualifié de fort.
8. Pour quelle raison n'y-a-t-il pas de porteurs du courant de type « trou » dans un métal ?
9. Expliquez pourquoi la mobilité des électrons à l'interface Si/SiO<sub>2</sub> d'un transistor NMOS est plus faible que si ces électrons se déplaçaient au cœur d'un matériau massif de type N ?
10. Expliquez le phénomène de saturation du canal d'un transistor NMOS. On indiquera notamment dans quelles conditions ce phénomène arrive ?

**Exercice :**

Répondre aux questions sur la feuille réponse qui sera à remettre.

**Feuille réponse**

**Nom de l'étudiant :** \_\_\_\_\_

1. On considère le transistor dont le layout est donné ci-dessous. Est-ce un NMOS ou un PMOS ?
2. Dessinez en coupe selon A-A, sur cette feuille réponse, ce transistor.
3. Indiquez où est sa source. On justifiera sa réponse en quelques phrases.

