

Durée: 1h — Documents autorisés & Calculatrice avec logarithme

#### Communication sans fil — (8 points)

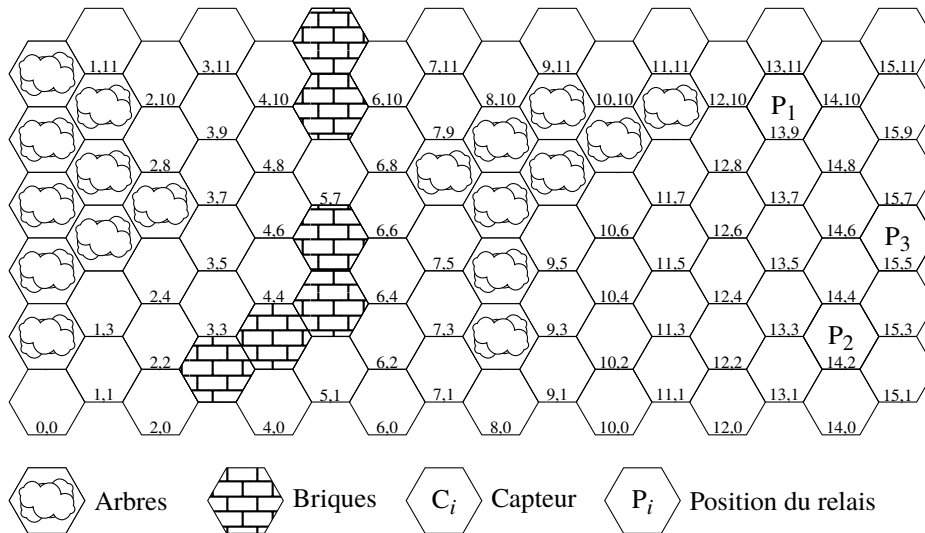
1 – Une société fait appel à vous pour déployer un réseau de capteurs chargé de prévenir les incendies de forêt.

- 8pts Chaque capteur est composé :
- d'une sonde pour mesurer la température ;
  - d'un composant radio de type nRF24L01.

Pour rapatrier l'ensemble des mesures de température réalisées par chaque capteur sur le terrain, il est nécessaire de les acheminer jusqu'à un relais qui sera capable de les transmettre à l'aide du liaison GSM.

Le terrain est représenté sous forme d'une carte découpée en hexagones :

- un hexagone peut être vide : il représente de la prairie, sans élévation ;
- chaque hexagone est identifié par ses coordonnées ;
- le passage d'un hexagone à un autre exprime une distance de 3m sur le terrain : par exemple, de la case (3,7) à (5,7), il y a 2 cases soient 6m de distance ;
- pour surveiller une forêt, un capteur est placé sur un hexagone contiguë à celui contenant des arbres.



#### Questions :

- a. Calculer la **distance maximale** de transmission entre deux nRF24L01, sachant que : (2pts)
- ▷ pour des raisons d'économie d'énergie sur le capteur, le composant radio est réglé de manière à utiliser la puissance de transmission minimale, soit -18dBm ;
  - ▷ l'incorporation de la radio dans un module étanche à diminuer les performances de l'antenne qui s'établie, en réception comme en émission, à 6,5dB<sub>i</sub> ;
  - ▷ les pertes dues aux câblage sont de 2dB ;
  - ▷ la sensibilité maximale est de -94dBm pour un débit de 250kbps ;
  - ▷ la marge nécessaire à une communication sans erreur est de 20dB.
- b. Vous disposez de deux capteurs (un par forêt sur la carte). (3pts)
- Sachant que :
- ◊ une case « arbres » représente un obstacle de 1,5dB, en plus de la distance qu'elle représente, soient 4,5dB au total ;
  - ◊ une case « briques » représente un obstacle de 3dB , soient 6dB.
- Déterminez où peuvent être placés ces deux capteurs pour surveiller les deux forêts, communiquer entre eux et être capables d'atteindre le « relais » (qui dispose lui aussi d'un nRF24L01) :
- I. s'il est placé en P<sub>1</sub> ;                      II. s'il est placé en P<sub>2</sub> ;                      III. s'il est placé en P<sub>3</sub> ;

Vous donnerez les coordonnées de chaque capteur et justifierez leur placement.

- c. Dans le cas de ces capteurs, un composant radio utilisant la bande de fréquence de 900MHz est-il plus avantageux qu'un composant utilisant la bande de fréquence de 2,4GHz et pourquoi ? (0,5pt)
- d. Pourquoi l'utilisation d'un **débit de transmission plus faible** améliore la sensibilité du récepteur ? (0,5pt)
- e. Est-ce que la présence de **relief** influence les transmissions (forêts dans une vallée, et relais sur les hauteurs par exemple) ? (0,5pt)
- f. Est-ce que l'utilisation de **différents canaux de communication** entre les deux capteurs, d'une part, et le capteur et le relais d'autre part est intéressant ? Pourquoi ? (0,5pt)
- g. En quoi l'utilisation d'une **transmission plus puissante** sur le relais pourrait-elle être intéressante ? Pourquoi ? (0,5pt)
- h. Est-ce qu'il serait possible de mettre au point un mécanisme d'**économie d'énergie** où le capteur pourrait éteindre « de temps en temps » sa radio ? (0,5pt)

■ ■ ■ MANet — (2 points)

- 2– a. Est-ce que l'utilisation d'**antenne directionnelle** affecte le fonctionnement des algorithmes de routage proactifs et/ou réactifs ? (1pt)  
 2pts Quels en sont les effets ?
- b. L'utilisation d'un algorithme de **routage réactif** est-elle possible dans le cadre de l'utilisation du composant nRF24L01 ? (1pt)  
 Expliquez comment vous feriez cette adaptation ?  
 Pourrait-elle offrir la sécurité des échanges par chiffrement ?

Rappel

$$\log_{10}(x) = \frac{\ln(x)}{\ln(10)}$$