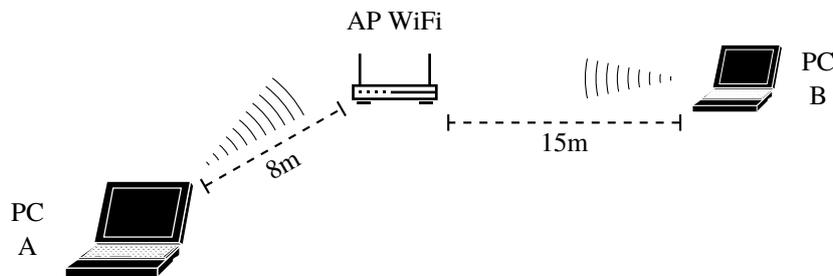


Durée : 1h30 – Documents autorisés

■■■■ Communication radio — 11 points

1–  
5pts



Les caractéristiques des composants WiFi des PCs et du point d'accès sont les suivantes :

- \* la puissance de transmission, « TX Power », des PCs est de  $10\text{dBm}$  ;
- \* le **gain de l'antenne** des deux PCs et du point d'accès est de  $2\text{dBi}$  ;
- \* la perte due à la connexion de l'antenne :
  - ◇  $-2\text{dB}$  pour les PCs ;
  - ◇  $-4\text{dB}$  pour le point d'accès (son antenne est connectée par un câble) ;

Les contraintes pour le WiFi sont les suivantes :

- \* une valeur de « link margin » supérieure à  $20\text{dB}$  est nécessaire ;
- \* suivant le **débit** que l'on veut obtenir, et la **modulation** nécessaire pour l'atteindre, la **sensibilité** du récepteur varie suivant le tableau suivant :

Débit (Mbps)	54	48	36	24	18	12	9	6
Sensibilité (dBm)	-65	-66	-70	-74	-77	-79	-81	-82

Distance (m)	6	8	13	14	15	18	20
FSPL (dB)	-56	-58	-62	-63	-64	-65	-66

**Questions :**

- a. À quel débit le PC A peut communiquer avec le point d'accès WiFi ? (1pt)
- b. À quel débit le PC B peut communiquer avec le point d'accès WiFi ? (1pt)
- c. Quel va être le débit de communication entre A et B ? (1pt)
- d. Si la puissance de transmission du PC A passe à  $20\text{dBm}$ , quel est le nouveau débit avec le point d'accès ? (1pt)
- e. Si la puissance de transmission du point d'accès passe à  $20\text{dBm}$ , quel est le nouveau débit avec B ? (1pt)

- 2– a. Pourquoi la **distance** entre deux radios modifie-t-elle le **débit** de la liaison ? (1pt)
- 2pts b. Pourquoi parle-t-on « d'étalement de spectre » ? (1pt)

■■■■ Système embarqué — 3 points

- 3– a. Une **tâche** dans RTOS peut-elle provoquer :
- 3pts
- ◇ l'arrêt du système ? (1pt)
  - ◇ la corruption de la mémoire d'une autre tâche ? (1pt)
- Vous justifierez vos réponses.*
- b. Est-ce qu'il est possible à deux capteurs de **communiquer entre eux** par l'intermédiaire d'un « broker » MQTT ? Si oui, comment ? Si non, pourquoi ? (1pt)

■■■■ IoT et Sécurité — 6 points

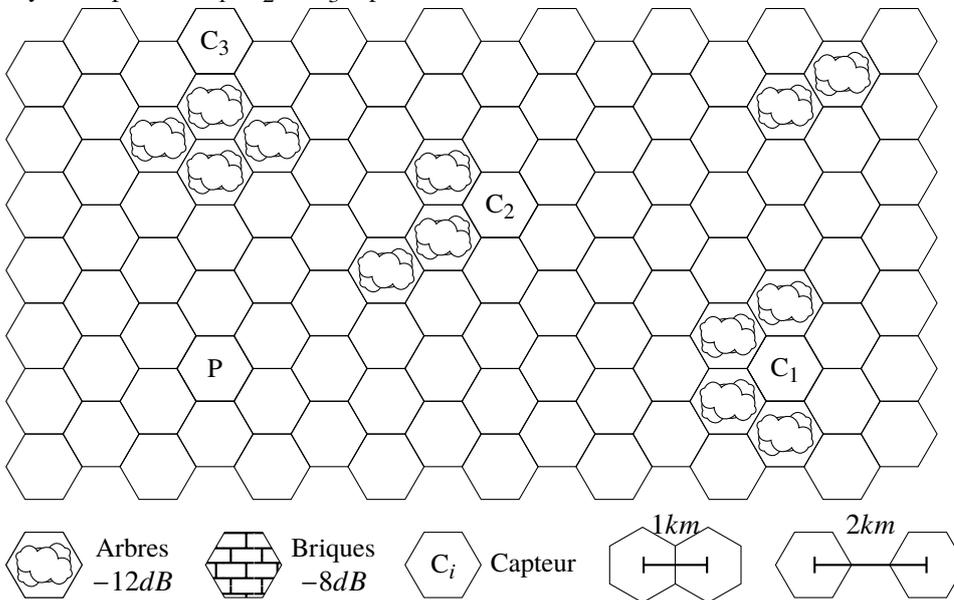
- 4– Dans le développement d'un **firmware sécurisé**, est-ce que vous utiliserez un **adresses IP** ou un **FQDN** pour l'accès à un serveur du *Cloud* depuis l'objet connecté ? *Vous discuterez votre recommandation.*
- 2pts

- 5– a. Si un objet connecté est volé et sa mémoire « *dumpée* », quels **risques** cela peut entraîner pour le **constructeur** ? (1pt)  
 4pts Quelles recommandations faites vous pour l'éviter ? (1pt)
- b. Quels intérêts l'utilisation des **courbes elliptiques** apporte dans les objets connectés ? (1pt)  
 Est-ce possible de les utiliser même pour des objets avec de **faibles ressources de calcul** ? (1pt)

■ ■ ■ Communication radio — 11 points (suite et fin)

6– Réseaux de capteurs avec LoRa :

- 4pts  On utilise un « *SF* » de 11 avec une bande passante de 500KHz sur tous les capteurs.
- Pour un capteur :  $\diamond$  l'antenne a un gain de 2dBi ;  
 $\diamond$  la puissance d'émission est de 14dBm ;  
 $\diamond$  la perte dans le câble et le connecteur de connexion est de -3dB.
- La passerelle LoRa, *P*, possède une antenne avec un gain de 2dBi.  
 La perte dans le câble et le connecteur de connexion est de -3dB.
- Il y a 3 capteurs :  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  répartis sur le terrain suivant :



- Le passage par une case « Arbres » enlève -12dB et par une case « Briques » -8dB.
- Chaque passage d'une case à l'autre étend la distance de 1km.  
*Exemple : la distance entre la passerelle et le capteur  $C_1$  est de 10km.*

Questions :

- a. Vérifiez si chacun des capteurs est **capable** de communiquer avec la passerelle. (1pt)  
*On considère que la marge de liaison doit être  $\geq 10dB$  pour que la liaison fonctionne.*
- b. Est-ce qu'un **débit plus rapide** est **souhaitable** pour un capteur et pourquoi ? (1pt)
- c. Pour chaque capteur **maximisez le débit** en reconfigurant SF et bande passante. (1pt)
- d. Pourquoi les débits en 125KHz sont approximativement 4 fois plus petits que ceux en 500kHz ? (1pt)

LoRa	Sensibilité		
Bandwidth	125kHz	250kHz	500kHz
SF7	-123	-120	-117
SF8	-126	-123	-120
SF9	-129	-126	-123
SF10	-132	-129	-126
SF11	-135	-132	-129
SF12	-137	-134	-131

Bandwidth=125kHz	SF	débit
		bit/sec
	7	5470
	8	3125
	9	1760
	10	980
11	440	
12	250	

Bandwidth=250kHz	SF	débit
		bit/sec
	7	10937
	8	6250
	9	3516
	10	1953
11	881	
12	492	

Bandwidth=500kHz	SF	débit
		bit/sec
	7	21900
	8	12500
	9	7000
	10	3900
11	1760	
12	980	