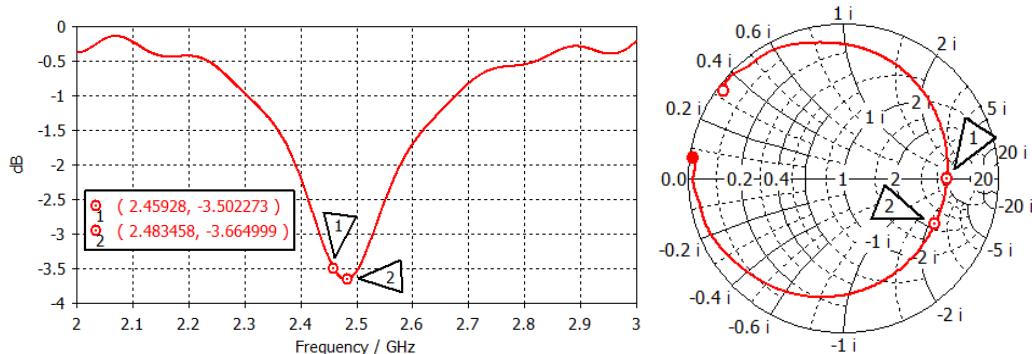


**2h. Documents et calculatrice autorisés.**

## 1 Questions de cours

Toutes les questions de cette partie sont indépendantes.

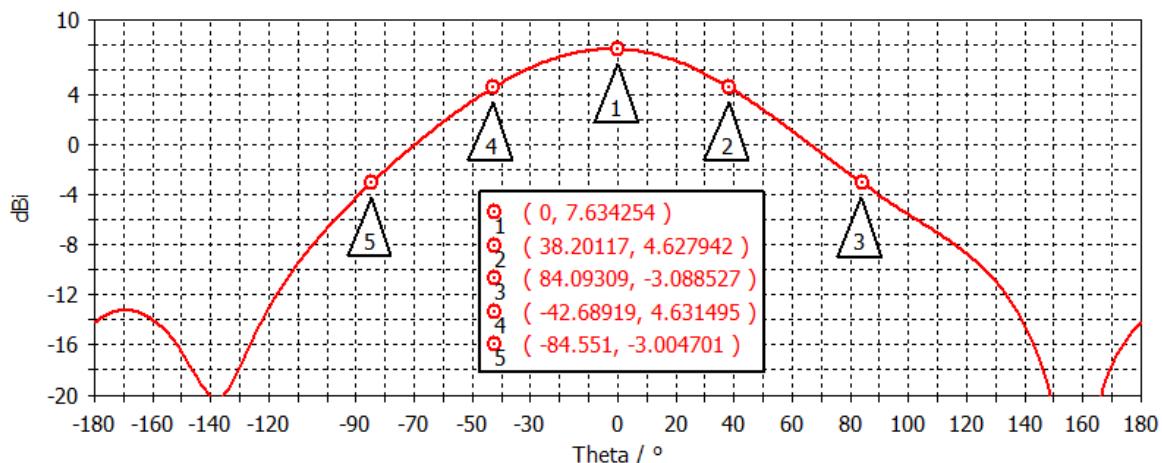
1. Voici l'impédance d'entrée d'une antenne patch ( $|S_{11}|$  à gauche et abacque de Smith à droite).



La fréquence de résonnance de cette antenne est :

- 2.459 GHz
- 2.483 GHz

2. Le résultat de la simulation d'une antenne patch est présenté ci-dessous (courbe du gain dans le plan E en dBi).

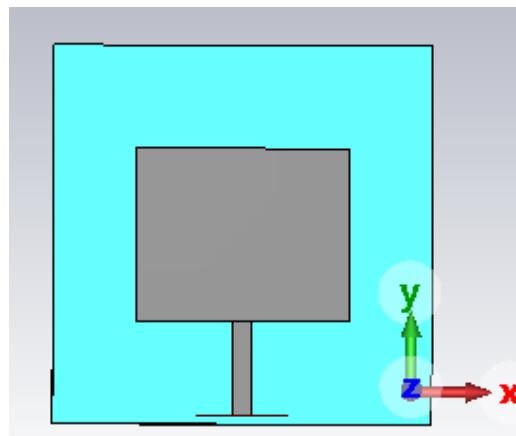


L'ouverture à mi-puissance vaut :

- 0°
- 38°
- 76°
- 84°
- 152°

3. On considère l'antenne patch ci-dessous. Le plan E est le plan :

- (xOz)
- (yOz)
- (xOy)



4. Pour l'antenne patch précédente, le plan H est le plan :

- $\varphi = 0^\circ$
- $\varphi = 90^\circ$
- $\theta = 0^\circ$
- $\theta = 90^\circ$

5. On considère une antenne isotrope rayonnant une puissance de 0dBm à 2.4GHz. La puissance reçue par une antenne de réception de gain 6 dBi située à 10 m de distance dans l'axe de l'antenne est (on suppose les antennes parfaitement adaptées et avec la même polarisation) :

6. Quel est l'avantage d'utiliser une antenne à polarisation circulaire à l'émission et une antenne à polarisation linéaire à la réception (par rapport à 2 antennes à polarisation linéaire) ?

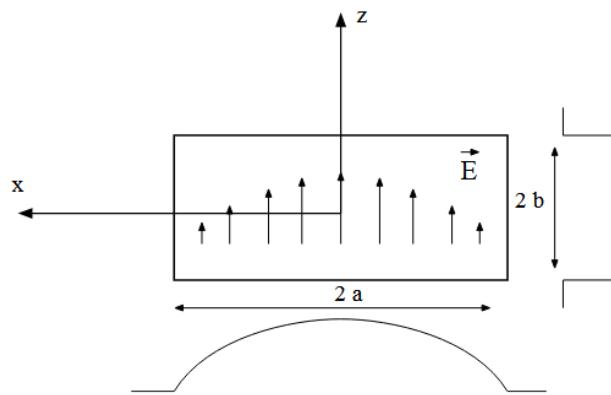
7. On souhaite réaliser une antenne monopôle fonctionnant à 868 MHz (application LoRa). Quelle doit être la hauteur physique de cette antenne ?

8. Quel est l'avantage d'une antenne cornet par rapport à un réseau d'antennes imprimées ?

- Le cornet est plus compact
- Le cornet peut transmettre plus de puissance
- Le cornet est plus facile à intégrer dans un circuit imprimé
- Le cornet a un gain plus élevé
- Le cornet est plus léger
- Le cornet est moins cher

9. La figure ci-dessous représente le champ électrique au niveau de l'ouverture d'un cornet. Le plan E correspond au plan :

- (xOz)
- (yOz)
- (xOy)



## 2 Exercice : Antenne miniature

On se propose d'étudier l'antenne miniature 7488920245 de Würth Elektroniks, dont une partie de la documentation technique est disponible en annexe.

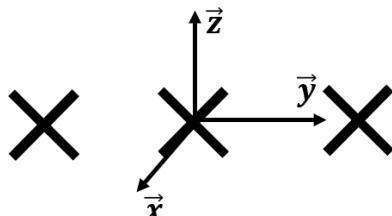
- Quelle est la bande passante de cette antenne ? On utilisera le critère classique pour les antennes.

- A partir de vos connaissances, justifier la forme du diagramme de rayonnement de l'antenne.

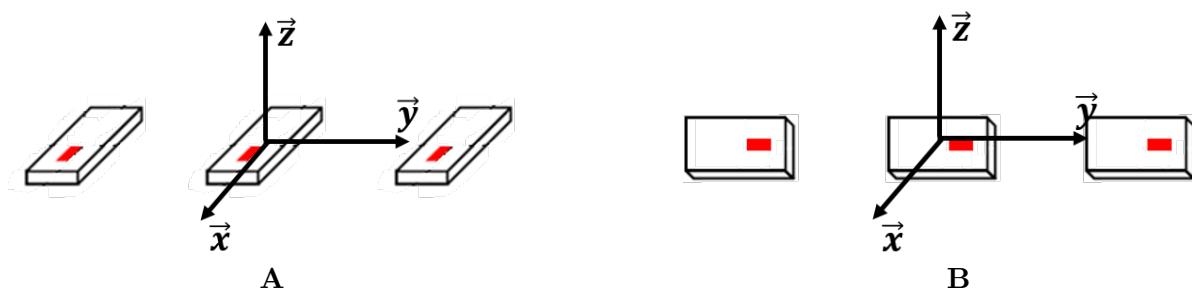
- Cette antenne est à polarisation :

- linéaire
- circulaire

On souhaite réaliser un réseau d'antennes *end-fire* utilisant cette antenne miniature (voir figure ci-dessous). On souhaite donc que ce réseau rayonne dans la direction  $\vec{y}$  (les antennes sont placées sur l'axe  $\vec{y}$ ).

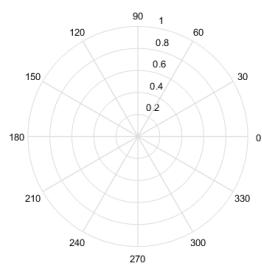


- Quelle doit être l'orientation des antennes pour que le réseau puisse rayonner dans la direction souhaitée ? (Justifier)

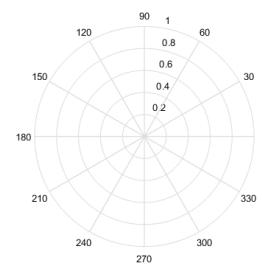


5. Quel doit être le déphasage  $\Psi$  entre chaque antenne pour que le réseau rayonne dans la direction souhaitée ? (Justifier)

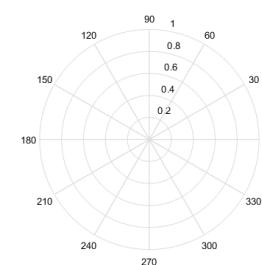
6. Tracer l'allure de la caractéristique de rayonnement dans les 3 plans de coupes principaux (plans  $\varphi = 0^\circ$ ,  $\varphi = 90^\circ$  et  $\theta = 90^\circ$ ) du réseau formé par ces 3 antennes avec le déphasage calculé, en coordonnées polaires.



Plan  $\varphi = 0^\circ$



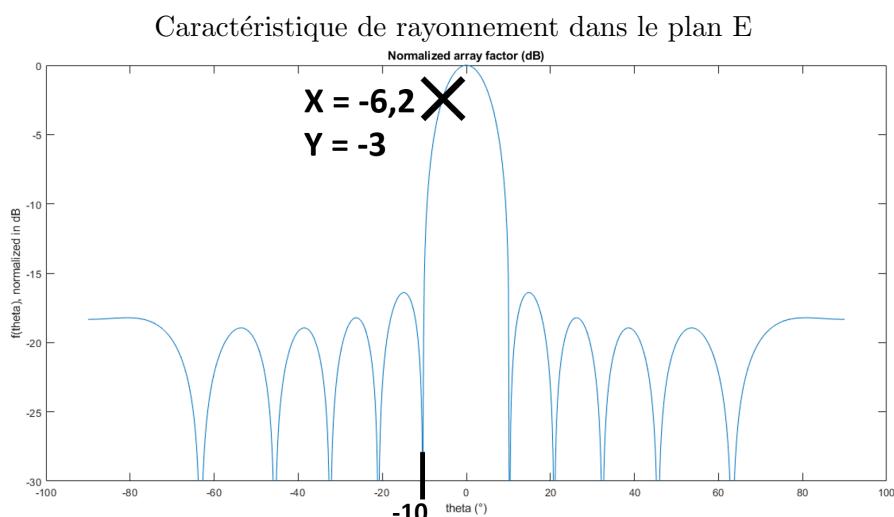
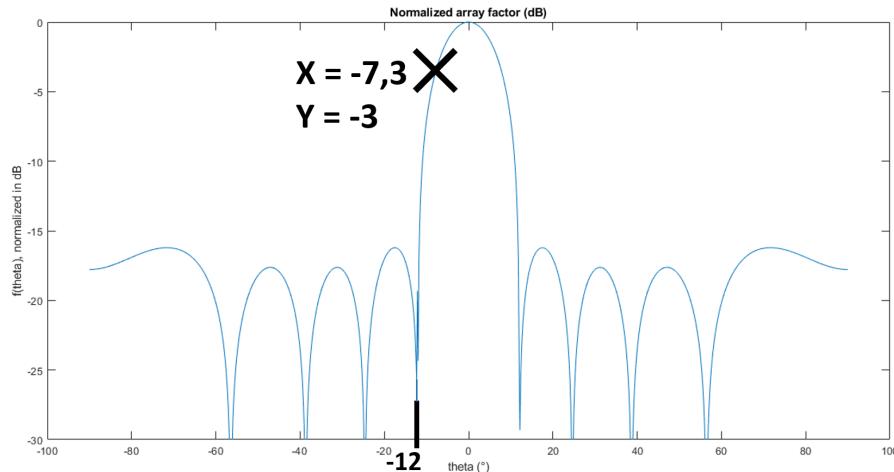
Plan  $\varphi = 90^\circ$



Plan  $\theta = 90^\circ$

### 3 Exercice : Réseau d'antennes patchs

On souhaite réaliser une liaison point à point à 24 GHz (uplink). On utilise pour cela un réseau d'antennes patchs imprimées. On donne la caractéristique de rayonnement dans les plans E et H.



Caractéristique de rayonnement dans le plan H

- Quel est le niveau de lobe secondaire dans le plan E par rapport au lobe principal ? (en dB)

- Sachant qu'il y a 6 antennes dans le plan E, quelle est la distance entre chaque antenne dans cette direction ?

3. Sachant que la distance entre antennes dans le plan H est de 8.7mm, combien y a-t-il d'antennes dans cette direction ?

4. Quelle est la directivité de l'antenne ? (en dBi)

5. Sachant que l'efficacité de l'antenne est de 80%, quel est le gain de l'antenne ? (en dBi)

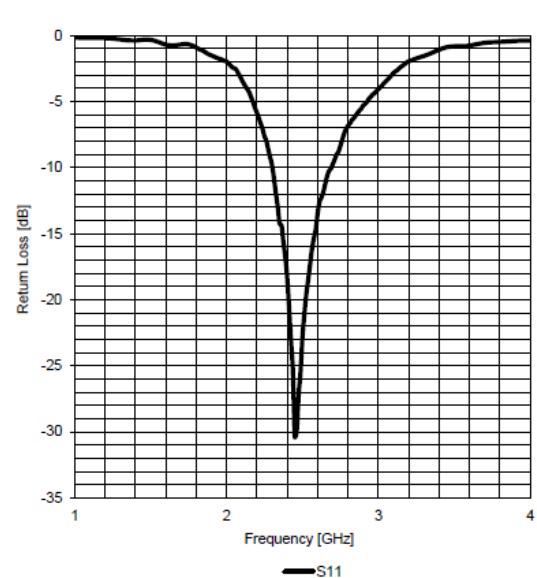
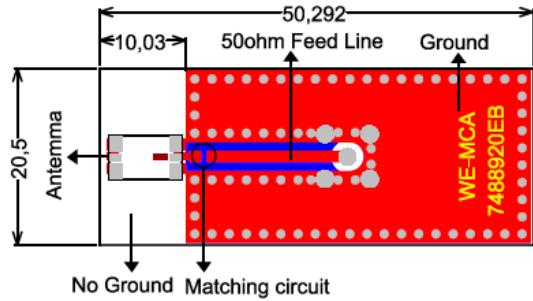
6. La surface de l'antenne est de 70mm x 79mm. Quelle est la valeur du coefficient d'ouverture de l'antenne ?

7. On souhaite réaliser une liaison point à point entre deux antennes identiques situées à 200 m l'une de l'autre. La puissance émise par l'antenne d'émission est de 10 dBm. Quelle est la puissance reçue par l'antenne de réception ? (en dBm)

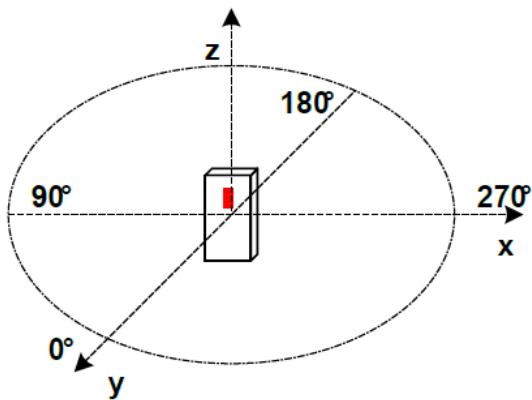
On suppose que les antennes sont parfaitement adaptées, avec la même polarisation, et que l'environnement de propagation est libre (*Line of Sight*).

**Annexe : Documentation technique de l'antenne miniature 7488920245**

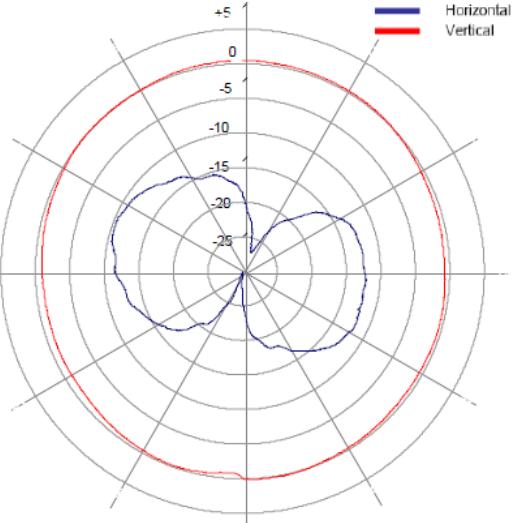
Evaluation Board: [mm]



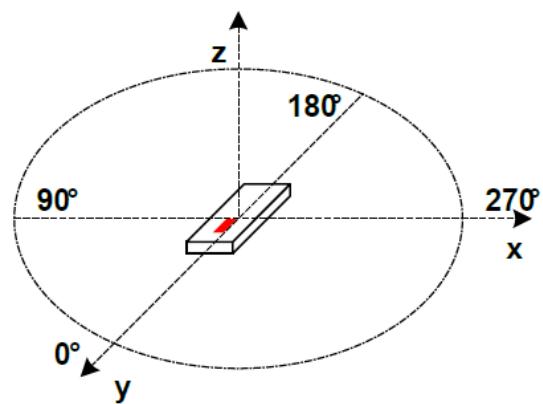
XZ-cut scanning direction:



Radiation Pattern @ 2.45 GHz:



XY-cut scanning direction:



Radiation Pattern @ 2.45 GHz:

