

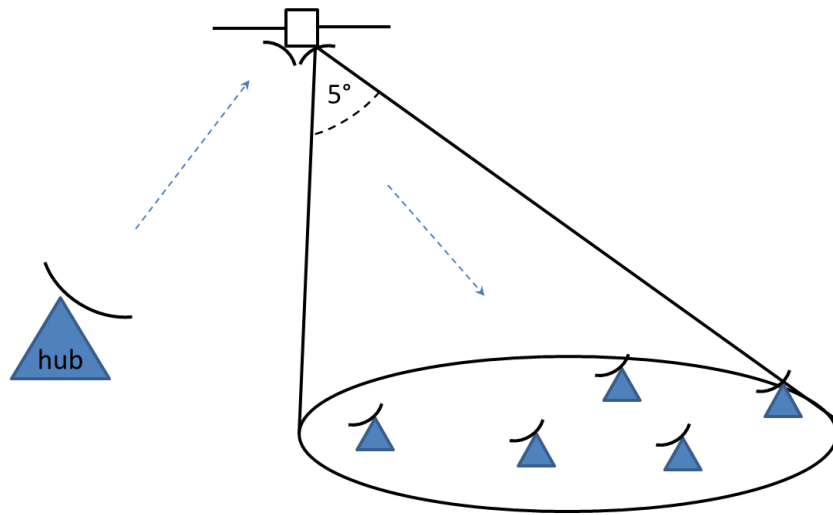
Examen de Télécommunications par satellite

(Les documents sont autorisés)

3ème année SN Parcours Télécom

6 Novembre 2020

On considère un satellite géostationnaire offrant des services de diffusion de télévision sur l'Europe. On s'intéresse ici à la mission associée à un transpondeur du satellite, dans un faisceau de 5 degrés (angle d'ouverture à 3 dB).



hypothèses

- Le transpondeur considéré délivre une puissance RF de 100W pour une bande de 36MHz.
- L'ensemble des pertes en sortie du transpondeur est estimé à 1 dB
- L'efficacité de l'antenne satellite est de 60%
- La distance entre le satellite et les terminaux sera supposée égale à 40000 km sur l'ensemble de la couverture.
- La fréquence porteuse pour les liaisons descendantes vers les terminaux est de 12 GHz
- Le signal transmis est supposé mis en forme par un filtre en racine de cosinus surélevé de roll-off 0.2
- Les terminaux utilisateurs sont caractérisés par un rapport G/T de 15 dB à 12 GHz.
- L'impact de la liaison montante est négligé dans le bilan de liaison de bout en bout.
- Les pertes atmosphériques seront négligées dans le bilan de liaison

- On supposera que les modems inclus dans les terminaux des utilisateurs sont compatibles avec les schémas de modulation proposés dans le tableau suivant :

Modulation et codage	E_s/N_0 requis
QPSK, $R=1/2$	1.0 dB
QPSK, $R=2/3$	3.0 dB
QPSK, $R=5/6$	5.0 dB
8PSK, $R=3/4$	7.0 dB
8PSK, $R=5/6$	9.0 dB
8PSK, $R=9/10$	11.0 dB
16QAM, $R=3/4$	13.0 dB
16QAM, $R=7/8$	15.0 dB

questions

1. Compte tenu des dimensions de la couverture visée et de la fréquence des signaux, quel est le diamètre requis pour l'antenne d'émission du satellite ?
2. Quel sera le gain maximal de cette antenne (dans la direction de son axe radioélectrique, c'est à dire au milieu de la couverture supposée circulaire) ?
3. En déduire la PIRE du satellite en milieu de couverture
4. Quelles sont les pertes en espace libre ?
5. On suppose que toute la bande du transpondeur est occupée par une porteuse unique. Quel en sera le rythme symbole ?
6. Calculer le rapport $\frac{C}{N_0}$ caractérisant la liaison descendante pour un utilisateur au centre de la couverture.
7. Calculer le rapport signal à bruit dans le terminal (après filtrage adapté)
 - (a) pour un utilisateur au centre du faisceau
 - (b) pour un utilisateur en bord de faisceau
8. En supposant que l'atténuation par la pluie peut être négligée à la fréquence considérée, quel schéma de modulation et codage faut il recommander pour diffuser la télévision dans l'ensemble du faisceau ?
9. Avec ce schéma de modulation et codage, quel sera le débit binaire utile envoyé dans un transpondeur ?
10. En considérant que le débit binaire associé à une chaîne de télévision est en moyenne de 2 Mbps, combien de chaînes TV pourront être multiplexées temporellement dans la porteuse transmise ?
11. Sans calcul compliqué, quel objectif de rapport $\frac{C}{N_0+I_0}$ vous semblerait-il raisonnable de viser pour le dimensionnement de la liaison montante ? Justifier l'ordre de grandeur de la valeur proposée qui peut être approximative).
12. Sans calcul, citer au moins 2 conséquences qu'aurait sur le dimensionnement du système le choix d'une fréquence de transmission de 6 GHz au lieu de 12 GHz, si l'on souhaite offrir le service de diffusion sur la même couverture.