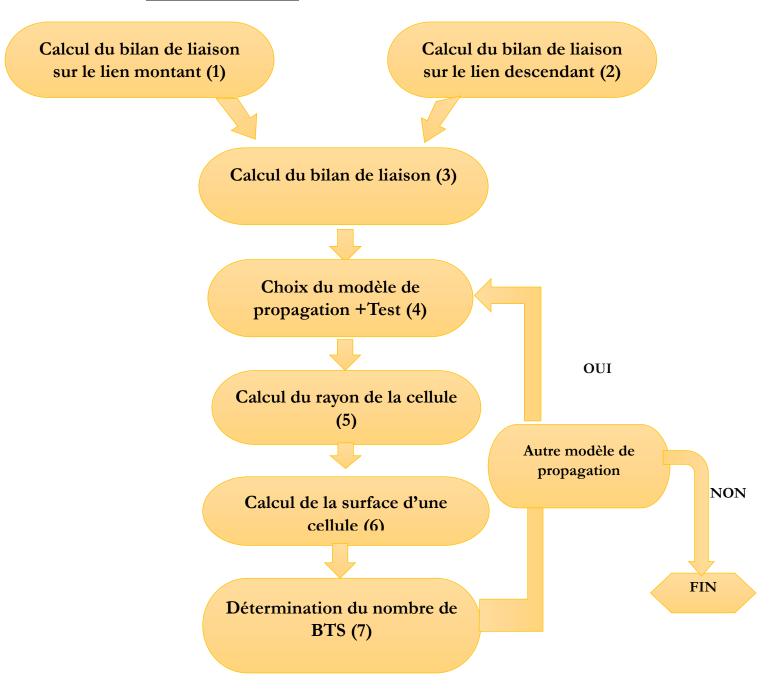
Planification de couverture

Qu'est-ce qu'on cherche ? : Nombre de BTS .

I) ARCHITECTURE



II) FORMULE:

1) Calcul bilan de liaison:

Lien Montant: (1)

$$PL_UL = Pout_MS + Ga_BS + Ga_MS - Lf_BS - Mf - MI - Lp - Lb - S_BS - Mpc$$

PL_UL : Affaiblissement maximum du lien montant Pout_MS : Puissance d'émission maximum montant

Ga_BS : Gain d'antenne de la BTS Ga_MS : Gain d'antenne du MS

Lf_BS : Affaiblissement du feeder de la BTS

Mf : Marge du fading d'ombre MI : Marge d'interférence

Lp : Affaiblissement d'encombrement Lb : Affaiblissement du corps humain S_BS : Sensibilité du récepteur de la BTS Mpc : Marge de contrôle de puissance

Tableau input:

INPUTS	VALEUR (defaut) ou unité		
Pout_MS	23dBm		
Ga_BS	11dBi ou 13dBi		
Ga_MS	0 dB		
S_BS	Formule	Inputs	Unité ou Vd
	S_BS= Eb/Nt -10log (W/Rb) +10log (KT/W) +NF_BS	Eb/Nt	4.96
		W	10bps
		Rb	19.2kbps
		KT	-174dBm/Hz
		NF_BS	3.2dB
Mf	5.50 dB		
Lp	[5-15] dB		
Lb	3 dB		

Lf_BS	10 dB
MI	3.01 dB
Мрс	1 dB

INFOS: (df)

- **♣ Pout MS**: (Puissance d'émission maximum montant).
 - Généralement 200mW, 23dBm
 - Dans différentes situations, les MS alloue la puissance à chaque canal selon certain principe d'allocation

Type de canal montant	R_FCH	1x	2x	4x	8x	16x
Puissance maximum	21.55	19.17	20.55	21.29	21.91	22.35

Avec R FCH: radio frequency channel technology

- Ga_BS: (Gain d'antenne de la BTS)
 - Le gain d'une antenne directionnelle est supérieur à celui d'une antenne omnidirectionnelle
 - Valeur typique : antenne Omni : 11dBi ou 13dBi ; antenne directionnelle : 15dBi à 18dBi
- ♣ Ga_MS: (Gain d'antenne du MS)
 - Généralement, le gain d'antenne du MS et l'affaiblissement de connexion sont considérés comme 0dB
- **Lf BS**: (Affaiblissement du feeder de la BTS)
 - L'affaiblissement est en relation avec la fréquence du signal
 - Les feeders différents ont des indices d'affaiblissement différents

Fréquence	450MHZ	800MHZ	2000MHZ
Type feeder			
7/8 inches	2.7 dB/100m	4.03dB /100m	6.46 dB/100m
5/4 inches	1.9 dB/100m	2.98 dB/100m	4.77 dB/100m
1/2 inches	7.6 dB/100m	11.2 dB/100m	17.7 dB/100m

- Mf: (Marge du fading d'ombre)
 - L'effet d'ombre affecte le chemin de propagation, la densité de champ médian du signal reçu qui est une certaine distance de l'antenne d'émission Tx n'est pas constante. Il est soumis à la distribution logarithmique normale comme l'emplacement et le temps varient. Le fading causé par tel effet est appelé l'ombre (shadow).
 - D'après la déviation standard du fading d'ombre et les exigences de la probabilité de la couverture du bord de cellule (déterminé par l'opérateur), nous pouvons calculer la marge du fading d'ombre par :
 Mf (en dB) = NORMSINV (probabilité de la couverture du bord) * r

- **MI**: (Marge d'interférence)
 - Ce paramètre représente l'augmentation du bruit à la suite de l'augmentation de la charge de la cellule
- **Lp**: (Affaiblissement d'encombrement)
 - Les objets du terrain ont une grande influence sur la propagation du signal.
 - Pertes dues à la traversée des murs, vitres ou parois ; à prendre en compte si l'on désire couvrir l'intérieur des bâtiments ou des voitures.
 - Voiture sans kit : ~ [6-10] dB
 - Intérieur (premier mur) :
 - Milieu urbain dense : ~ [20-25] dB
 - Milieu urbain : ~ [15-20] dBMilieu rural : ~ [5-15] dB
 - Intérieur profond (second mur) : +3 dB deep indoor
- Lb : (Affaiblissement du corps humain)
 - Le cops humain peut absorber les signaux transmis par MS. Pendant le calcul du bilan de liaison, l'affaiblissement du corps humain est supposé 3dB.
 - Généralement, le terminal n'est pas près du corps humain en cas de services de données, dans ce cas l'affaiblissement du corps humain peut être ignoré.
- **♣ S_BS**: (Sensibilité du récepteur de la BTS) = S_BS= Eb/Nt -10log (W/Rb) +10log (KT/W) +NF_BS
 - Eb/Nt seuil de démodulation du récepteur donné par le tableau ci-contre :

Taux d'erreur trame	FER 1%	FER 5%	FER 5%	FER 5%	FER 5%
Service (Rb)	Service	Service	Service	Service	Service
	Voix	Data	Data	Data	Data
	(9.6kbps)	(19.2kbps)	(38.4kbps)	(76.8kbps)	(153.6kbps)
Vitesse					
Statique 0km/h	3.5	3.4	2.59	2.15	1.54
3km/h	5.57	4.11	3.01	2.47	1.98
8km/h	6.34	4.96	3.64	3.01	2.51
30km/h	7.13	5.96	4.78	4.28	3.8
100km/h	6.78	5.37	4.26	3.57	2.68

- Rb débit binaire d'informations exprimé en bits par seconde (bit/s) : consulter le tableau précédent pour prendre une valeur
- KT densité spectrale du bruit thermique, -174dBm/Hz pour une température ambiante
- W bande passante d'étalement de spectre
- NF_BS valeur du bruit du récepteur : dépend de la valeur des caractéristiques de l'équipement (la valeur du bruit de la BS de Huawei est 3.2 dB)
- **Mpc** : (Marge de contrôle de puissance)
 - Pour assurer l'efficacité du contrôle de puissance en boucle fermée, la marge du contrôle de puissance est ajoutée dans le bilan de liaison (aussi appelé marge du fading rapide).
 - Sous la condition de marche, la valeur typique de la marge du contrôle de puissance est de **1.0** à **1.5** dB.
 - Sous la condition de mouvement en haute vitesse, le contrôle de puissance rapide ne peut pas suivre la vitesse du fading affectant le signal.
 Dans ce cas, le fading rapide est assuré par Eb/Nt et la marge du contrôle de puissance est 0 dB.

Lien descendant: (2)

$$PL_DL = Pout_BS + Ga_BS + Ga_MS - Lf_MS - Mf - MI - Lp - Lb - S_MS - Mpc$$

PL_DL : Affaiblissement maximum du lien descendant Pout BS : Puissance d'émission maximum descendant

Ga_BS : Gain d'antenne de la BTS Ga MS : Gain d'antenne du MS

Lf MS: Affaiblissement du feeder du MS

Mf : Marge du fading d'ombre MI : Marge d'interférence

Lp : Affaiblissement d'encombrement Lb : Affaiblissement du corps humain S_MS : Sensibilité du récepteur du MS Mpc : Marge de contrôle de puissance

INPUTS	VALEUR(defaut) ou unité		
Pout_BS	19.17 dBm		
S_MS	Formule	Inputs	Unité ou Vd
	S_MS= Eb/Nt -10log (W/Rb) +10log (KT/W)	Eb/Nt	3.5
	+NF_MS	W	10bps
		Rb	9.6 kbps

		KT	-174dBm/Hz
		NF_BS	[6 – 8] dB
Lf_MS	0.2 dB		

INFOS: (df)

- Pout_BS: (Puissance d'émission maximum descendant)
 - Puissance Tx maximum de la BS
 - Puissance Tx maximum de chaque canal de trafic, donc un utilisateur unique ne doit pas consommer beaucoup de puissance de la BS
- Lf_MS: (Affaiblissement du feeder du MS)
 - L'affaiblissement du connecteur est approximativement 0.2 dB.
- \$_MS: (Sensibilité du récepteur du MS) = S_MS= Eb/Nt -10log (W/Rb) +10log (KT/W) +NF MS
 - Eb/Nt seuil de démodulation du récepteur donné par le tableau ci-contre :

Taux d'erreur trame	FER 1%	FER 5%	FER 5%	FER 5%	FER 5%
Service (Rb)	Service	Service	Service	Service	Service
	Voix	Data	Data	Data	Data
	(9.6kbps)	(19.2kbps)	(38.4kbps)	(76.8kbps)	(153.6kbps)
Vitesse					
Statique 0km/h	3.5	3.4	2.59	2.15	1.54
3km/h	5.57	4.11	3.01	2.47	1.98
8km/h	6.34	4.96	3.64	3.01	2.51
30km/h	7.13	5.96	4.78	4.28	3.8
100km/h	6.78	5.37	4.26	3.57	2.68

- Rb débit binaire d'informations exprimé en bits par seconde (bit/s) : consulter le tableau précédent pour prendre une valeur
- KT densité spectrale du bruit thermique, -174dBm/Hz pour une température ambiante
- W bande passante d'étalement de spectre
- NF_BS valeur du bruit du récepteur : généralement, la valeur du bruit du MS est de 6 à 8 dB

Perte de liaison totale : (3)

$$PL = min (PL_DL, PL_UL)$$

2) Choix du modèle de propagation : (4)

- Modèle Okumura-Hata:
- Fréquences radio (150MHz-1500 MHz)
- Zones urbaines (d>1km)
- Basée sur les mesures d'Okumura, nouvelle formule empirique

```
PL (urban)= 69.55 + 26.16log(f) - 13.82log(h_b) + (44.9-6.55log(h_b)) log(c)-Ah_m
PL (suburban) = PL (urban) - 2[log(f/28)]^2 - 5.4
PL (rural) = PL (urban) - 4.75[log f]^2 - 18.33log f - 40.98
```

- Modèle Cost231-Hata
- Fréquences radio (150MHz-2000MHz) extrapole à 3GHz.
- Distances de 1km à 100km
- Modèle de Hata (1990)

$$PL = 46.3 + 33.9 \log f - 13.82 \log(h_b) + (44.9 - 6.55 \log(h_b)) \log(r) - Ah_m + Cm$$

• Propagation en espace libre

$$PL = 32.4 + 20 \log f + 20 \log r$$

- Modèle software général (K-facteur)
- Le modèle de propagation de k facteur est un modèle optimiser du modèle d'Okumura-hata.
- Le processus d'optimisation consiste à minimiser la distance euclidienne entre les valeurs issues du modèle de prédiction et celles mesurées sur le terrain lors de la campagne de mesure radio.

PL= K1 +K2 log(r) +K3(hm) + K4 log(hm) +K5 log(Heff) +K6 log(Heff) log(d) +K7+Kclutter

3) Calcul du rayon: (5)

• Propagation en espace libre

$$r = 10^{\frac{PL - 32.4 - 20logf}{20}}$$
 f=900Mhz

• Modèle Okumura-Hata:

$$r = 10^{\frac{PL - 69.55 - 26.16logf + 13.82logh_b + Ah_m + 4.78(logf)2 - 18.33logf + 35.94}{44.9 - 6.55logh_b}$$

 $150MHz \le f \le 1500 MHz$

Modèle Cost231-Hata

$$r = 10^{\frac{PL - 46.3 - 33.9logf + 13.82logh_b + Ah_m - C_m}{44.9 - 6.55logh_b}}$$

 $150MHz \le f \le 2000MHz$

• Modèle software général (K-facteur)

$$r = 10^{\frac{PL - K_1 - K_3h_m - K_4log(h_m) - K_5log(H_{eff}) - K_7 - K_{clutter}}{K_2 + K_6log(H_{eff})}}$$

800Mhz≤f≤2000Mhz

Avec:

- K1 : constante en relation avec la fréquence (MHz)
- K2 : constante en rapport avec la distance (km)
- K3, K4: hauteur de l'antenne du MS (m), facteur de correction
- K5, K6: hauteur de l'antenne de la BS (m), facteur de correction
- K7: facteur de correction de diffraction
- Kclutter : facteur de correction du fading de terrain
- r: distance entre la BS et le MS (km)
- hb: hauteur site
- hm, Heff: hauteur valides de l'antenne de la BS et de l'antenne du MS (m)
- Pour une grande ville : Ahm = $(1.1 \log f 0.7) \text{ hm} (1.56 \log f 0.8)$
- Pour une petite ville : Ahm = $3.2 (\log 11.75 \text{ hm})^2 4.97$
- Cm=0dB petites et moyennes villes
- Cm=3dB centres métropolitains

INPUTS	VALEUR par défaut		
Hm (m)	2		
Hb (m)	16		
Heff (m)	1.5		
f (Mhz)	Modèle	Valeur	
	Espace libre	900	
	Okumura-hata	1000	
	Cost231-Hata	900	
	K (facteur)	1200	
K1 (Mhz)	145		
K2	44.9		
К3	-2.49		
K4	0.00		
K5	-13.82		
K6	-6.55		
K7	-0.8		
KClutter	-2.90		

4) Détermination de la surface d'une cellule : (6)

- Surface cellule

$$S_{cell} = rac{3\sqrt{3}}{2} \mathbf{r}^2$$

Type de site	Nombre de secteurs par site	Empreinte
Omni directionnel	1	$S_{cell} = 2.6 * r^2$
Bi sectoriel	2	$S_{cell} = 1.3*2.6*i^{-2}$
Tri sectoriel	3	$S_{cell} = 1.95*2.6*r^2$

- La distance inter-sites

Type de site	Nombre de secteurs par site	Distance inter-sites
Omni directionnel	1	$d = \sqrt{3} r$
Tri sectoriel	3	$d = \frac{3}{2}r$

5) **Nombre de BTS**: (7)

- Le nombre de sites en uplink

$$N_{site}$$
UL = $\frac{S{zone}}{S_{cell}$ _UL

- Le nombre de sites en downlink

$$N_{site}$$
DL = $\frac{S{zone}}{S_{cell_DL}}$

- Le nombre de sites en couverture

$$N_{site} = \max\{N_{Site_{UL}}, N_{Site_{DL}}\}$$

INPUTS	VALEUR(defaut) ou unité	
S _{Zone (Km2)}	23.4	
Scell_UL (km2)	Prendre pour antenne omni	
Sc _{ell_DL} (km2)	Prendre pour antenne tri-sect	