

Université d'Avignon
2018/2019

Rapport TP3 - Architecture des
réseaux



Étudiants :
Bouzid Fares

Question 1 : Comparez le débit obtenu après simulation au débit théorique annoncé par le standard LTE. Commentez le résultat :

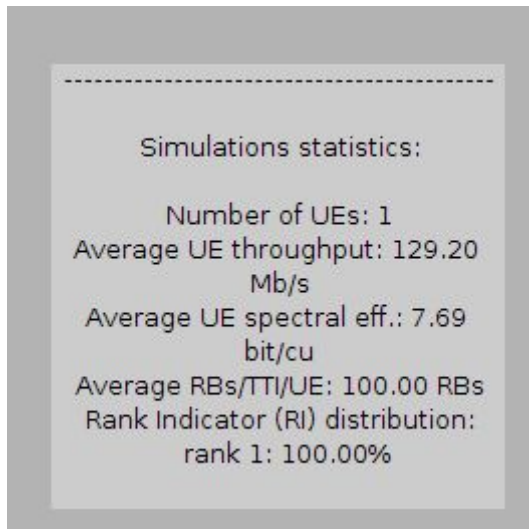
On va lancer le simulateur avec une configuration tri_sectorielle et avec un seul utilisateur et on trouve pour tout les utilisateur un débit moyen de 70 Mb/s :

```
-----  
Simulations statistics:  
  
Number of UEs: 21  
Average UE throughput: 71.81  
Mb/s  
Average UE spectral eff.: 4.49  
bit/cu  
Average RBs/TTI/UE: 95.18 RBs  
Rank Indicator (RI) distribution:  
rank 1: 62.38%  
rank 2: 37.62%
```

et si on sélectionne un seul utilisateur on trouve par exemple 100 Mb/s :

```
-----  
Simulations statistics:  
  
Number of UEs: 1  
Average UE throughput: 100.23  
Mb/s  
Average UE spectral eff.: 6.00  
bit/cu  
Average RBs/TTI/UE: 99.43 RBs  
Rank Indicator (RI) distribution:  
rank 1: 100.00%
```

Le meilleur d'un utilisateur trouvé est de 129 Mb/s :



et cela varie par rapport à l'emplacement de l'utilisateur par rapport à la station de base a cause des différents effet du Fading ... etc

Débit théorique de la 4G :

4G (3.9G) ⁴⁵	LTE	Données	8 ⁴⁶ et 9 ⁴⁷	Long Term Evolution	300 Mbit/s / 150 Mbit/s / 100 Mbit/s / 50 Mbit/s / 10 Mbit/s
-------------------------	-----	---------	------------------------------------	---------------------	--

Ainsi on peut voir que le débit théorique maximal est beaucoup plus grand que le débit obtenu en pratique et ceci est normal a cause des effet de l'environnement où se situe l'utilisateur ainsi que la variation et l'atténuation plus grande des effet de Fading.

Question 2 : Trois type d'atténuation que rencontre le signal sont :

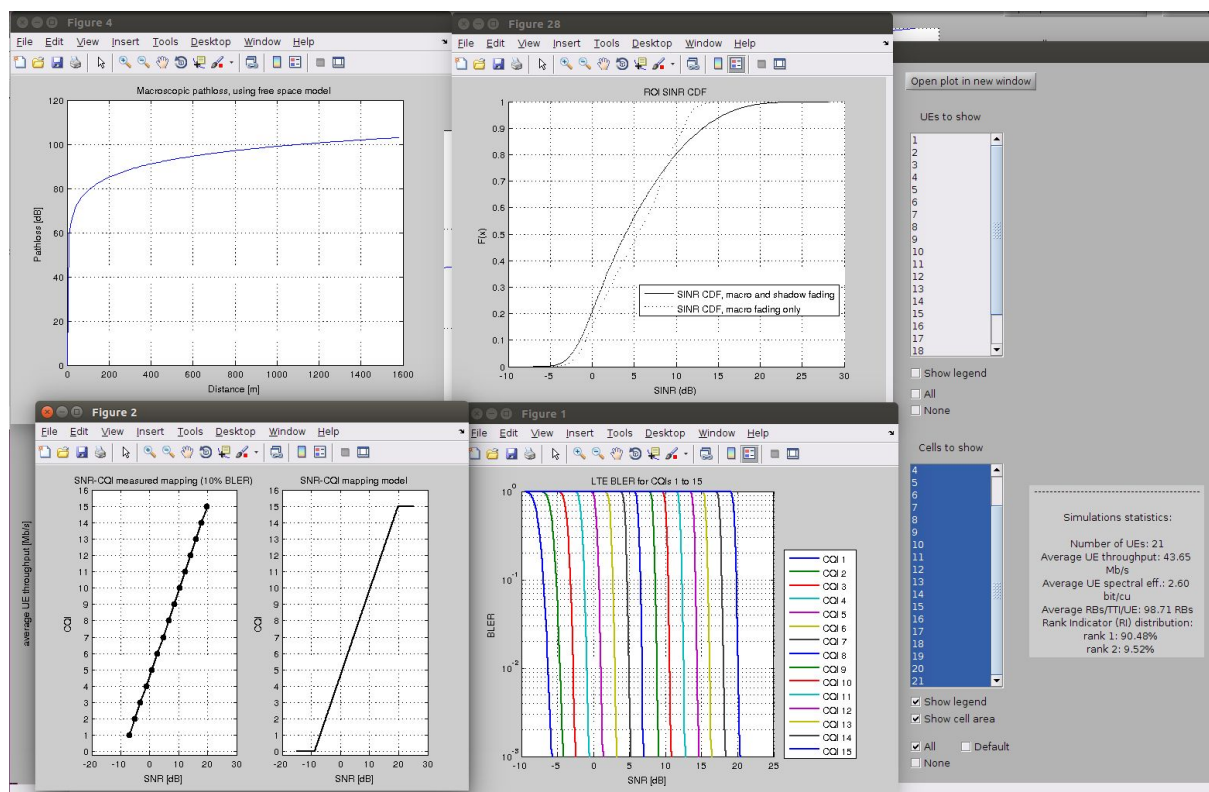
- Pathloss.
- Shadowing.
- Fast-Fading.

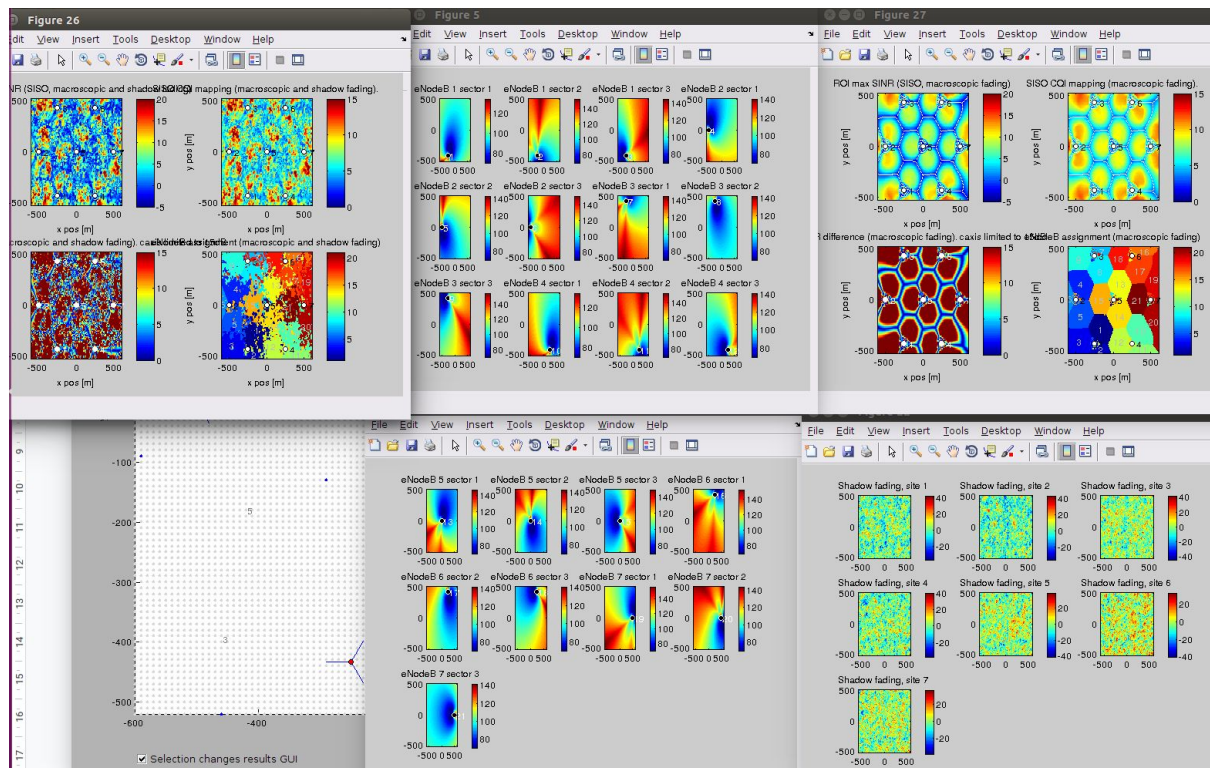
Question 3 : Lancement de simulation avec 3 environnement différent :

Free Space :

```
42
43 - LTE_config.UE_per_eNodeB          = 5;
44 - LTE_config.show_network            = 2;
45 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model = 'free space';
46 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model_settings.environment = 'urban';
47 - LTE_config.nr_eNodeB_rings = 1;
48
```

Résultat :





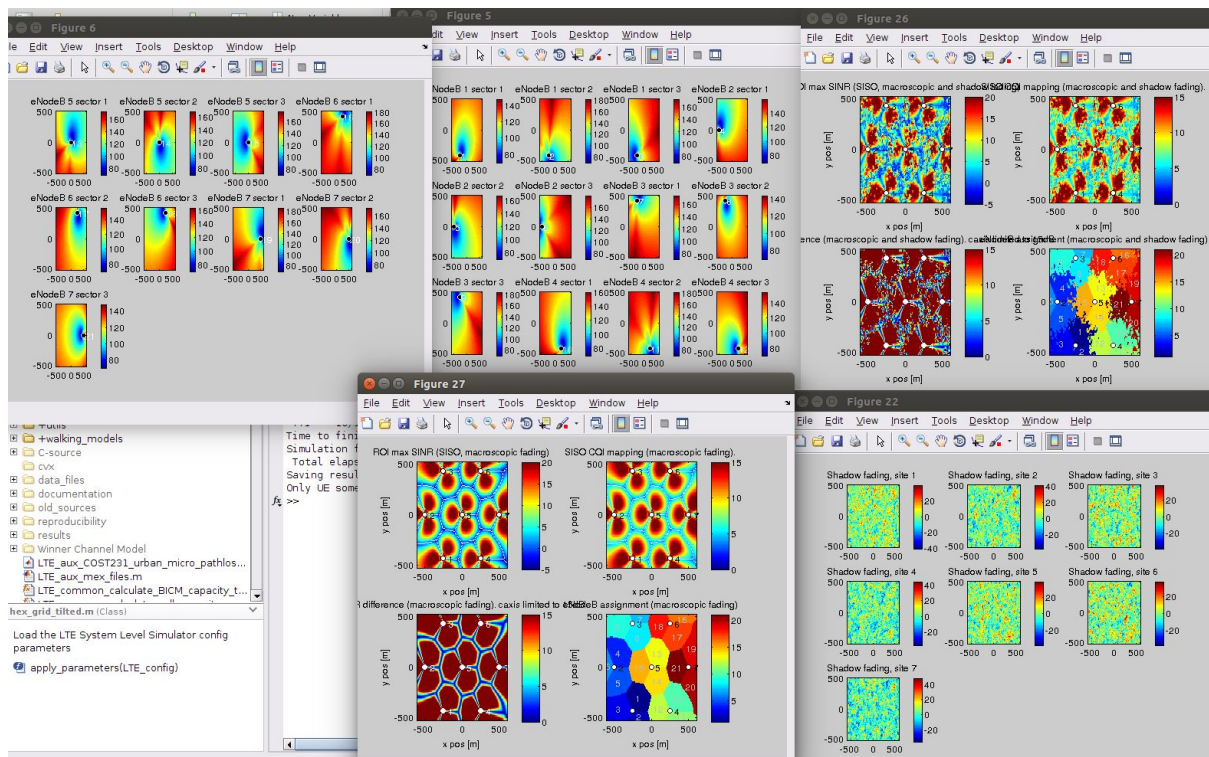
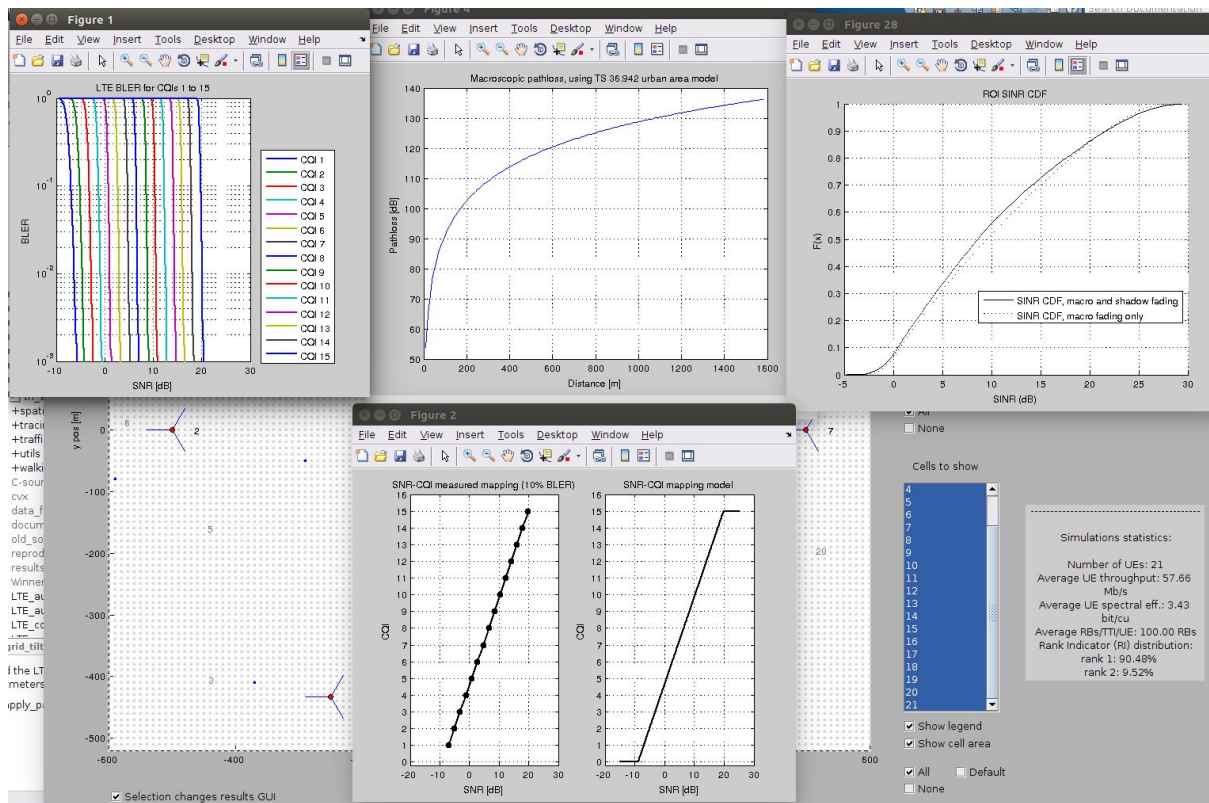
TS36942 :

```

42
43 - LTE_config.UE_per_eNodeB           = 1;
44 - LTE_config.show_network            = 2;
45 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model = 'TS36942';
46 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model_settings.environment = 'urban';
47 - LTE_config.nr_eNodeB_rings = 1;
48
49

```

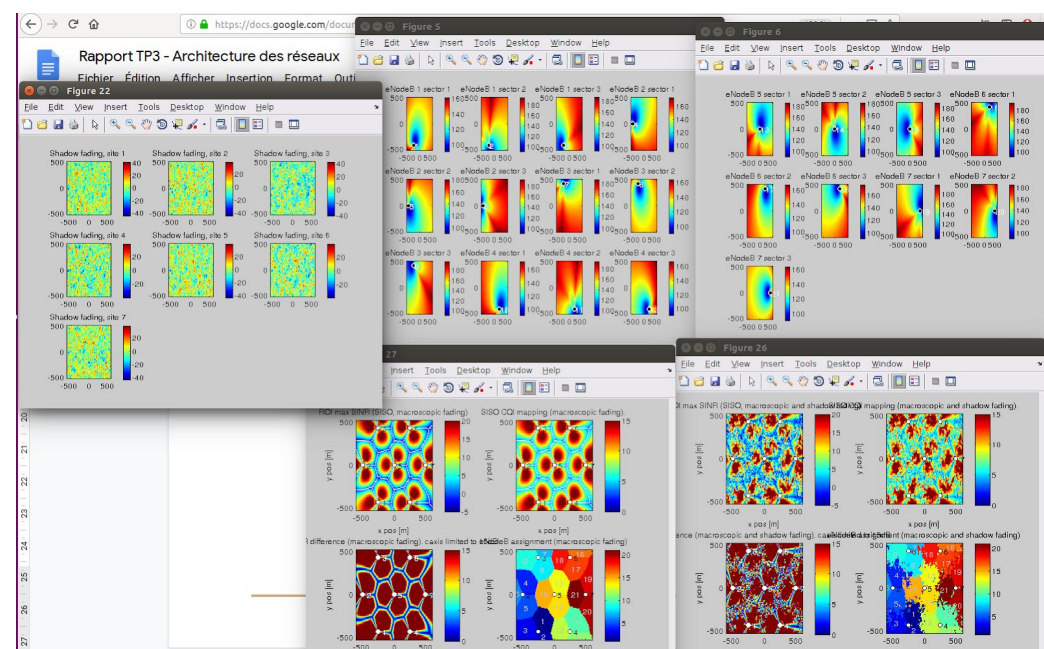
Résultats :



```
42 -
43 - LTE_config.UE_per_eNodeB          = 1;
44 - LTE_config.show_network            = 2;
45 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model = 'cost231';
46 - LTE_config.macroscopic_pathloss_model_settings.environment = 'urban_macro';
47 - LTE_config.nr_eNodeB_rings = 1;
48 -
49 -
```

The figure displays six MATLAB/Simulink plots related to 5G NR system simulations:

- Figure 1 (Top Left):** Macroscopic pathloss, using COST231 urban macro model. The plot shows Pathloss [dB] on the y-axis (90 to 150) versus Distance [m] on the x-axis (0 to 1600). The curve starts at approximately 90 dB at 0 m and increases to about 145 dB at 1600 m.
- Figure 2 (Top Middle):** R-CC measured mapping (10% BLER). The plot shows SNR [dB] on the x-axis (-20 to 30) versus CQI on the y-axis (0 to 15). The data points show a linear relationship between SNR and CQI.
- Figure 3 (Top Right):** R-CC mapping model. The plot shows SNR [dB] on the x-axis (-20 to 30) versus CQI on the y-axis (0 to 15). The curve shows a linear relationship between SNR and CQI.
- Figure 4 (Middle Left):** LTE BLER for CQIs 1 to 15. The plot shows BLER on the y-axis (log scale, 10^{-5} to 10^0) versus SNR [dB] on the x-axis (-10 to 25). Multiple curves are shown for different CQIs (1 to 15), with higher CQIs generally showing lower BLER for a given SNR.
- Figure 5 (Middle Right):** RCI SINR CDF. The plot shows F(x) on the y-axis (0 to 1) versus SINR [dB] on the x-axis (-5 to 30). The curve shows the cumulative distribution function of the SINR, with a solid line for macro and shadow fading and a dashed line for macro fading only.
- Figure 6 (Bottom):** A scatter plot showing the distribution of UEs (blue dots) on a hexagonal grid. The plot includes a legend for cell area (red dots) and parameters (blue dots). The axes range from -600 to 600 on both x and y.



Analyse des résultats :

On peut remarquer déjà lors du lancement de la simulation que les différents résultats s'affichent avant même l'exécution de la fonction `sim_main` qui est responsable de la simulation, donc nous pouvons déjà conclure que les résultats affichés ne sont pas calculés par rapport aux paramètres de simulation. Nous pouvons voir aussi que les résultats obtenus sont exactement les mêmes entre TS36942 et COST231 donc il est exactement le même modèle de calcul pour ces deux types de simulation, et pour la simulation en free space a des résultats différents mais incohérents car nous avons un débit inférieur à une simulation en milieu urbain alors que normalement c'est le contraire, nous pouvons voir aussi dans les graphes que l'atténuation est plus importante dans l'environnement en Free Space que les autres modèles par exemple un Path-Loss plus important en fonction de la distance ou un shadowing et Fast-Fading.

Question 5 : Calculer du débit :

Pour calculer le débit le simulateur utilise cette formule :

```
% Calculation of the wideband SINR
if there_are_interferers
    obj.wideband_SINR = 10*log10(sum(RX_total(:))/(sum(interf_power_all_RB(:))+thermal_noise_watts_per_half_RB*nSC));
else
    obj.wideband_SINR = 10*log10(sum(RX_total(:))/(thermal_noise_watts_per_half_RB*nSC));
end
```

Donc si il ya des des interférents il divise le signal total sur les interférences plus le bruit et il multiplie sur $10 \cdot \log_{10}$, Sinon il fait la même chose en divisant juste sur le bruit sans les interférences.

Ordonnanceur :

Question 6 :

La valeur du TTI dans le simulateur est de $10e-3$

```
%% Moved from the "do not touch" section
LTE_config.RB_bandwidth    = 180e3;
LTE_config.TTI_length      = 1e-3;
LTE_config.cyclic_prefix   = 'normal';
LTE_config.maxStreams      = 2;
```

Quant à la valeur du CP est "normal"

Question 7 :

Comme vu dans la précédente réponse dans le screen :

```
%% Moved from the "do not touch" section
LTE_config.RB_bandwidth      = 180e3;
LTE_config.TTI_length        = 1e-3;
LTE_config.cyclic_prefix     = 'normal';
LTE_config.maxStreams        = 2;
```

Le nombre de RB disponible pour la bande passante est de 180e3.

Question 8 :

Politique d'attribution des deux ordonnanceur :

Round Robin : Attribue des RB avec un algorithme de tourniquet tel qu'il a une valeur de quantum et a chaque fois il attribue tel nombre de RB aux utilisateurs, donc on est dans une politique d'équité tel que chaque utilisateur en lui donne la même chose malgré qu'il soit moins efficace ou meilleure.

BestCQI : Attribue des RB toujours à l'utilisateur qui a le meilleure CQI ce qui permet de privilégier les meilleures utilisateurs mais ne donne pas de chance aux utilisateurs moyen ou faible donc c'est un ordonnanceur pas équitable.

Question 9 :

Comparaison des performances :

Débit avec Round Robin : Par défaut le scheduler est en Round Robin

```
-----
Simulations statistics:

Number of UEs: 21
Average UE throughput: 71.81
                    Mb/s
Average UE spectral eff.: 4.49
                    bit/cu
Average RBs/TTI/UE: 95.18 RBs
Rank Indicator (RI) distribution:
rank 1: 62.38%
rank 2: 37.62%
```

Débit avec bestCQI :

On change le scheduler en BestCQI :

```
LTE_config.tx_mode = 4;  
LTE_config.scheduler = 'best cqi'; % prop fa  
% LTE_config.shadow_fading_type = 'claussen';
```

```
-----  
Simulations statistics:  
  
Number of UEs: 21  
Average UE throughput: 49.77  
Mb/s  
Average UE spectral eff.: 2.96  
bit/cu  
Average RBs/TTI/UE: 99.84 RBs  
Rank Indicator (RI) distribution:  
rank 1: 92.86%  
rank 2: 7.14%
```

On voit que le débit avec round robin est bien meilleure que le débit avec BestCQI et ceci est due à sa notion d'équité il donne la chance à tous les utilisateurs.

Question 10 :

Choix de l'ordonnanceur Round Robin pour les simulation final :

```
LTE_config.nrx = 2,  
LTE_config.tx_mode = 4;  
LTE_config.scheduler = 'round robin'; %  
% LTE_config.shadow_fading_type = 'claussen';  
LTE_config.compact_results_file = true;
```

Ajout du code qui parametre FFR dans hex_grid_tilted :

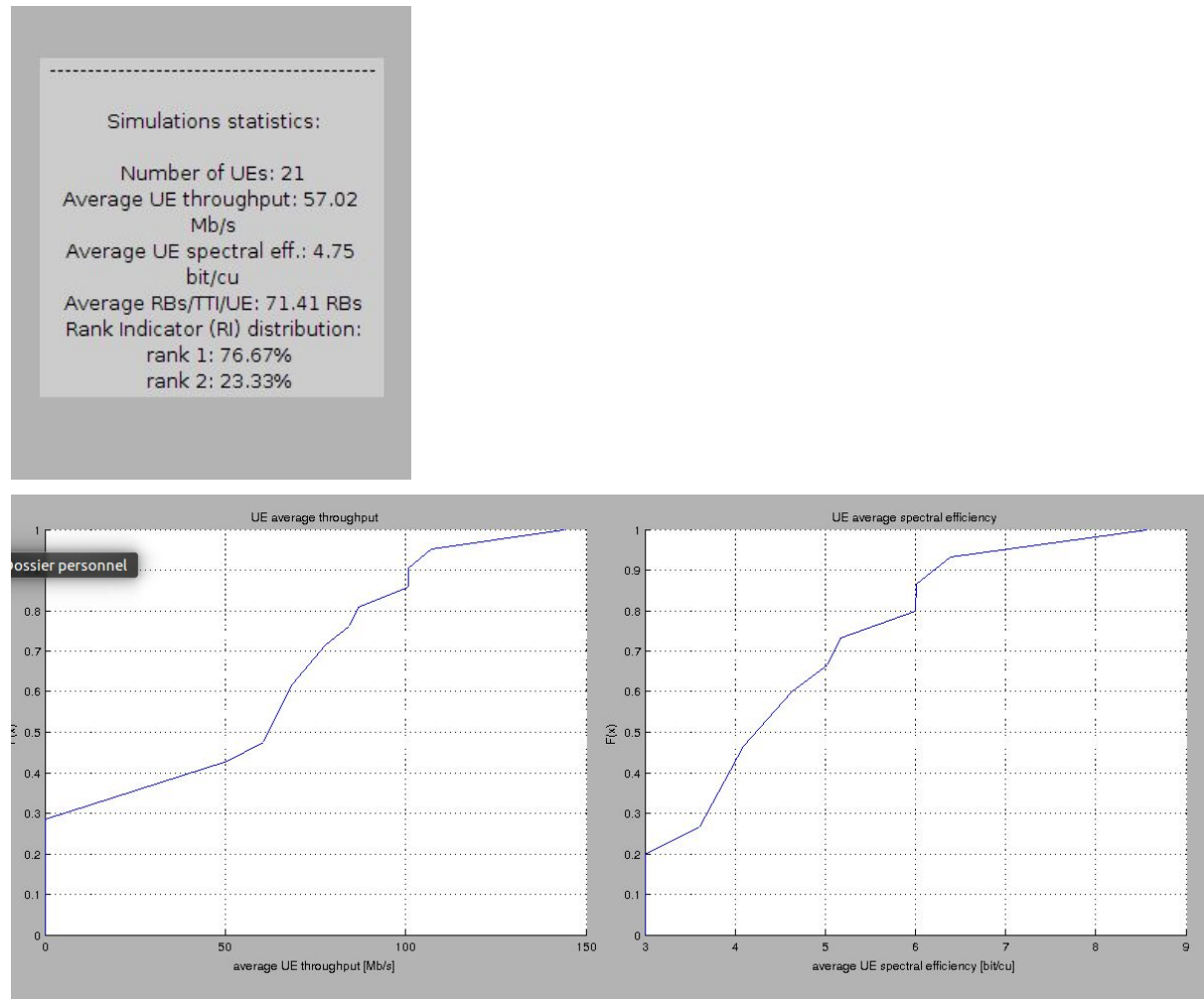
```
LTE_config.FFR_active=true;LTE_config.scheduler = 'FFR';  
LTE_config.scheduler_params.FR_scheduler.scheduler = 'round robin';  
LTE_config.scheduler_params.PR_scheduler.scheduler = 'round robin';  
LTE_config.FFR_params.beta_FR =1;  
LTE_config.FFR_params.SINR_threshold_value=7;  
end
```

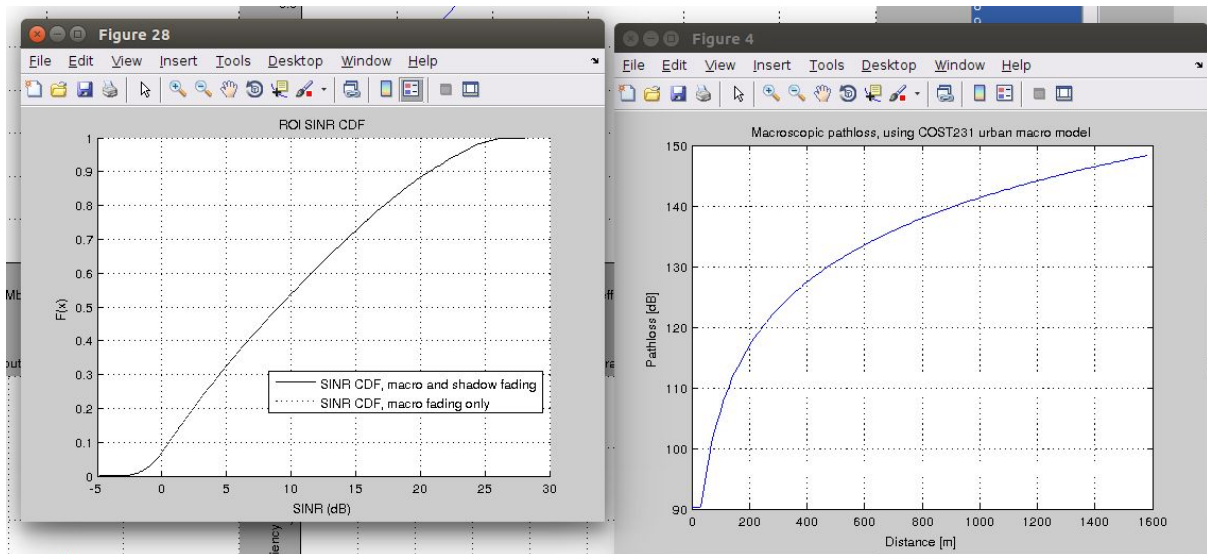
Ajout du code dans le launcher :

```
LTE_config.scheduler = 'FFR'; %peut être commenté  
LTE_config.shadow_fading_type = 'none'; %'claussen'-'>'none'  
LTE_config.target_sector = [1 1];
```

Lancement de la simulation :

Résultat lors de la première simulation :





Deuxieme simulation :

Simulations statistics:

Number of UEs: 21
 Average UE throughput: 29.96 Mb/s
 Average UE spectral eff.: 4.16 bit/cu
 Average RBs/TTI/UE: 42.86 RBs
 Rank Indicator (RI) distribution:
 rank 1: 90.48%
 rank 2: 9.52%

