

# TP Réseaux d'opérateurs mobiles

## Mise en place d'une infrastructure 5G NR

Antonin Le Floch

Louis Royer

2023-2024

---

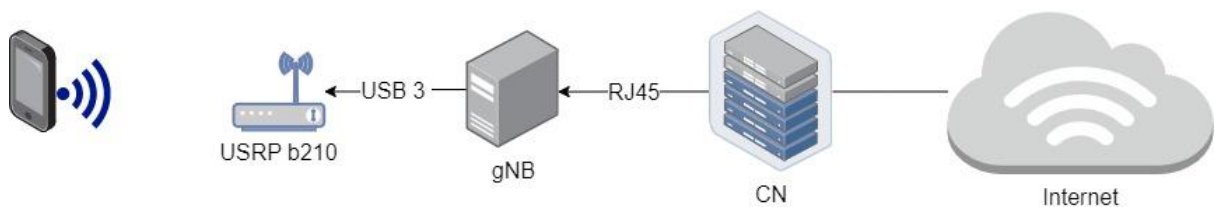
### Objectif

Le but de ce TP est de mettre en place un réseau 5G NR avec Open Air Interface (OAI). Vous serez par groupe de 3.

### Architecture

L'architecture du projet est assez simple. Elle consiste en un Cœur de réseau et une gNB. Vos connaissances en LTE suffisent pour ce TP à quelques changements de nom près. La MME devient notamment la AMF et la eNB devient la gNB. Par la suite, nous utiliserons la notation de la 5G, mais les idées restent les mêmes.

### Architecture Physique



# Architecture Logique

Représenter l'architecture logique d'un réseau 5G NR. On y verra notamment les éléments suivants : UE, RU, gNB, AMF, HSS, PGW et Internet. Vous pouvez vous aider du cours et d'internet.

Définissez le plan d'adressage entre gNB et Cœur. On choisira une adresse dans le réseau 192.168.20.0/24.

---

## Mise en place de la gNB

---

### Image

Démarrez sur l'image "OPENAIR". Le mot de passe est: **toorb301**

**Au lancement, connectez l'ordinateur à internet.**

### Compilation de la gNB

Il faut dans un premier temps compiler les binaires de la gNB.

```
cd /home/tls-sec/openairinterface5g/cmake_targets
./build_oai -w USRP --nrUE --gNB -c
```

### Connexion avec le Cœur

Pendant ce temps, connectez un RJ45 entre la gNB et le Cœur. Faites clignoter l'interface et attribuez une @IP à cette dernière. Enfin, vérifiez la connexion entre la gNB et le Cœur.

```
sudo -i
ip link set dev DEV_NAME up
ethtool -p DEV_NAME
ip a a IP_gNB dev DEV_NAME
ping IP_Cœur
```

Ajoutez une route pour communiquer avec le réseau docker du Cœur.

```
ip route add 192.168.70.128/26 via IP_Cœur
```

### Mise en place de l'USRP b210

Branchez les antennes. Connectez l'USRP en USB3.

Attendez que la compilation finisse. Puis, allez dans le bon dossier.

```
cd /home/tls-sec/openairinterface5g/cmake_targets/ran_build/build
```

Le fichier de configuration se trouve ici (sur une seule ligne).

```
/home/tls-sec/openairinterface5g/targets/PROJECTS/GENERIC-NR-5GC/CONF/gn
b.sa.band78.fr1.106PRB.usrb210.conf
```

**Copiez** avec la commande `cp` le fichier de configuration dans le dossier `/home/tls-sec/openairinterface5g/cmake_targets/ran_build/build`

**Configurez** l'adresse IP de la gNB ainsi que son interface dans le fichier de configuration.

## PLMN

Le Public Land Mobile Network (PLMN) est l'identifiant d'opérateurs. Il est composé du MCC et MNC. On prendra pour MCC "001" et pour MNC "01". Le PLMN est donc "00101".

Vérifiez le PLMN dans le fichier de configuration.

## Lancer la gNB

Attendez que le Cœur tourne. Une fois la configuration faite, vous pouvez lancer la gNB.

```
./nr-softmodem -O FICHIER_DE_CONF_gNB --sa -E --continuous-tx
```

Vérifiez avec Wireshark que la gNB se connecte bien (regardez les logs de l'AMF).

À quoi sert le protocole NGAP ?

---

---

---

---

---

---

---

---

## Mise en place du Cœur de Réseau

---

### Image

Démarrez sur l'image "OPENAIR". Le mot de passe est : **toorb301**

**Au lancement, connectez l'ordinateur à internet.**

### Connexion avec la gNB

Connectez un RJ45 entre la gNB et le Cœur. Faites clignoter l'interface et attribuez une @IP à cette dernière. Activez le routage. Enfin, vérifiez la connexion entre la gNB et le Cœur.

```
sudo -i
ethtool -p DEV_NAME
ip a a IP_Cœur dev DEV_NAME
ping IP_gNB

sysctl net.ipv4.conf.all.forwarding=1
iptables -P FORWARD ACCEPT
```

### Lancer le Cœur

Les fichiers relatifs au cœur sont situés dans le path : /home/tls-sec/oai-cn5g-fed/

Vous y trouverez un dossier docker-compose pour lancer le cœur 5G.

Arrêtez les containers qui tournent :

```
docker rm $(docker ps -qa)
```

Lancez le docker compose.

```
docker-compose -f docker-compose-basic-nrf.yaml up -d
```

Pour vérifier que les conteneurs tournent :

```
docker ps -a
```

Ouvrez Wireshark sur l'interface DEV\_NAME . Vous pouvez mettre le filtre suivant :

ngap || json || pfcpl || icmp || gtp

```
sudo wireshark &
```

Vous pouvez monitorer l'AMF avec la commande suivante :

```
docker logs oai-amf --follow
```

C'est dans ce terminal que vous verrez monter la gNB.

Quelles sont les informations sur les gNB et les UE disponibles avec les logs ?

---

---

---

---

---

---

---

Quel est le réseau dans lequel sont présents les éléments du Cœur ?

---

---

---

## Mise en place de l'UE

---

### Simulation d'UE

On commencera par vérifier que la connexion entre gNB et Cœur fonctionne en simulant un UE. Pour cela, coupez la gNB si elle tourne puis lancez un script de virtualisation.

```
./nr-softmodem -O FICHER_DE_CONF --gNBs.[0].min_rxtxttime 6 --rfsim --sa
```

Ensuite, lancez une simulation d'UE sur la même machine (commande sur une seule ligne).

```
sudo ./nr-uesoftmodem -r 106 --numerology 1 --band 78 -C 3619200000 --sa  
--uicc0.imsi 001010000000001 --rfsim
```

Une fois la connexion établie et l'UE montée dans le Cœur, coupez la simulation.

### Inscrivez l'UE dans la HSS

En regardant l'application 5Gforce, trouvez l'IMSI.

Téléchargez sur Moodle le script python. Rendez le script exécutable, puis lancez-le en indiquant l'IMSI en argument de la commande.

```
chmod +x inscription_hss.py  
./inscription_hss.py --reset IMSI
```

Vérifiez que l'UE a bien été inscrite dans la HSS en examinant le message de retour de la commande.

### APN

L'Access Point Name (APN) est l'identifiant du point d'accès réseau. Il permet de se connecter à la PGW.

Dans les paramètres cellulaires du téléphone "Access Point Name", mettez l'APN "oai-spgwu".

### Connexion

Mettez le téléphone en mode avion. Configurer l'UE sur "NR only". Puis enlevez le mode avion. Ceci va lancer un scan et un PRACH sur le réseau identifié par la SIM.

Quels messages sont envoyés lors de la connexion de l'UE ?

---

---

---

En utilisant l'application "ping tool", vérifiez que l'UE récupère bien une adresse IP.

Quelle est l'adresse IP de l'UE ?

---

---

---

Qu'est-ce que la session PDU ?

---

---

---

---

---

## (Optionnel)

### Configurer la Carte SIM

1. Installez l'outil Open Cells pour écrire la SIM :  
<https://open-cells.com/index.php/uiccsim-programing/>
2. Générez une nouvelle paire OPC / Key avec l'outil KI OPC Generator:  
<https://github.com/PodgroupConnectivity/kiopcgenerator>
3. Appelez le Professeur pour obtenir un lecteur de SIM.
4. Inscrivez de nouvelles valeurs pour la SIM :

```
sudo ./program_uicc --iccid 89339000310000000260 --imsi "IMSI" --opc OPC  
--key eKI --MNCsize 2 --spn OpenAirInterface --adm 361783f14eca8e0a
```