

Réseaux Cellulaires 4G LTE
Allocation des Ressources Radio

Module: Réseaux Cellulaires

Introduction:

- 1. Comment la LTE organise t-elle la ressource spectrale pour une distribution efficace entre les utilisateurs**
- 2. Comment partager le canal entre plusieurs utilisateurs**

Interface Radio LTE:

□ Principe:

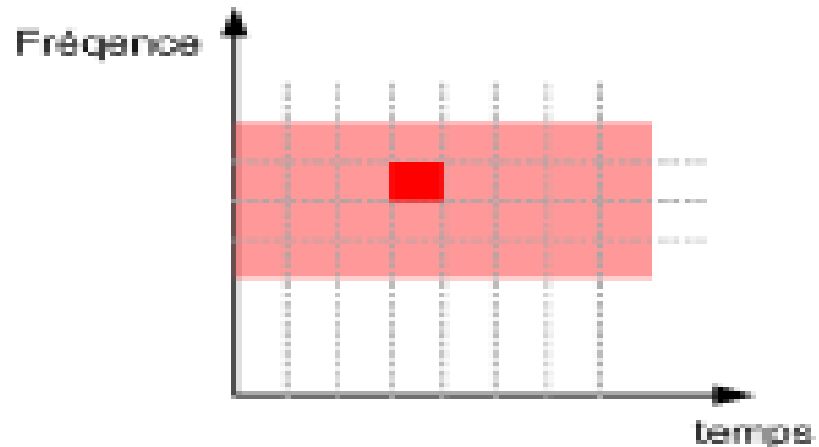
- La ressource Radio peut être partagée entre:
 - Plusieurs utilisateurs
 - Plusieurs usages (Signalisation/voix/données)
 - Uplink/Downlink
 - FDD/TDD

- L'allocation doit être dynamique
 - Comme la ressource est rare et chère on alloue la ressource radio aux utilisateurs en cas de besoin.

Interface Radio LTE:

❑ Bandes de fréquences LTE:

- Différentes fréquences centrales
(700 MHz, 1,8 GHz,, 2,6 GHz)
- Différentes largeurs
(1,4 MHz, 20 MHz)
- La LTE découpe la ressource radio :
 - En fréquence
 - En temps



Interface Radio LTE:

□ Élément de ressource/Bloc de ressources/Sous-trame:

➤ Élément de ressource (RE)

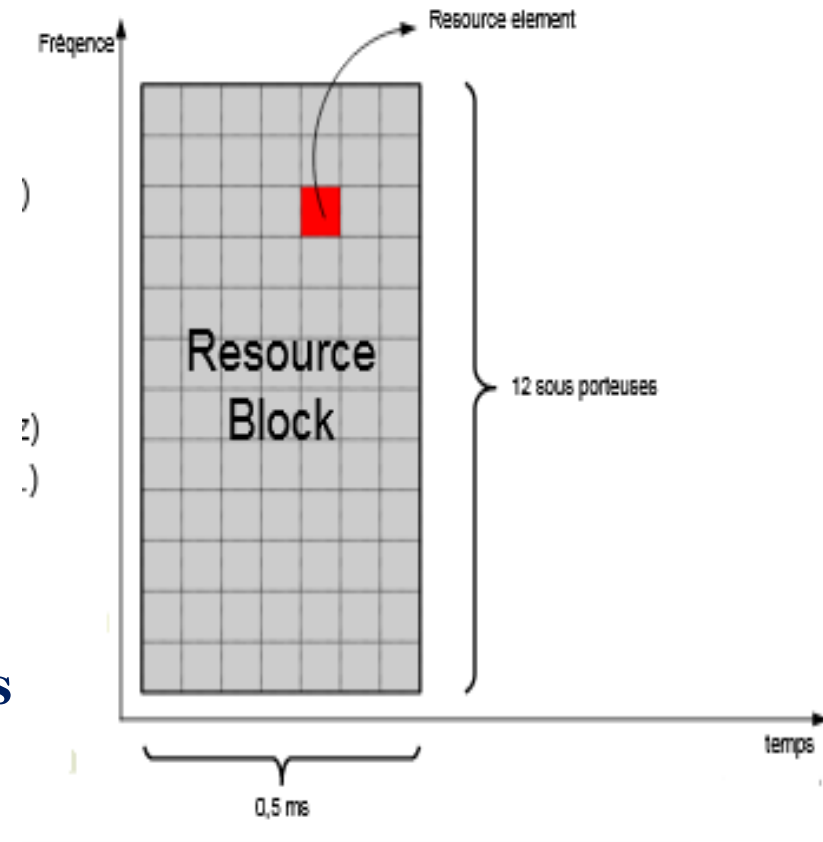
- Resource élémentaire
- Une sous porteuse de 15 kHz
- Un symbole

Rmq: RE petit pour la transmission
Donc organisation en RB

➤ Ressource bloc (RB)

- 12 sous porteuses de 180 kHz
- 7 symboles de durée de 0,5 ms

Bande disponible	1.4 MHz	5 MHz	10 MHz	20 MHz
Nb RB	6	25	50	100

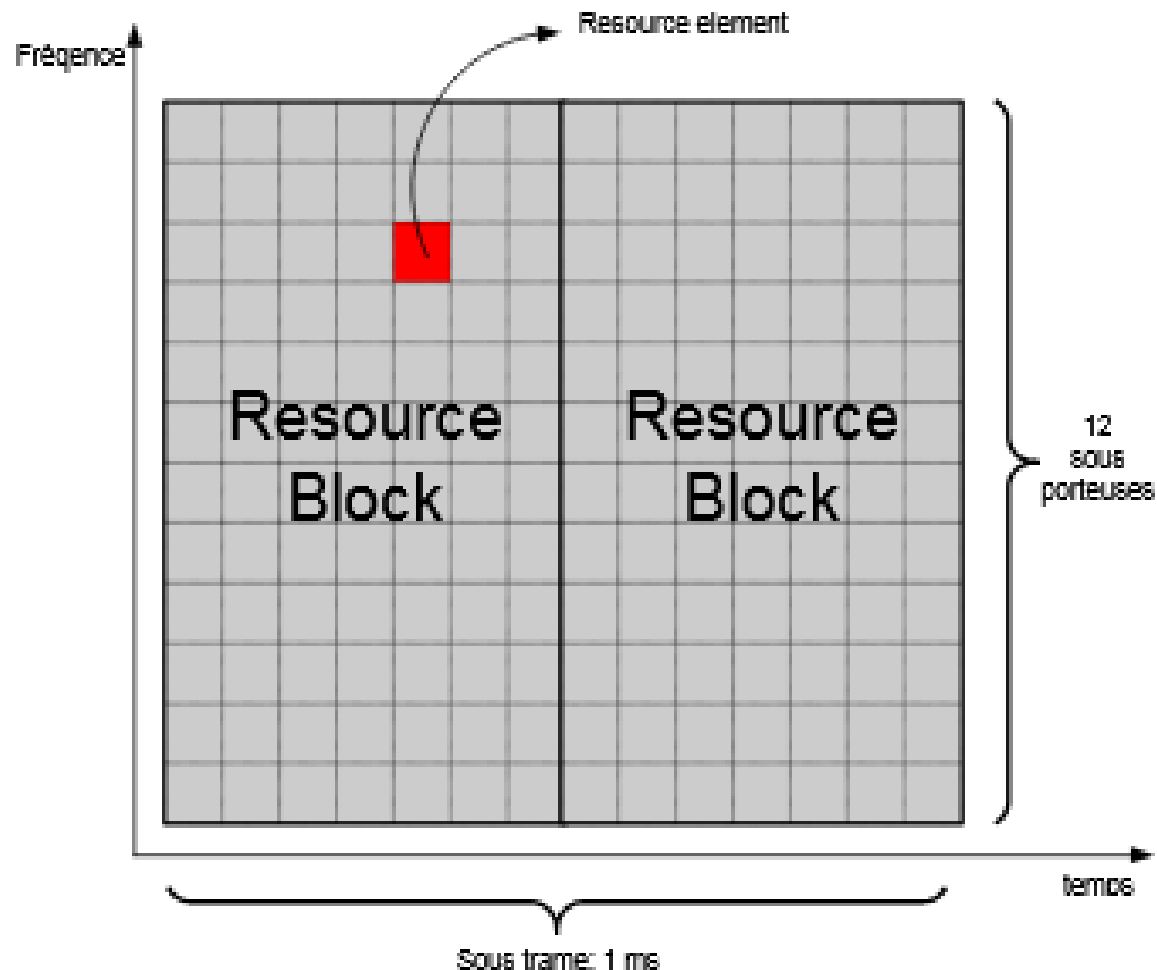


Interface Radio LTE:

□ Élément de ressource/Bloc de ressources/Sous-trame:

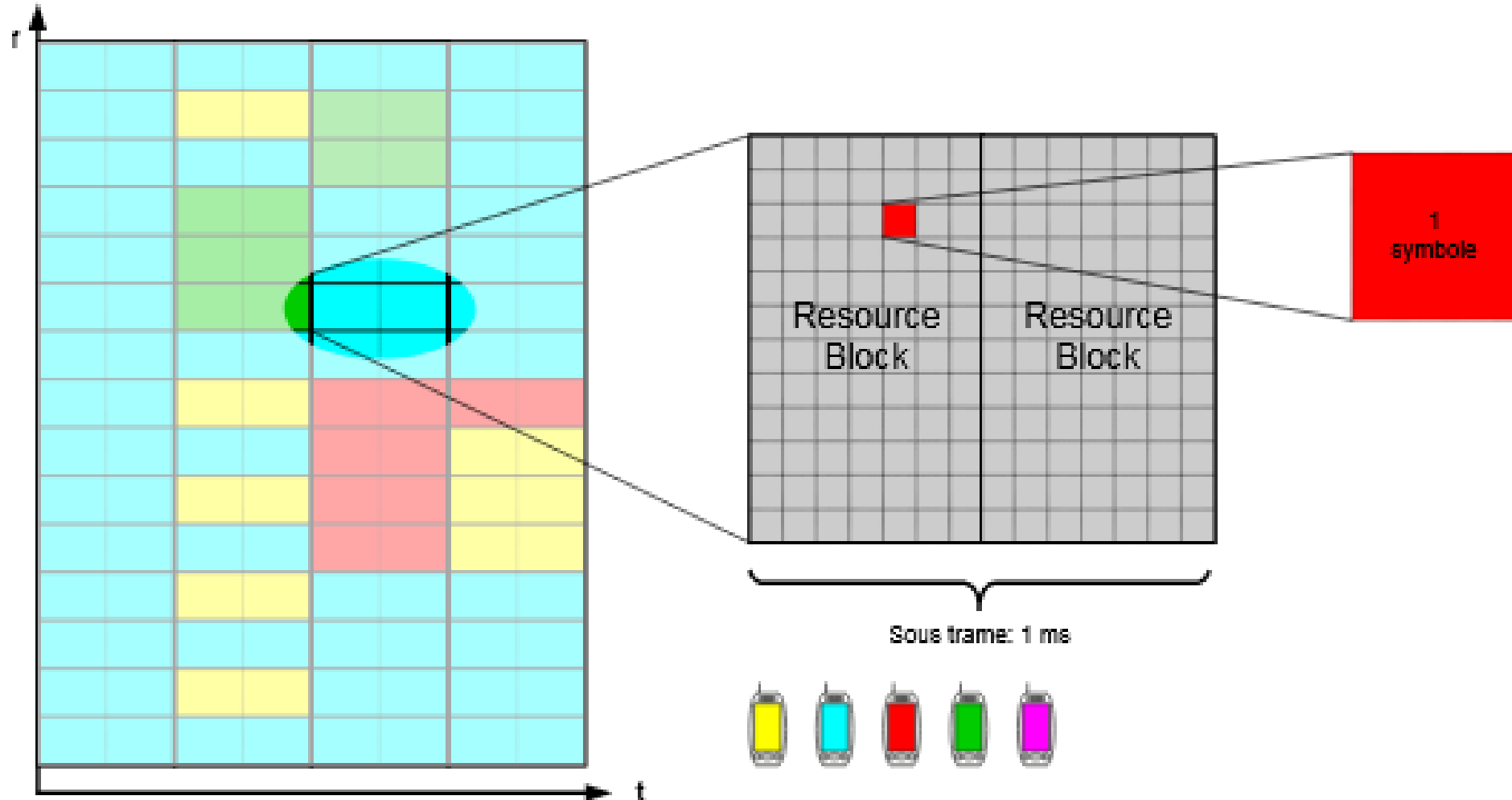
➤ Sous-trame

- Une paire de RB
- Durée 1 ms
- **Unité de base pour l'allocation**



Interface Radio LTE:

- Élément de ressource/Bloc de ressources/Sous-trame:
(cas bande de 3 MHz)



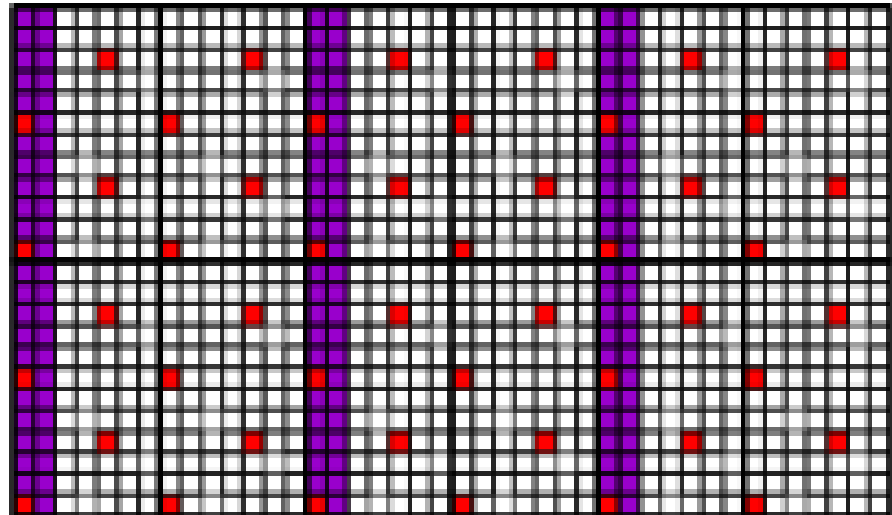
Interface Radio LTE:

□ Éléments de ressources réservés:

➤ Certains RE sont réservés

- Synchronisation
- Symbole de référence (estimation de canal)
- Fonction de contrôle (Allocation, acquittement)

➤ Un ensemble de ressources réservés forme un canal physique



Interface Radio LTE:

❑ Bloc de Transport:

➤ Bloc de transport

- Bloc de données à transmettre en une sous trame
- Sur un ou plusieurs blocs de ressources

➤ L'eNB évalue l'offre et la demande

- A chaque sous trame (1 ms)
- Alloue un volume de données pour chaque terminal

➤ La taille des blocs est variable

- Conditions de propagation (Modulation/codage)
- L'offre et la demande des autres utilisateurs (Nbre de RB allouées)

Interface Radio LTE:

❑ Comment fiabiliser la transmission:

En transmission radio les erreurs sont assez fréquentes.

➤ Des perturbations peuvent se produire et engendrent des erreurs:

- On mesure la qualité ou les perturbations par le BER.

➤ Correction des erreurs

- Par codes correcteurs d'erreur dit FEC "Forward Error correction"
- Ajoutant la redondance (Répétition et permettent de détecter et de corriger certaines de ces erreurs.
- Le taux de codage est défini comme étant le rapport :

$$\text{Taux de codage} = (\text{Info utile})/(\text{Info transmise})$$

Interface Radio LTE:

❑ **Compromis débit/Immunité:**

- **Un débit élevé nécessite de bonnes conditions de propagation**
 - Sensibilité de certains types de modulation
 - et le pb de l'IES interference entre symbole.

- **La LTE adapte son débit en fonction des conditions de propagation**
 - En temps réel
 - Indépendamment pour chaque utilisateur

Interface Radio LTE:

❑ Compromis débit/Immunité:

➤ L'association d'une Modulation et d'un taux de codage

- d'où la définition du :

MCS: Modulation Coding Scheme.

Remarque importante:

Comme les conditions de propagation changent rapidement pour chaque UE le système LTE ajuste en permanence le MCS de chacun des UE.

Interface Radio LTE:

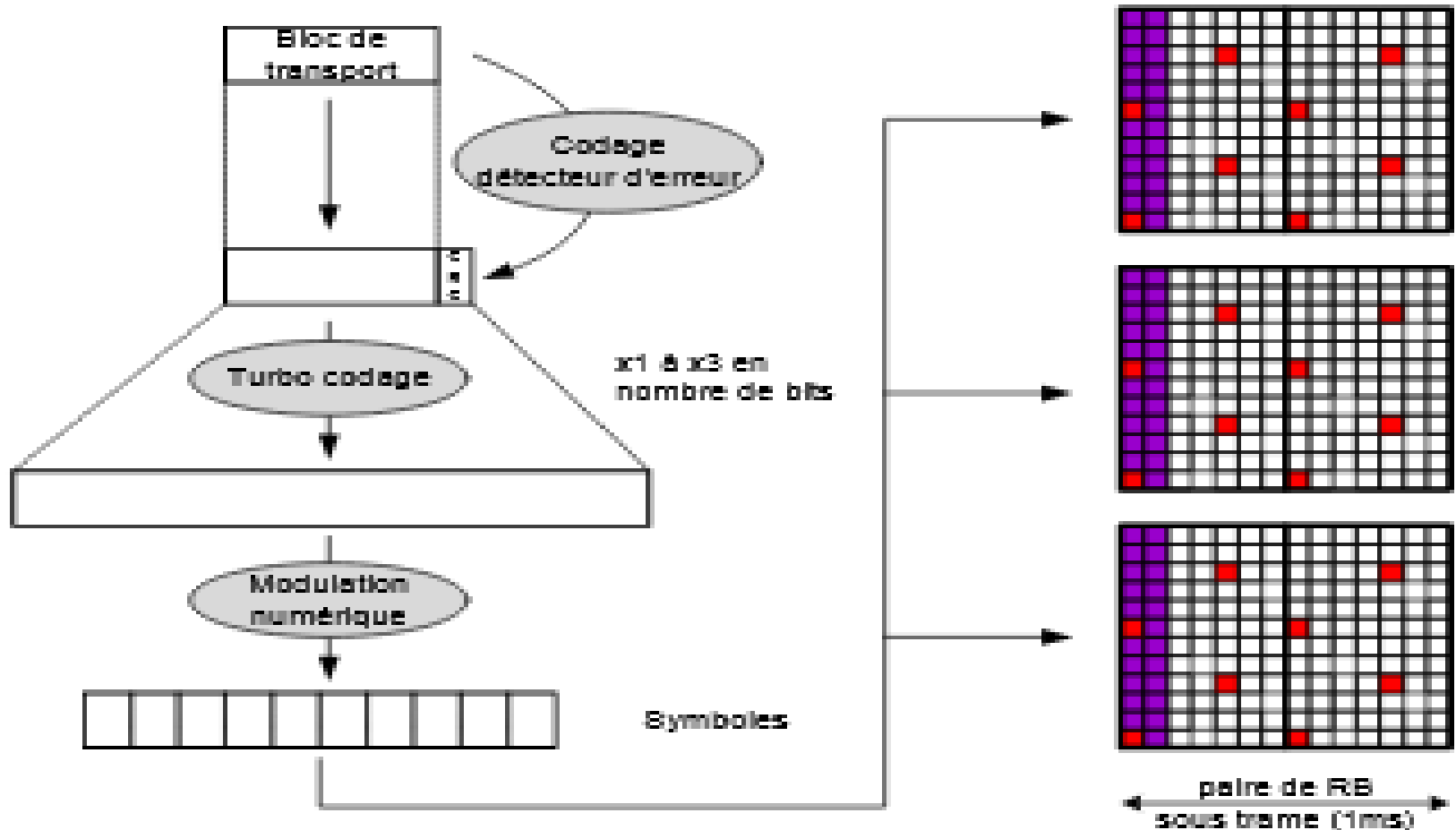
☐ blocs de transport :

Index de MCS	Nombre de paquets de blocs de ressources											
	1	2	3	4	5	6	...	25	...	50	...	100
0	16	32	56	88	120	152	..	680	...	1384	...	2792
1	24	56	88	144	176	208		904		1800		3624
2	32	72	144	176	208	256		1096		2216		4584
3	40	104	176	208	256	328		1416		2856		5736
4	56	120	208	256	328	408		1800		3624		7224
5	72	144	224	328	424	504		2216		4392		8760
6	328	176	256	392	504	600		2600		5160		10296
7	104	224	328	472	584	712		3112		6200		12216
8	120	256	392	536	680	808		3496		6968		14112
9,10	136	296	456	616	776	936		4008		7992		15840
...												
16,17	280	600	904	1224	1544	1800		7736		15264		30576
...												
23	488	1000	1480	1992	2472	2984		12576		25456		51024
24	520	1064	1608	2152	2664	3240		13536		27376		55056
25	552	1128	1736	2280	2856	3496		14112		28336		57336
26	584	1192	1800	2408	2984	3624		15264		30576		61664
27	616	1256	1864	2536	3112	3752		15840		31704		63776
28	712	1480	2216	2984	3752	4392		18336		36696		75376

Source : 3GPP Technical Specification 36.213 "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA)", www.3gpp.org

Interface Radio LTE:

□ Chaîne de transmission (simplifiée)



Interface Radio LTE:

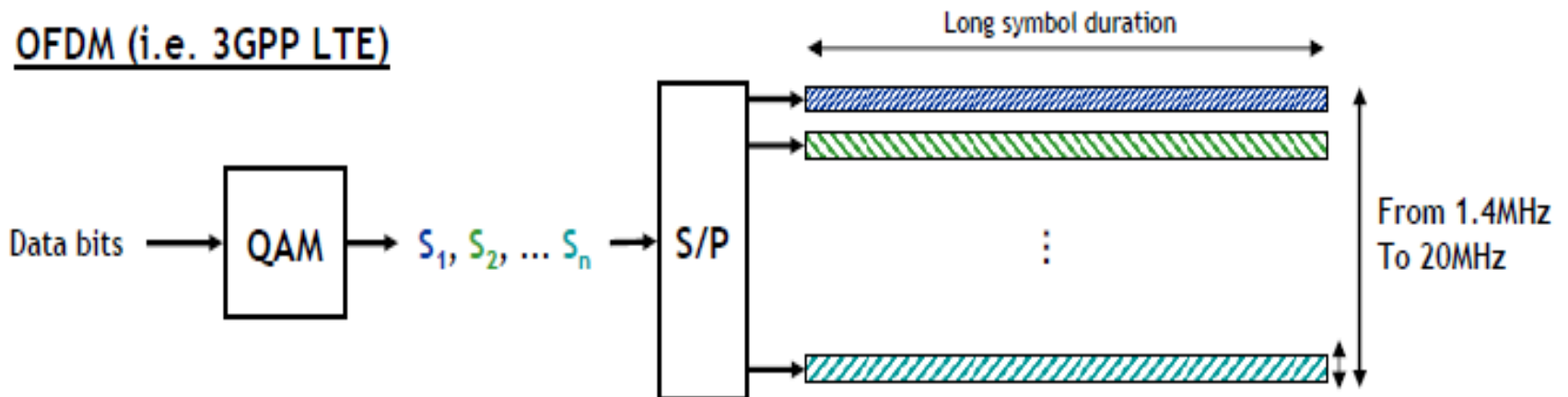
❑ Chaîne de transmission (simplifiée):

- Bloc de transport:
 - De 16 à 75 bits/ sous trame (2 à 9422 octets)
- Ajout de CRC
 - Détecteur d'erreurs
- Codage
 - Correction d'erreur
- Modulation
 - Symboles
- Transmission sur une sous-trame (1 ms)
 - Sur une ou plusieurs paires de RB

Techniques d'accès dans la LTE:

❑ OFDM dans la LTE (transmission multi-porteuses):

- Systemes OFDM subdivisent la BP en plusieurs s-porteuses espacées de 15 kHz.
- Chaque s-porteuse est modulée à l'aide de niveaux variable de modulation QAM.
- Chaque symbole est précédé d'un préfixe

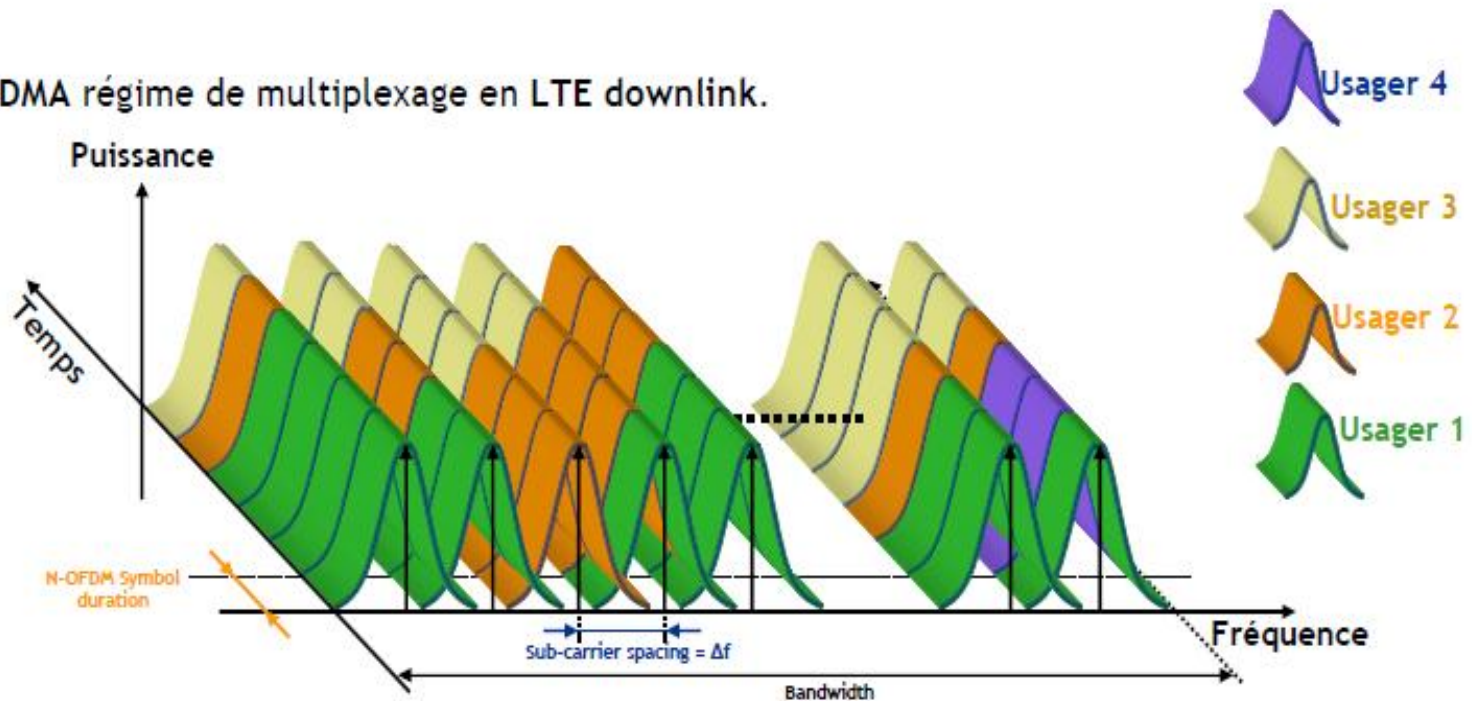


Techniques d'accès dans la LTE:

❑ OFDMA dans la LTE:

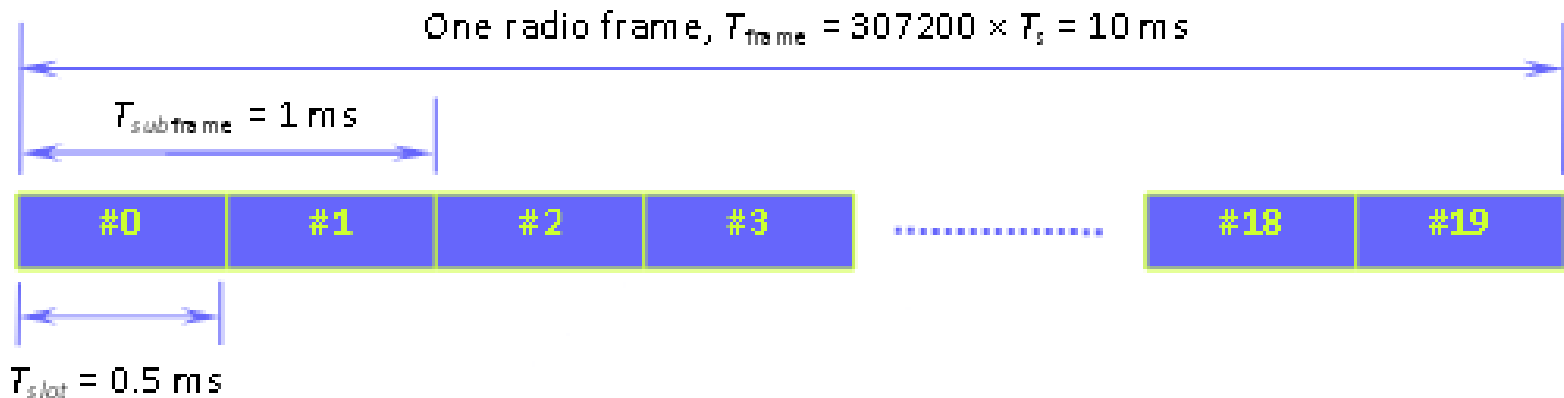
- Les utilisateurs se voient attribuer un nombre précis de sous porteuses pour un timeslot prédéterminé, appelé PRB (*Physical Resource block*).
- La répartition des PRB est gérée par une fonction de planification à la station de base eNB "*scheduling*".

OFDMA régime de multiplexage en LTE downlink.



Interface Radio LTE:

□ Une trame radio



1 trame = 10 sous-trames = 20 slots

1 sous-trame = 2 slot

Durée slot = 0.5 ms

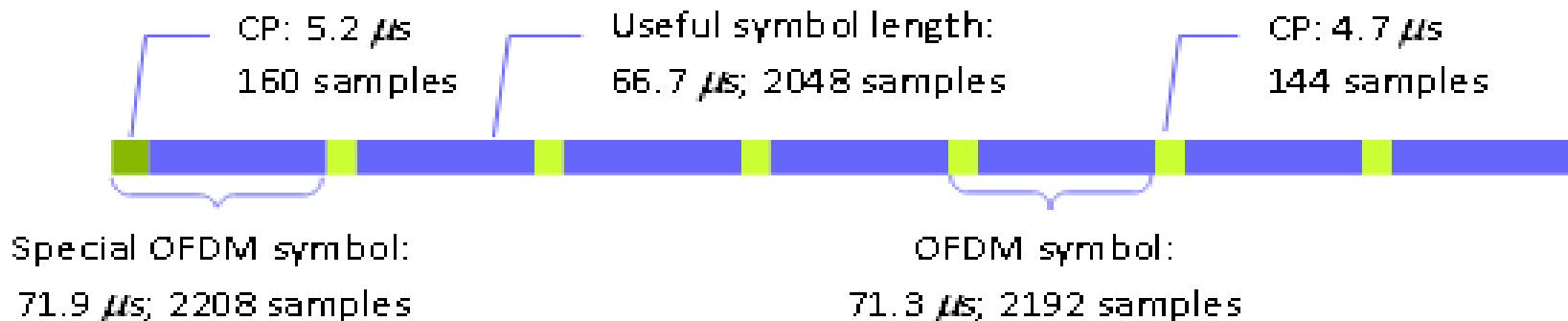
Durée trame = 10 ms

Durée sous-trame = 1 ms

Interface Radio LTE:

□ Un slot

- Les slots d'une durée de 0,5 ms sont composées de 6 ou 7 symboles d'informations (mode étendue ou normale),
- Chaque symbole utile a une durée de 66,7 μs (principe d'OFDM cela correspondant à l'écart entre porteuses $\Delta F=15$ kHz).



CP: Préfixe cyclique évite le chevauchement entre les symboles.

Interface Radio LTE:

Le signal LTE est échantillonné avec une fréquence d'échantillonnage de 30720000.

- ❑ le premier symbole OFDM (special symbol) à une durée de 71,9 μ s. Le nombre d'échantillons obtenus:
 $71,9\mu\text{s} \times 30720000 = \mathbf{2208 \text{ échantillons}}$.
- ❑ le deuxième symbole OFDM à une durée de 71,3 μ s. Le nombre d'échantillons est: $71,3 \times 30720000 = \mathbf{2192 \text{ échantillons}}$.
- ❑ Le symbole utile a une durée de 66,7 μ s. Le nombre d'échantillons est : $66,7 \times 30720000 = \mathbf{2048 \text{ échantillons}}$.
- ❑ Le premier symbole CP (préfixe cyclique) de durée de 5,2 μ s. Le nombre d'échantillons est : $5,2 \times 30720000 = \mathbf{160 \text{ échantillons}}$.
- ❑ Le symbole CP (préfixe cyclique) de durée de 4,7 μ s. Le nombre d'échantillons est : $4,7 \times 30720000 = \mathbf{144 \text{ échantillons}}$.

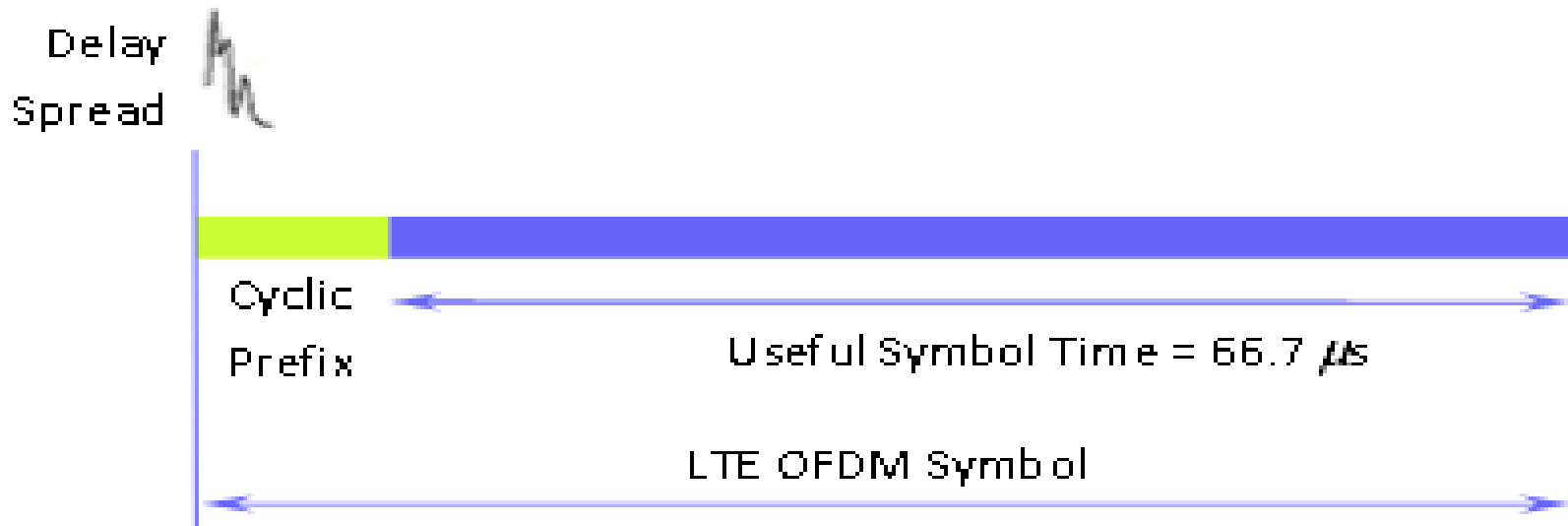
Interface Radio LTE:

❑ Facteur de perte:

- on affecte la puissance du signal utile d'un facteur de perte égale à :

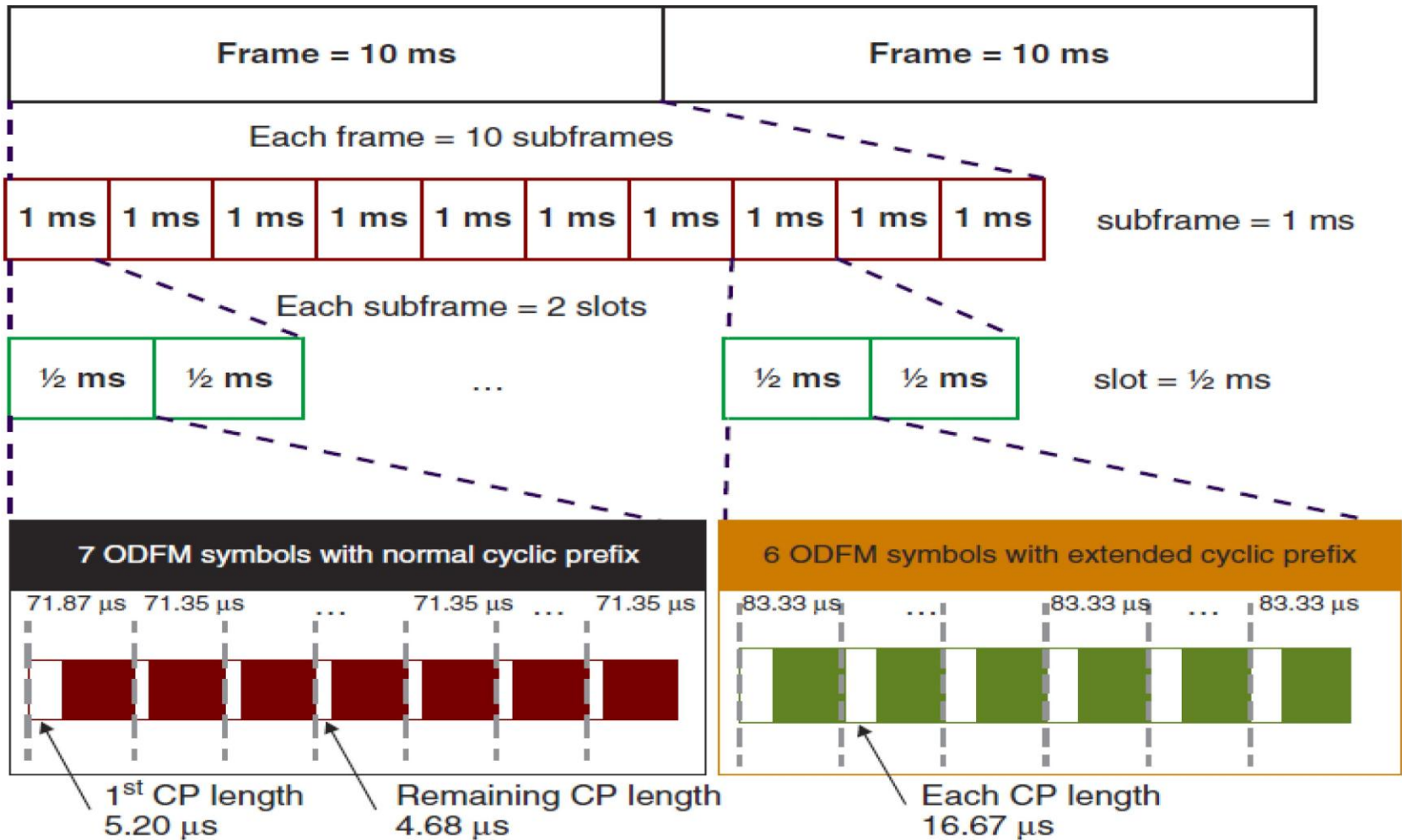
$$\text{Facteur de perte} = (T_{\text{frame}} - T_{\text{cp}}) / T_{\text{Frame}},$$

ce qui correspond au quotient de perte dû à l'insertion du CP.



Interface Radio LTE:

□ La trame LTE.



Interface Radio LTE:

❑ Principe de l'allocation des ressources:

Comment attribue-t-on dynamiquement les ressources en fonction des besoins des UE?

❑ Principes généraux de l'allocation:

➤ Ressources allouées en cas de besoin

- Assurée sur l'eNB par l'ordonnateur "scheduler"
- Arbitrage si demande de capacité
- Algorithmes non spécifiés par la norme

Interface Radio LTE:

❑ Principes généraux de l'allocation:

➤ Voie descendante DL

- Allocation dès que besoin de transmission

➤ Voie montante UL

- Demande du mobile sur un canal dédié
- Allocation d'une ressource
- Transmission

➤ L'eNB publie des tables d'allocation par le DL et l'UL

➤ Pour réaliser le scheduling l'UE a besoin d'une adresse RNTI de 16 bits

- RNTI "*Radio Network Temporary Identifier*"