

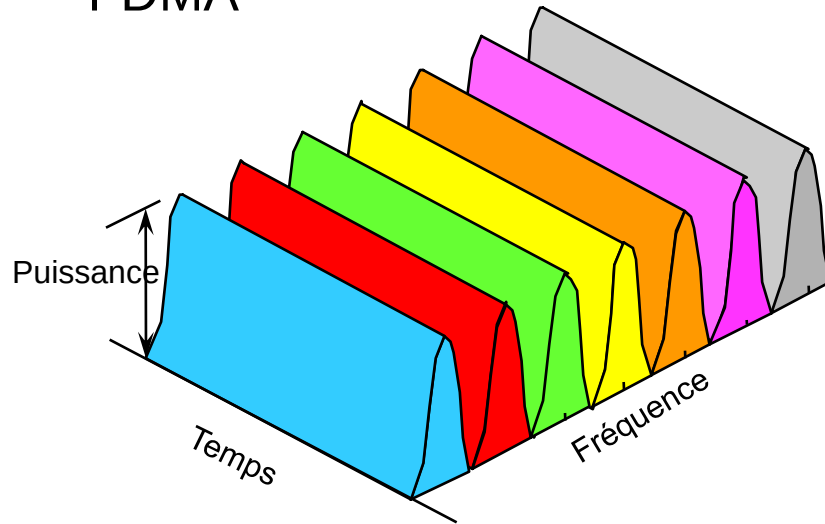
UTRA :

UMTS Terrestrial Radio Access

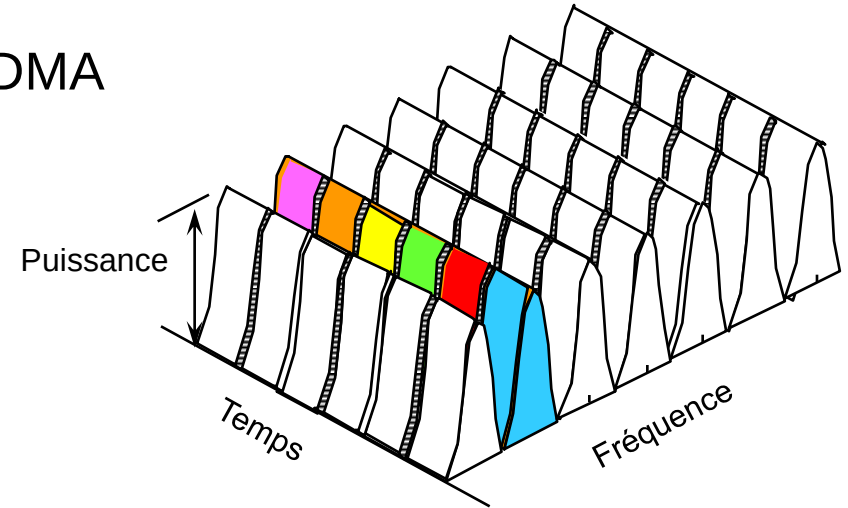
1. Généralités

Les différentes techniques d'accès radio

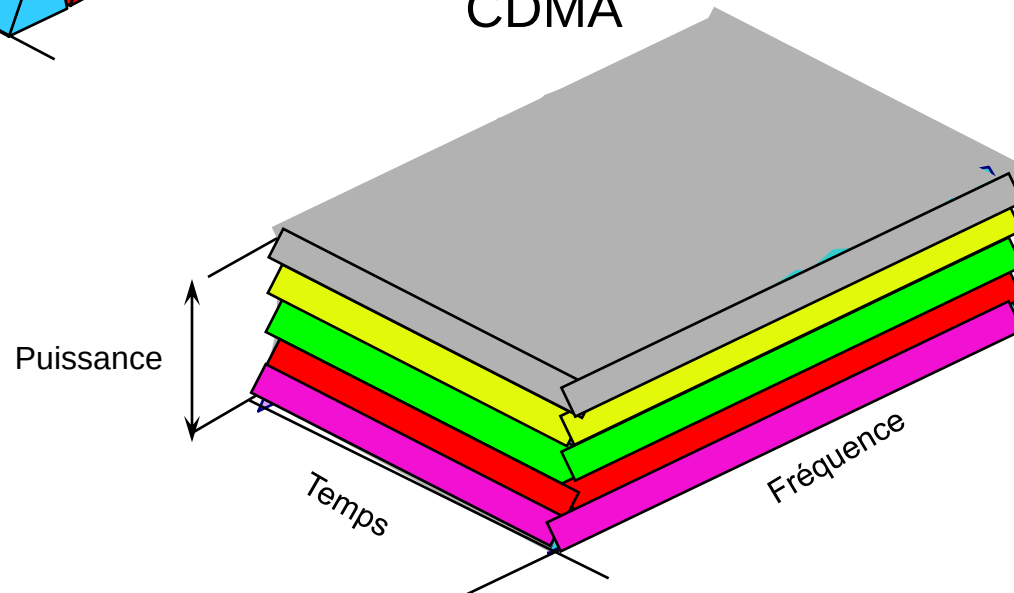
FDMA



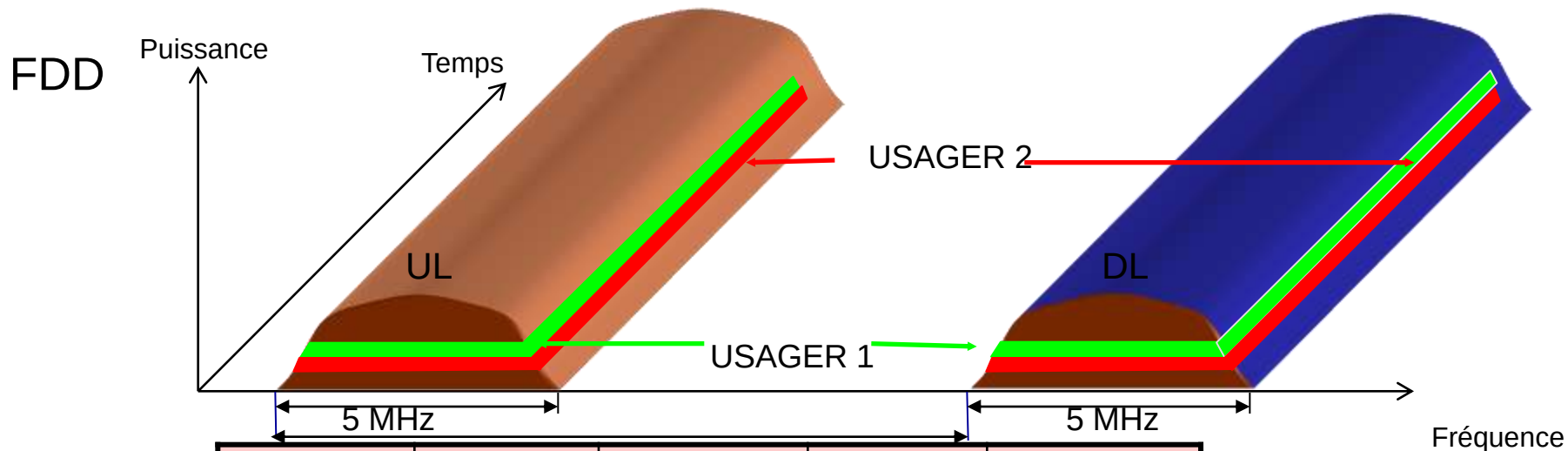
TDMA



CDMA

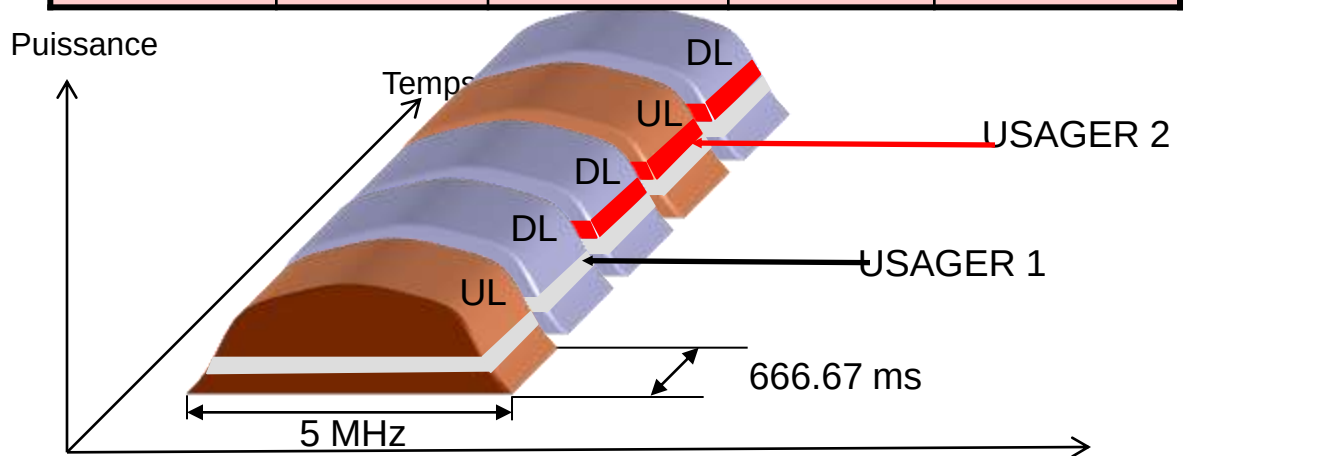


Principe du WCDMA : 2 modes FDD et TDD



ITU Region	UL (MHz)	UARFCN	DL (MHz)	UARFCN
1 and 3	1920-1980	9612-9888	2110-2170	10562-10838
2	1850-1910	9262-9538	1930-1990	9662-9938

TDD

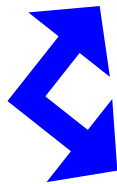


CDMA Large bande

Capacité du canal (C bit/s) donnée par le théorème de Shannon :

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

Même capacité



large bande

S/N faible

bande étroite

S/N élevé

WCDMA : S/N faible

CDMA Large bande

Plusieurs propositions soumises à l'ETSI pour l'UTRA :

1. CDMA Large bande sur porteuses de largeur de 5 Mhz
2. TDMA Large bande sur des porteuses de largeur 1,6 Mhz
3. TDMA/CDMA sur des porteuses de largeur 1,6 Mhz
4. OFDMA sur des bandes de fréquences de 100 kHz

WCDMA retenu (1998) pour plusieurs raisons !

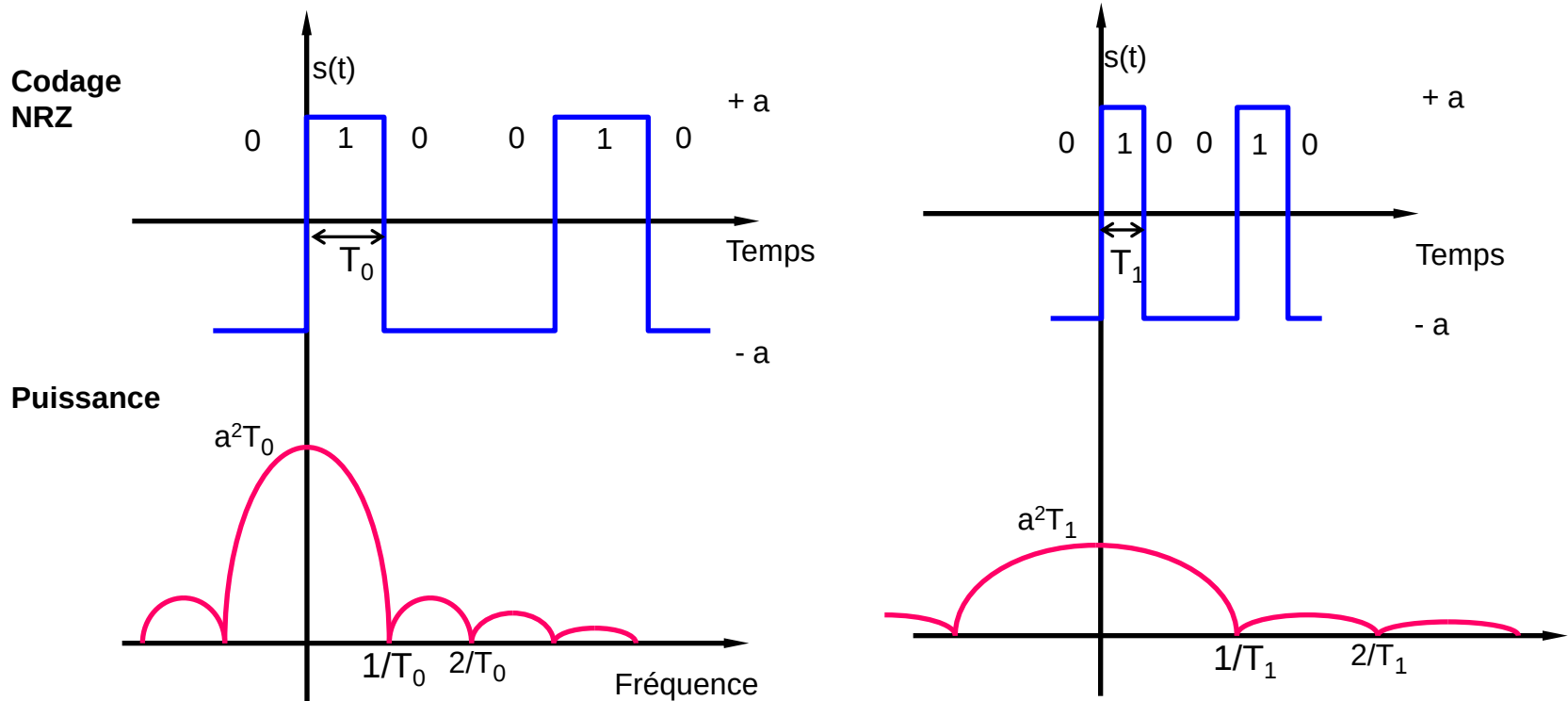
Facteurs techniques : le WCDMA présente une couche physique très souple qui permet de gérer simultanément différents services.

Facteurs économiques : de nombreux projets de recherches ont été menés sur le CDMA dans les années 90.

Facteurs politiques : la sélection du WCDMA par l'ARIB, standardisation japonais, en 1997 a donné un poids important à cette technologie.

Principe de l'étalement de spectre

Données à transmettre: 0 1 0 0 1 0

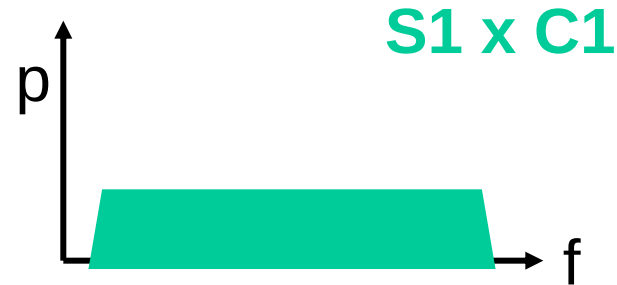
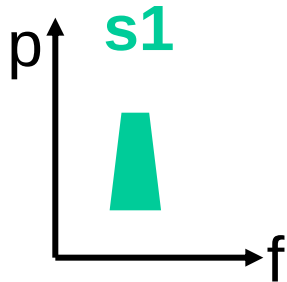


Plus le débit est élevé et plus l'énergie du signal est étalée sur le spectre

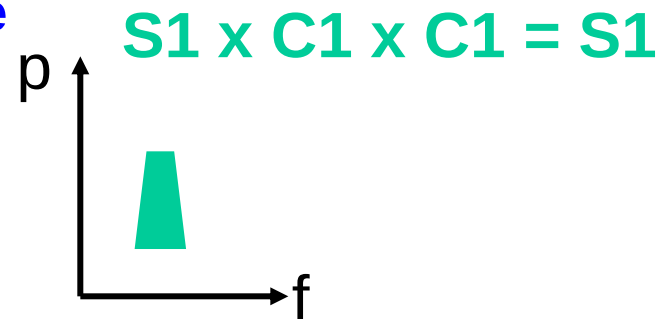
Accès multiple en WCDMA : code d'étalement

1. Chaque utilisateur code son signal

Etalement du spectre



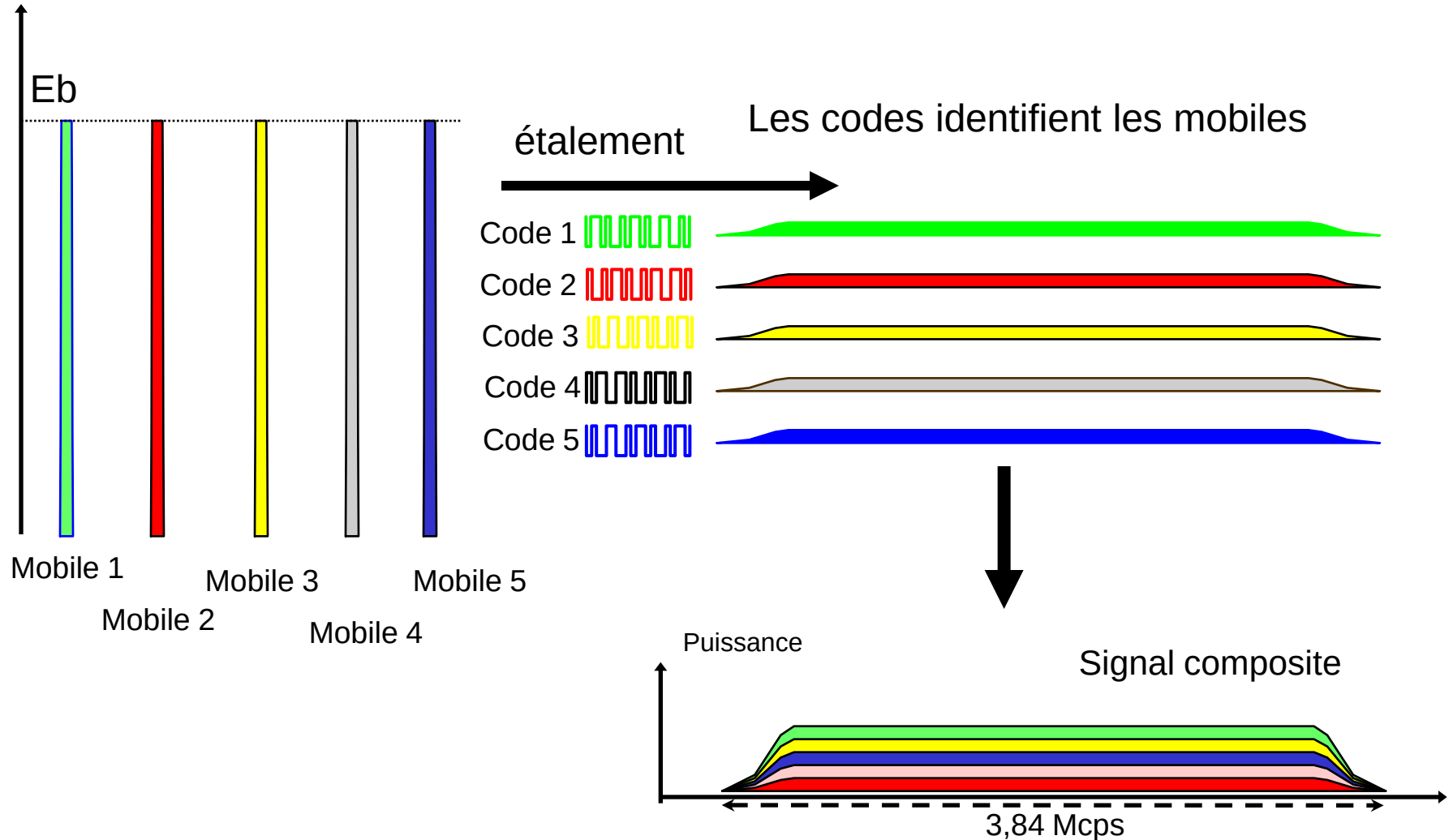
Désétalement du spectre



2. Les signaux des différents utilisateurs se chevauchent en temps et en fréquence

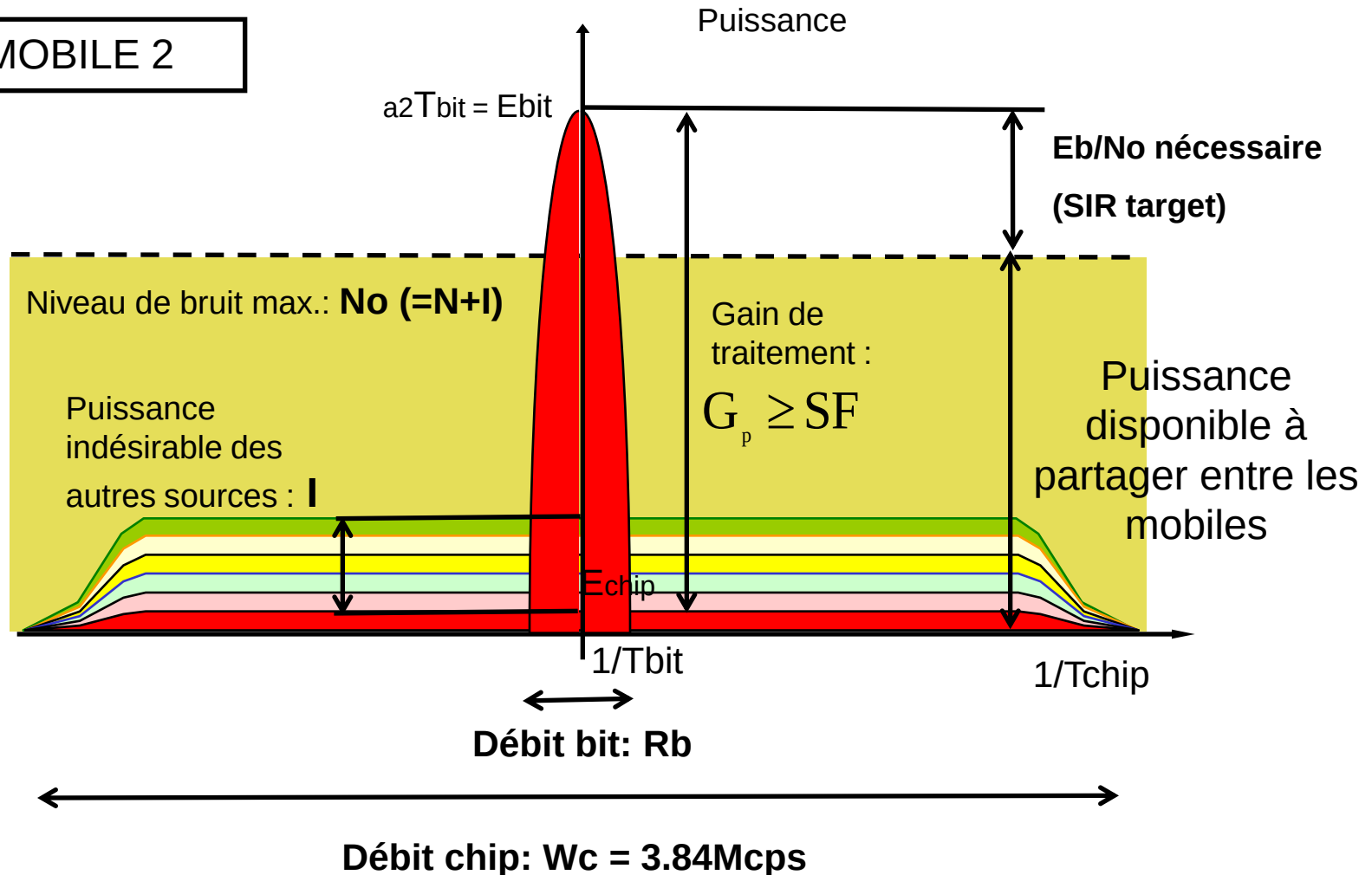
3. La corrélation du signal composite reçu avec le code $C1$ désétale uniquement le signal utile désiré $S1$

Transmission avec plusieurs mobiles



Réception avec plusieurs mobiles

MOBILE 2



Accès multiple en WCDMA : code d'étalement

Pour maximiser l'accès multiple, on utilise des codes orthogonaux.

But : Eviter les interférences entre les codes dont la corrélation est nulle entre eux

.Code 1 x Code 2 : nbr égal de 1 et de -1

ou

.Code 1 XOR Code 2 : nbr égal de 0 et de 1

1		1		-1		-1		code 1
1		-1		1		-1		code 2
1	+	-1	+	-1	+	1	= 0	c1 x c2

Respiration cellulaire : cell breathing

Lorsque le nombre d'utilisateurs augmente dans une cellule :

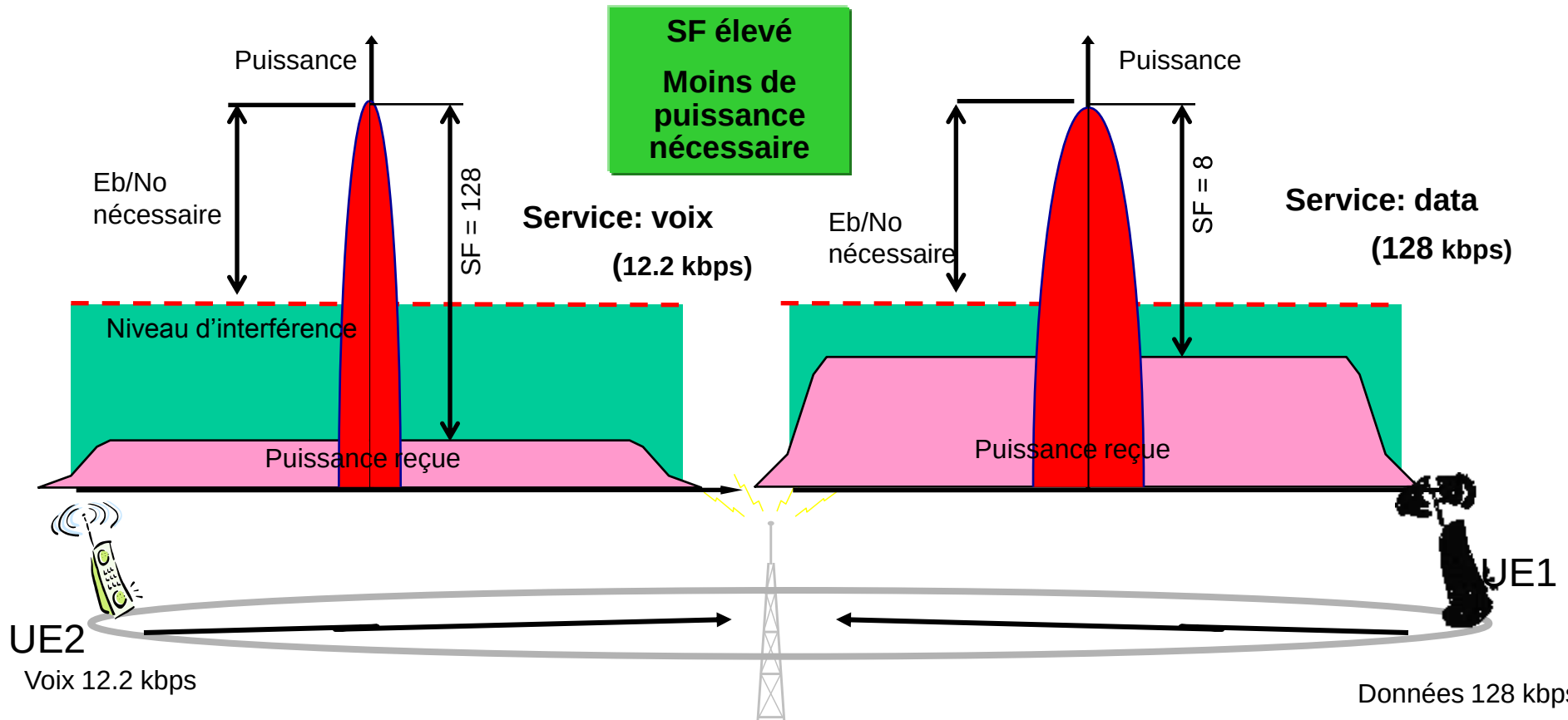
-le niveau de bruit d'interférence augmente

Sur chaque liaison à puissance constante, le rapport E_b/N_0 diminue.

Pour certains mobiles, E_b/N_0 devient inférieur au seuil E_b/N_0 cible pour assuré la qualité du service en cours

Les mobiles doivent augmenter leur puissance, mais ceux situés en limite de cellule sont pénalisés en premier !

Limitation de la couverture et capacité



2 UE à la même distance du Node B utilisant 2 services différents La taille de la cellule est déterminée par UE1

Service haut débit= faible gain= interference élevée= faible capacité

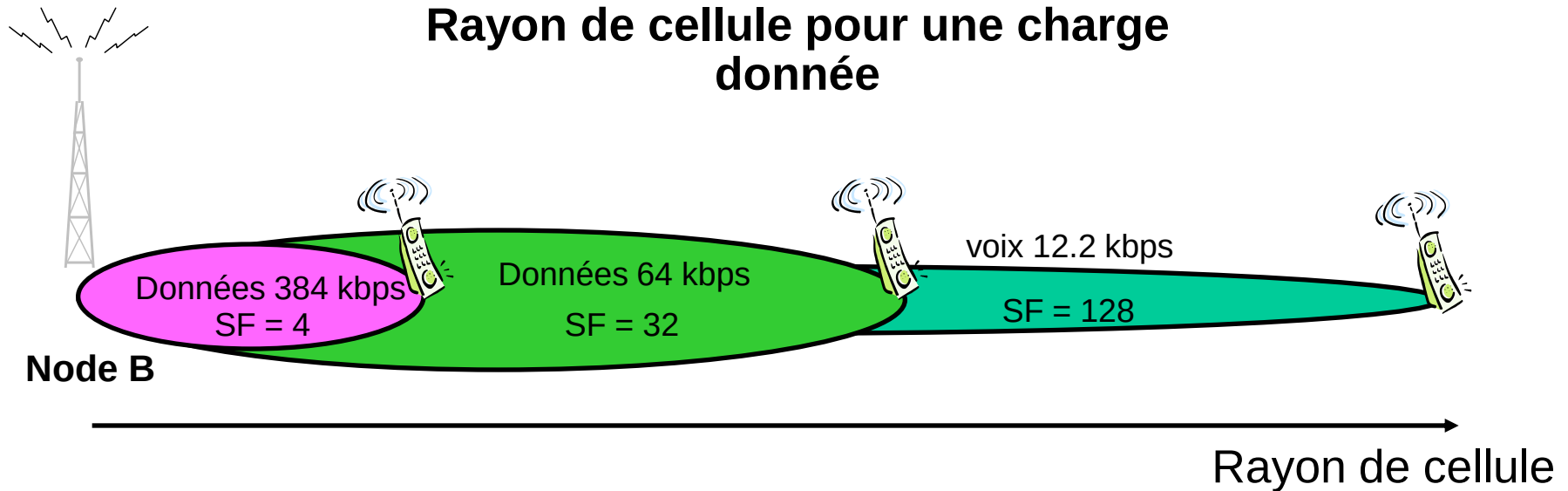
Comparaison avec le GSM

Contrairement aux systèmes de type TDMA ou FDMA, la capacité d'un système CDMA est dite Soft :

Elle ne dépend pas du nombre de Trx (T_s, F_u) mais d'un paramètre indépendant qui est le niveau d'interférence intra et intercellulaire

Rayon de la cellule en fonction des services

Rayon de cellule pour une charge donnée



Lorsque le débit utilisateur augmente dans une cellule, pour respecter le seuil E_b/N_0 cible, la puissance reçue au Node B doit augmenter, ce qui conduit l'UE à **augmenter son niveau d'émission**.

En UMTS, la taille d'une cellule dépend aussi du service utilisé : la cellule sera plus petite pour les forts débits que pour les faibles débits.

Le rayon de cellule varie avec le facteur d'étalement (code de canalisation)

Respiration cellulaire : cell breathing

- Quand la charge augmente, l'interférence augmente
 - Besoin d'augmenter le niveau de puissance du signal reçu pour atteindre :

$$\frac{E_b}{N_o} > \frac{E_b}{N_o} \text{ Cible}$$

- Diminution des pertes de trajet maximum:
- La taille d'une cellule CDMA est dynamique: **respiration cellulaire**

Nouvelles règles de design
**Capacité, Qualité et
Couverture sont liées**

2. Cahier des charges UTRA

- Support radio d'accès
- Radio Access Bearers
- Gestion de la ressource radio

Cahier des charges de l'UTRA

- Des débits élevés
 - Services temps réel (« circuit ») et non temps réel (« paquets »)
 - Différentes qualité de service : $10^{-9} < \text{TEB} < 10^{-3}$
 - Services asymétriques
 - Plusieurs services par utilisateurs

Services Standardisés

Services	Speech	LCD	UDD
Throughput (Kbps)	12,2	64/128/384	64/128/384
Failure constraint	BLR (%)	BLR (%)	DELAY (s)
Error Tolerance	BE = 10^{-3}	BE = 10^{-6}	BLER = 10^{-2}
	Circuit		Paquet

LCD: Long Constrained Delay data

Habituellement associé à des services données en mode commutation de circuit : LCD64, LCD128, LCD384

UDD: Unconstrained Delay Data

Habituellement associé à des services données en mode commutation de paquet : UDD64, UDD128, UDD384

Les Fonctions de l'UTRA

- L'UTRA fournit le Radio Bearer avec une Qualité de service (QoS) donnée :

Un contrat sur la QoS est négocié au moment de l'établissement du Radio Bearer :

- Débit bit
- Délai
- Taux d'erreur (BER)

L'UTRA contrôle la Q.o.S du Radio Bearer

L'UTRA gère la Ressource Radio de façon optimal :

- Gestion Dynamique de la Ressource Radio (RRC)
- Gestion de l'écoulement du trafic (variation du débit bit source) (MAC)

3. Architecture en couche de protocole de l'UTRA

Rappel : Les couches ISO

En 1978 l'International Standards Organisation a créé un modèle pour permettre des échanges de données « transparents » entre les différents systèmes et fournisseurs définissant 7 couches (Layer)

Couche 7 : Application

Couche 6 : Présentation

Couche 5 : Session

Couche 4 : Transport

Couche 3 : Réseau

Couche 2 : Liaison Data

Couche 1 : Physique

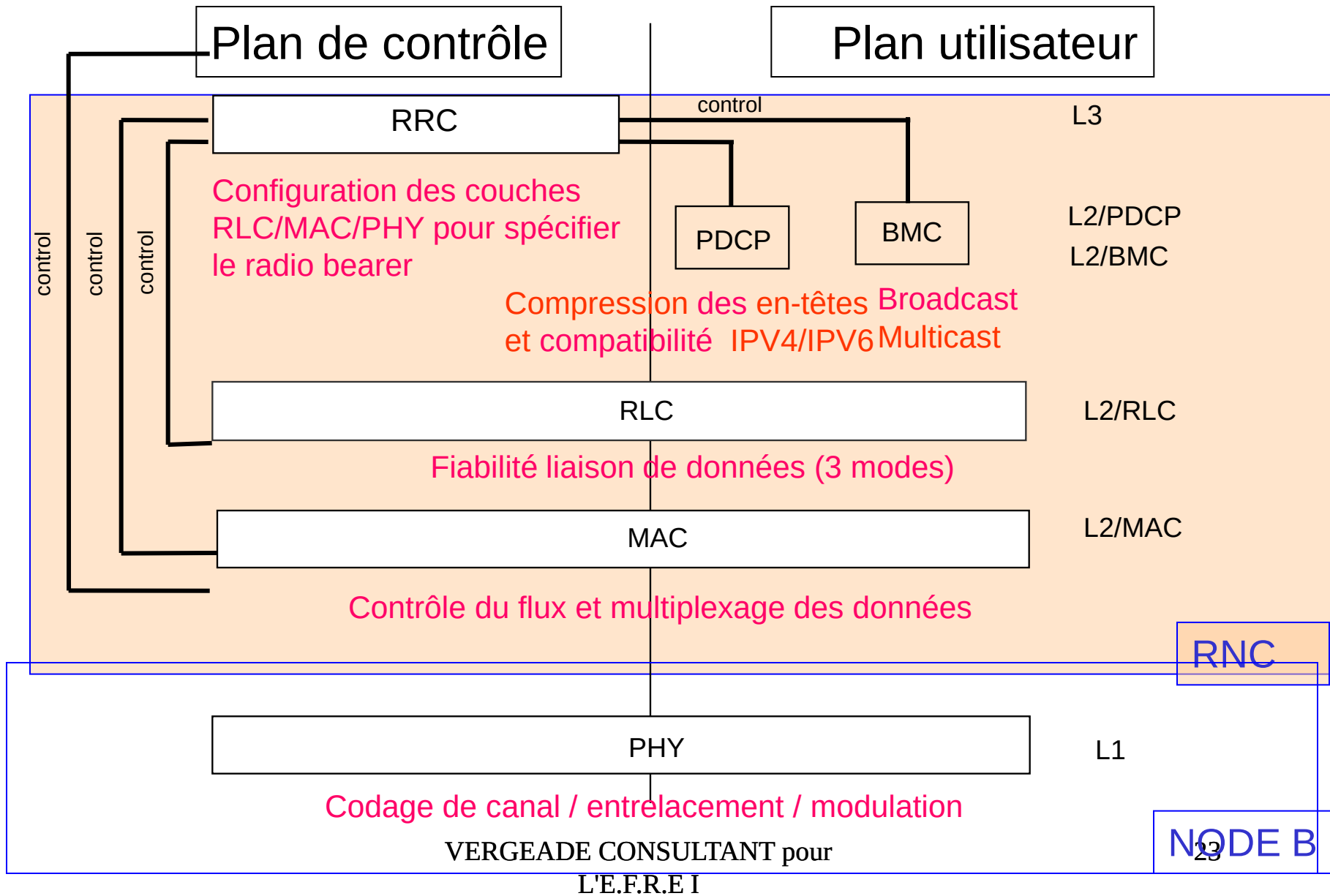
Rappel : Les couches ISO

1.Définition de service: établit les fonctions que chaque couche doit contenir et quels services la couche offre à l'utilisateur ou aux couches immédiatement contigues

2.Définition du protocole : spécifie comment les fonctions dans la couche d'un système travaillent avec les fonctions correspondantes d'un autre système

Avantage : Un protocole d'une couche peut être changé sans affecter les autres couches & la réalisation d'une fonction dans une couche est donc libre.

Les couches de protocoles sur l'UTRA



Les protocoles sur l'interface Radio

RRC (Radio Resource Control)

- Uniquement dans le plan de contrôle
- Établissement / reconfiguration / relâchement du Radio Bearer

RLC (Radio Link Control)

- 3 modes: Transparent / Non-Acquitté/Acquitté
- Assure la fiabilité de la liaison (mécanisme ARQ)

MAC (Medium Access Control)

- Plusieurs modes de configuration
- Gestion des variations de débit

Physique

- Codage de canal / entrelacement
- Étalement / brouillage
- Transmission sur l'interface radio

Radio Bearers

Définit le service support fourni par l'interface radio aux couches supérieures (Non Access Stratum dans le plan usager).

Il est établi sur l'interface radio via les procédures RRC

Ces attributs sont les:

- paramètres RLC
- paramètres MAC
- paramètres de la couche Physique

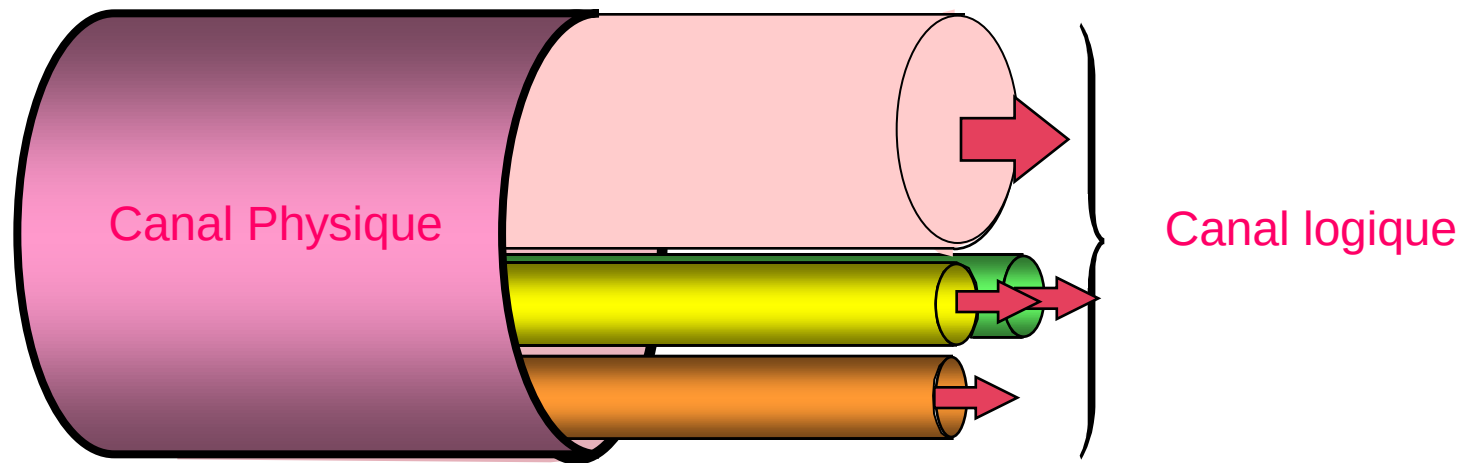
Ils sont sélectionnés en fonction des exigences de l'application (débit, BER, délai)

Les trois types de canaux en UMTS : comparaison avec le GSM

Canaux GSM

Canaux logiques : quel type d'information
2 types: **contrôle et trafic**

Canaux Physiques : véhicule les informations
Fréquence + numéro de Time Slot



Canaux UMTS

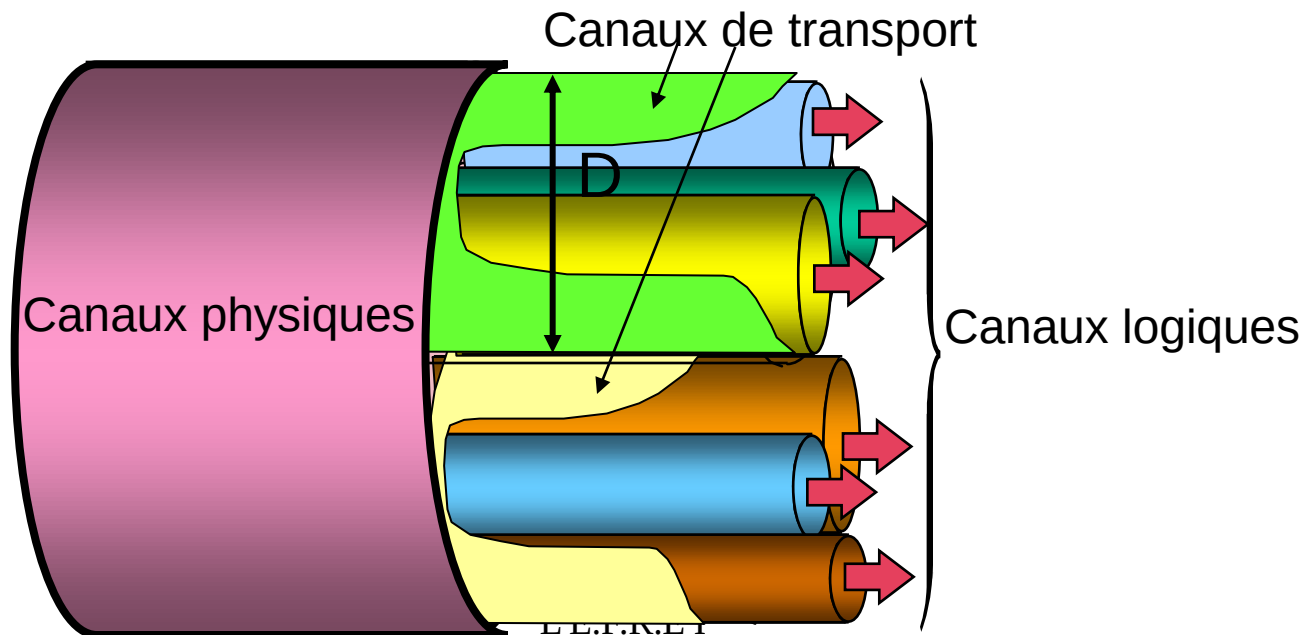
Canaux logiques : quel type d'information

2 types: **contrôle et trafic**

Canaux de transport : caractéristiques de la transmission

Canaux Physiques : véhicule les l'informations

Fréquence + Codes



Canaux UMTS vs Canaux GSM

Les canaux de transport offrent une adaptation dans la gestion de la ressource radio :

Ils permettent une gestion dynamique des variations de volume de trafic sans nécessiter la re-configuration des canaux logiques par la couche de contrôle RRC

Fonctionnalité des canaux

Canaux logiques

- Définissent la nature de l'information transportée
- Deux types : Trafic & Contrôle
- Définissent le service fourni par la couche MAC aux couches supérieures

Canaux de transport

- Définissent comment les données sont transportées sur l'interface radio (utilisation des Transport Formats)
- Deux types : Commun / Partagé & Dédié
- Définissent le service fourni par la couche Physique aux couches supérieures

Canaux Physiques

- Définissent comment les données sont étalées et modulées sur l'interface radio
- Deux types : Commun / Partagé & Dédié
- Transportent un ou plusieurs canaux de transport selon des règles établies
- Utilisent une trame TDMA de 10-ms

Les 4 couches de protocoles de l'UTRA :

-RLC

-MAC

-PHY

-RRC

4: La Couche RLC :

Radio Link Control Layer

3GPP TS 25.322

Les services de la couche RLC

Définition de la Q.o.S

Le protocole de retransmission est configuré par la couche RRC afin de fournir différents niveaux de QoS au Radio Bearers (RB)

Trois modes de transfert des données

- Transparent (Tr M)
- Non Acquitté (Unacknowledged, UM)
- Acquitté (Acknowledged, AM)

Notification en cas d'erreurs non résolubles

La couche RLC signal aux couches supérieures les erreurs qu'elle ne peut pas résoudre elle même.

Établissement et relâchement de la connexion RLC

Les fonctions de la couche RLC

Contrôle de la connexion RLC

Mode de transfert des données (**TrM, UM, AM**)

Correction des erreurs par retransmission (**AM**)

Segmentation (réassemblage) des paquets (PDU) de taille variable
provenant des couches supérieures (inférieures) en en plus petits paquets
RLC Payload Units (PUs)

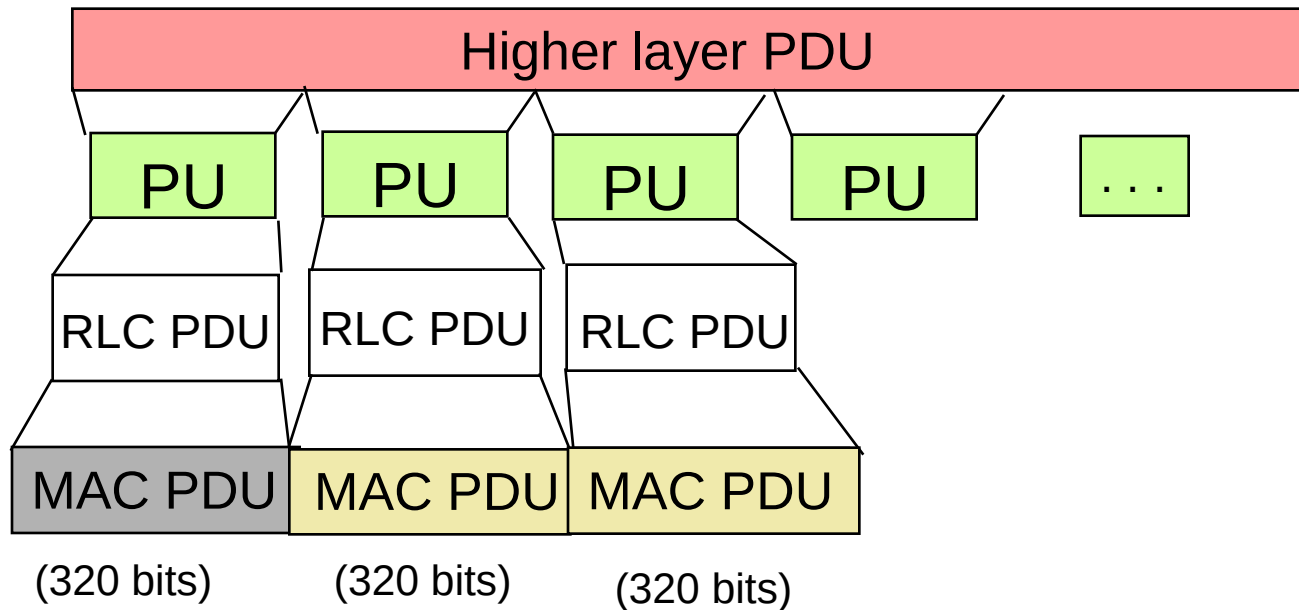
- La taille des RLC-PDU est établie en fonction **du plus petit débit possible (Transport Format)**
- Un RLC-PDU transporte un PU
- Pour les services à débits variables, plusieurs RLC PU doivent être transmis pendant l'intervalle de temps **TTI** (Transmission Time Interval)

Concaténation et bourrage (**AM, UM**)

Chiffrement (**AM, UM**), pour le mode TrM, le chiffrement est réalisé au niveau de la couche MAC

Détection des duplicatas: la couche RLC du récepteur s'assure que le PDU est délivré une seule fois à la couche supérieure

Segmentation dans la couche RLC



La taille des RLC-PDU est établie en fonction du plus petit débit possible (Transport Format)

Les Canaux logiques (6) :

-de contrôle (CCH) : BCCH, PCCH, CCCH, DCCH

-de trafic (TCH) : DTCH, CTCH

Les Canaux logiques de contrôles

Broadcast Control Channel (BCCH)

Canal descendant pour la diffusion des informations système de contrôle

Paging Control Channel (PCCH)

Canal descendant pour le transfert d'informations de paging au mobile (UE)

Common Control Channel (CCCH)

Canal bi-directionnel pour la transmission d'informations de contrôle entre le réseau (CN) et le mobile (UE)

Utilisé par le mobile **n'ayant pas de connexion RRC.**

Dedicated Control Channel (DCCH)

Canal point-à-point, bi-directionnel qui transmet les informations de contrôle dédiées entre le mobile et le réseau (signalisation RRC et MM/CC)

Utilisé par le mobile **ayant une connexion RRC.**

Les Canaux de Trafic (TCH)

Dedicated Traffic Channel (DTCH)

Canal point-à-point bidirectionnel, dédié à un mobile pour le transfert d'informations utilisateur (données, voix)

Common Traffic Channel (CTCH)

Canal point-à-multipoint unidirectionnel pour le transfert d'informations utilisateur dédiées à un groupe de mobiles spécifiques

Les Canaux logiques

Canaux de contrôle (CCH)

Broadcast Control Channel (BCCH)

Paging Control Channel (PCCH)

Common Control Channel (CCCH)

Dedicated Control Channel (DCCH)

Canaux de trafic (TCH)

Dedicated Traffic Channel (DTCH)

Common Traffic Channel (CTCH)

VERGEADE CONSULTANT pour
L'E.F.R.E I



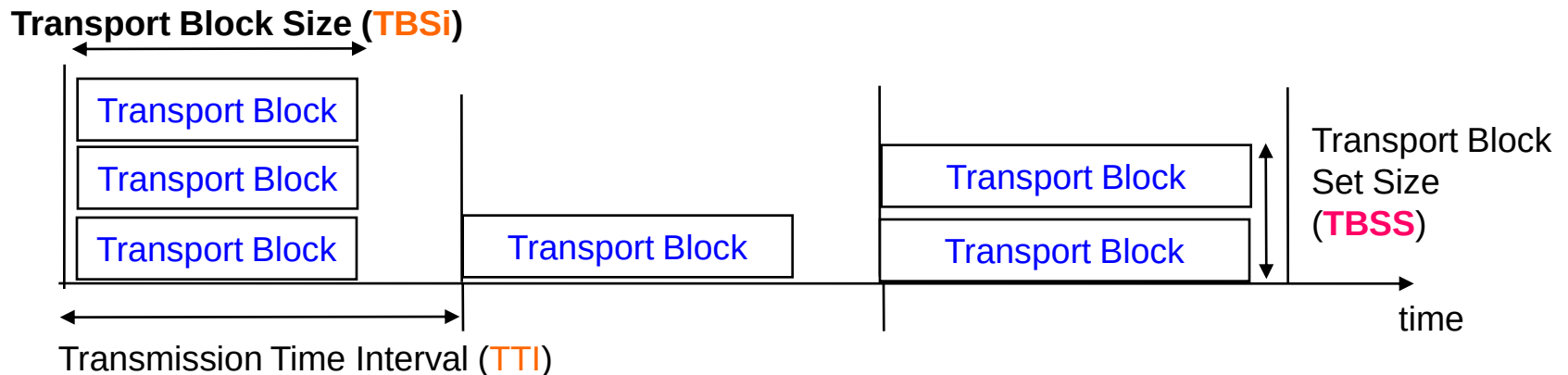
5:La Couche MAC

Medium Access Control

3GPP TS 25.321

Définition des canaux de transport

- Canaux de transport : définissent le **format** et **comment** l'information est transmise sur l'interface radio
- De façon à gérer le flux de données sur l'interface radio, l'information est segmentée en **blocks de transport**

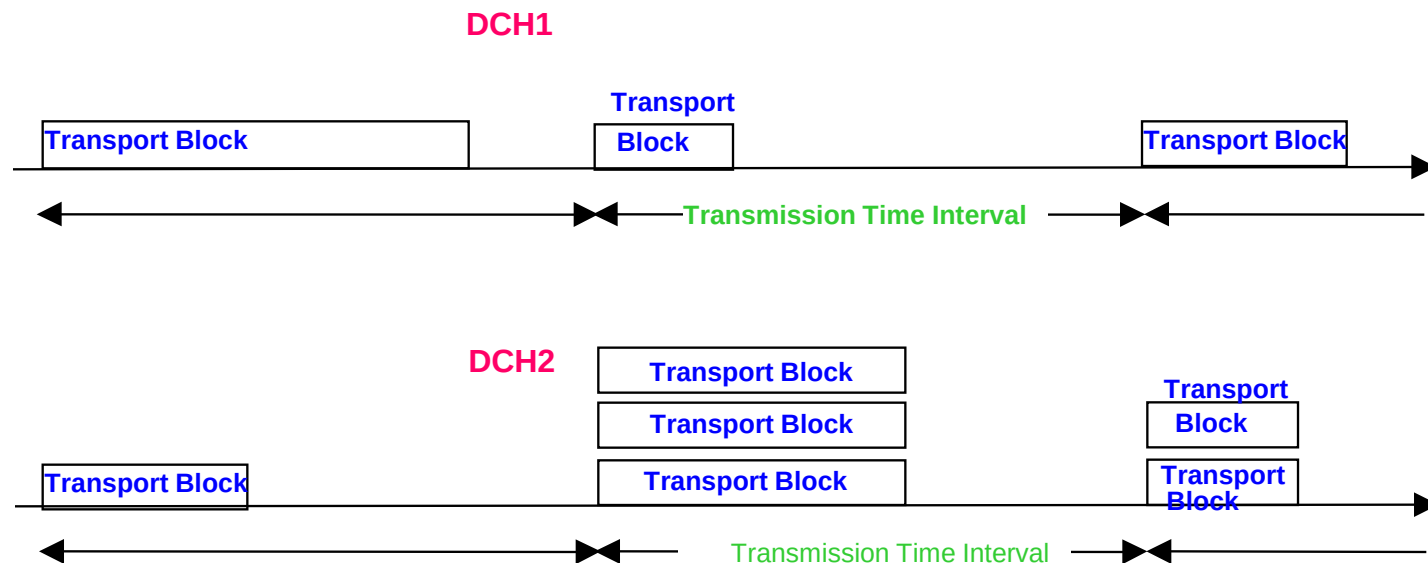


A chaque canal de transport, l'UTRAN associe une liste d'attributs appelée **TFS** (Transport Format Set).

Le Format de Transport (Transport Format, TF) est défini par: TBSi, TTI, etc...

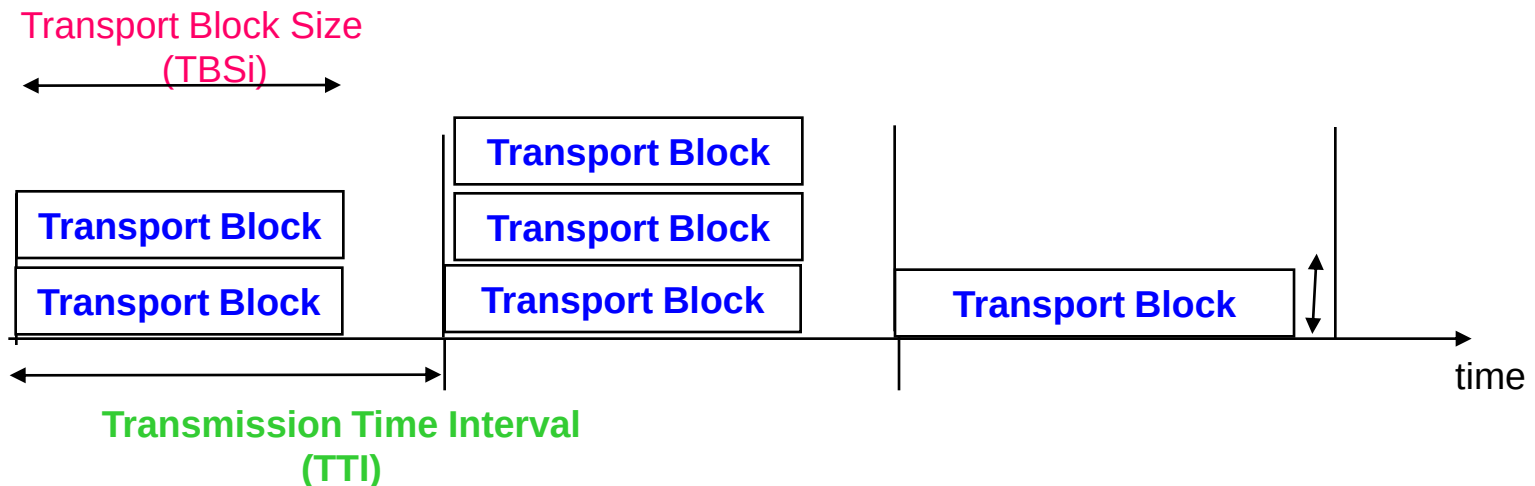
Le Transport Block (TB)

- Le **TB** est l'unité de base échangée entre les couches **L1** et **MAC**, c'est l'unité de base traitée par L1
- Le **TB** est transporté par **l'interface air** après quelques étapes de traitements (CRC, Channel Coding, interleaving, ..., spreading, modulation)



Le Transport Block (TB)

- Unité de base constituant le canal de transport
- **Transmission Time Interval (TTI):** 10, 20, 40, 80 ms
- Débit transmis variable
 - Le nombre de transport blocks par TTI peut varier dans le temps
 - La taille des transport blocks peut varier dans le temps



Les paramètres du Transport Block (TB)

Transport Block Set :

Le nombre de Transport Blocks qui sont échangés entre les couches L1 et MAC utilisant le même canal de transport pendant le Transmission Time Interval

Transport Block Size:

Nombre de bits dans un Transport Block

Tous les transport blocks dans un Transport Block Set ont la même taille

Transport Block Set Size:

Nombre de bits dans un Transport Block Set

Transmission Time Interval

Intervalle de temps de transmission des Transport Block Sets. La couche MAC délivre un Transport Block Set à la couche L1 tous les TTI

Le TTI est un multiple de la période d'entrelacement minimum (10 ms)

Le Transport Format (TF)

Le Transport Format est constitué de 2 types d'attributs : une **partie dynamique modifiable instantanément** par la couche MAC et une partie **semi-statique** nécessitant la **reconfiguration** par la couche RRC.

Attributs de la partie dynamique:

- Transport Block Size
- Transport Block Set Size

Attributs de la partie Semi-statique:

- Transmission Time Interval
- Type de codage canal (convolutionnel, turbo coding)
- Taux de codage rate (1/2, 1/3)
- Adaptation de débit
- Taille des CRC (0, 8, 12, 16, 24)

Le Transport Format Set (TFS)

C'est l'ensemble de Transport Format associé à un canal de transport

La partie Semi-statique reste la même pour un TFS donné

La partie dynamique peut être modifiée à chaque TTI :

Changement de Transport Block Set Size seulement

Changement de Transport Block Size et de Transport Block Set Size

Gestion des variations de trafic : choix du Transport Format

- La couche **RRC** alloue un **Transport Format Set** à un canal de transport lors de la connexion RRC
Établissement :
 - Dans le sens descendant (RNC)
 - Dans le sens montant (Ue)
- La couche **MAC** sélectionne un **Transport Format** dans le TFS alloué à chaque intervalle de temps TTI ➔ **Gestion des variations de débit**
 - Dans le sens descendant (**RNC**)
 - Dans le sens montant (**UE**)

Les Canaux de Transport :

Les Canaux de Transport

Les canaux de transport présentent deux caractéristiques différentes:

- partie **semi-statique** (protection d'erreur, taux de codage, ...)
- partie **dynamique** (taille des blocs, ...)

Deux types de canaux de transport

Common Transport Channels:

Dans ce cas il y a nécessité de spécifier dans le message l'identité des mobiles destinataires (inband identification)

Dedicated Transport Channels:

Les mobiles sont identifiés par le canal physique (codes et fréquence)

Les Canaux de Transport Dédiés

- Dedicated Channel (**DCH**)
 - montant ou descendant
 - transporte des données utilisateur ou de signalisation
 - possibilité d'utiliser des antennes à formations de faisceaux (antennes adaptatives)
 - possibilité de changer de débit rapidement (tous les 10 ms)
 - peut être porté par plusieurs canaux physiques pour des très hauts débits

Les Canaux de Transport Communs (1)

- **Broadcast Channel (BCH)**
 - descendant
 - utilisé pour la diffusion des informations systèmes
 - transmis à débit fixe
 - toujours transmis dans toute la cellule
- **Paging Channel (PCH)**
 - descendant
 - utilisé pour transporter de la signalisation vers un mobile lorsque sa position n'est pas connue au niveau cellule
 - toujours transmis dans toute la cellule

Les Canaux de Transport Communs (2)

- **Forward Access Channel (FACH)**
 - descendant
 - utilisé pour transporter de la signalisation vers un mobile lorsque sa position est connue au niveau de la cellule
 - peut aussi transporter des paquets courts
 - possibilité d'utiliser des antennes à formations de faisceaux (antennes adaptatives)

Les Canaux de Transport Communs (3)

- **Random Access Channel (RACH)**
 - montant
 - utilisé pour transporter la signalisation pour une demande d'accès au réseau
 - peut aussi transporter des paquets courts
 - canal d'accès partagé entre plusieurs mobiles pouvant générer des collisions

Les Canaux de Transport Communs (4)

- **Common Packet Channel (CPCH)**
 - montant
 - utilisé par le mobile pour transmettre des longs paquets et de la signalisation
- **Downlink Shared Channel (DSCH)**
 - descendant
 - partagé entre plusieurs mobiles pour la transmission de longs paquets et de signalisation
 - toujours associé à un DCH
 - la signalisation de couche 1 sur le DCH indique au mobile s'il doit écouter le DSCH ou pas

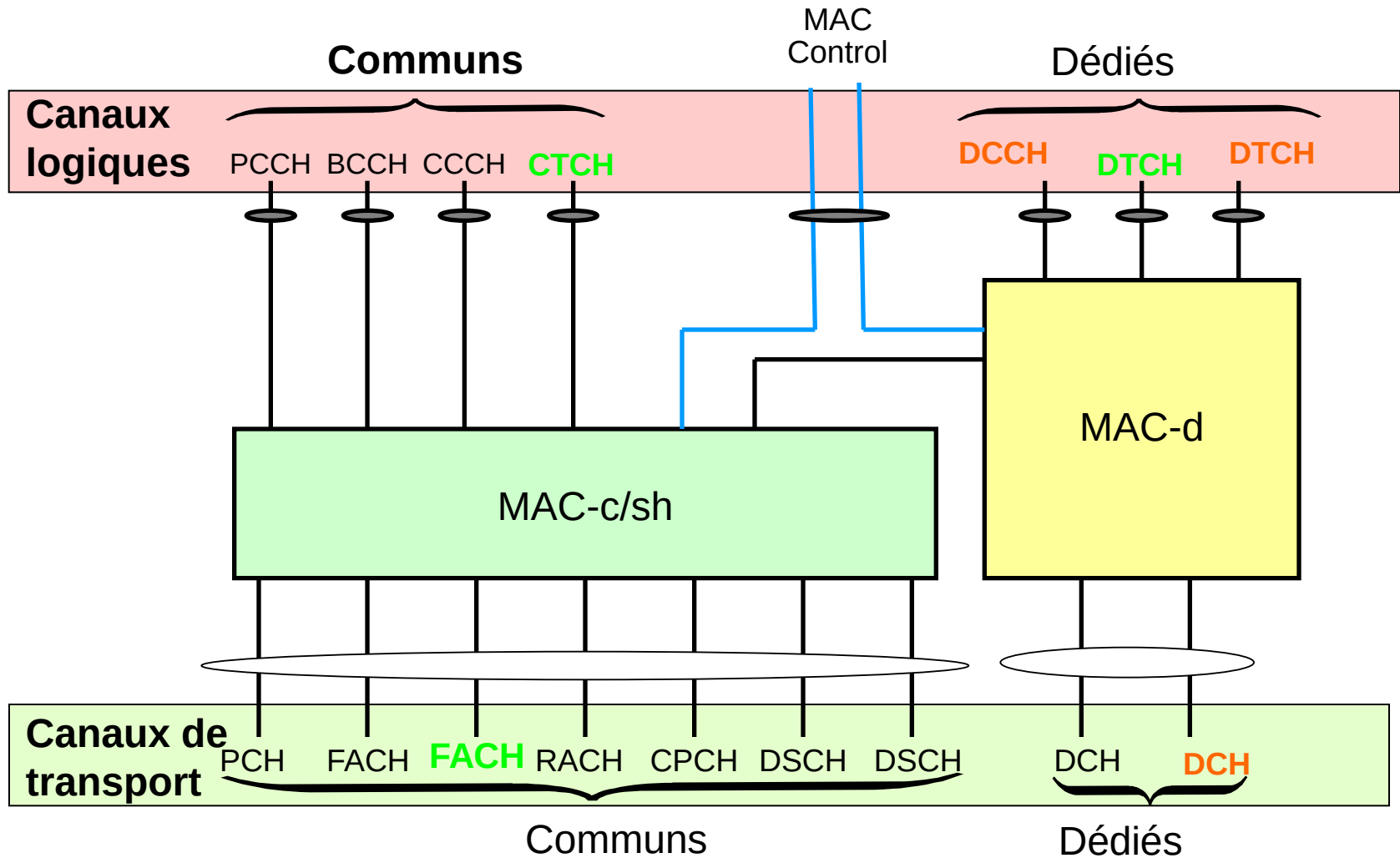
Les Fonctions de la couche M.A.C (1)

- **Multiplexage des données sur les canaux de transport**
 - Correspondance entre canaux logiques et canaux de transports , multiplexage des données sur les canaux de transports
 - Multiplexage de canaux logiques de différents usager (CTCH, DTCH) sur un canal commun de transport (FACH)
 - Multiplexage de canaux logiques d'un usager donné sur un canal de transport dédié (DCH)
 - Identification des mobiles sur les canaux de transports communs (basé sur allocation d'un RNTI)
 - Établissement de priorité entre les canaux de transport (dans le cas du multiplexage des canaux de transports par la couche L1)
- **Chiffrement**
 - Si le chiffrement n'est pas réalisé par RLC, alors il sera réalisé dans la couche MAC (RLC Transparent Mode)

Les Fonctions de la couche M.A.C (2)

- **Choix du canal de transport**
 - Gestion de la priorité des mobiles par ordonnancement dynamique des paquets
 - Commutation d'un canal de transport à un autre (décision prise par RRC)
- **Gestion des variations de débit**
 - Sélection des paramètres dynamiques du canal de transport (Transport Format TF)
 - Gestion des priorités entre les différents canaux d'un mobile (canaux bas débit et canaux haut débit)
 - Rapport sur le volume de trafic (état du buffer RLC) à la couche RRC

L 'Architecture de la couche M.A.C



Services fournies par la couche MAC

- Transfert de données

Permet le transfert non acquitté de paquets MAC SDUs sans segmentation entre les deux couches MAC de l'UE et l'UTRAN.

- Ré-allocation des ressources radios et des paramètres MAC

Service réalisé sur demande de la couche RRC: réallocation des ressources radio et changement des paramètres MAC (TFS, type de canal de transport)

- Rapport de mesures

Des mesures locales telles que volume de trafic, qualité, statut de la couche MAC ... sont rapportées à la couche RRC

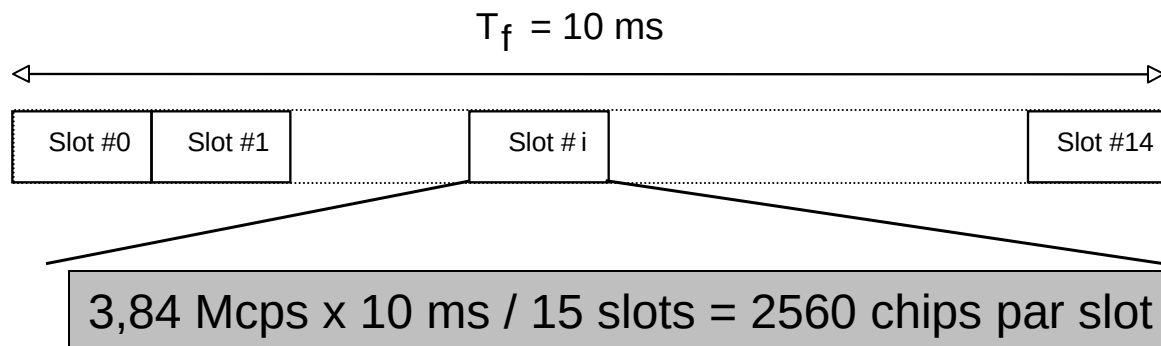
6:La Couche Physique :

Les Fonctions de la couche Physique

- Macro diversité distribution/combinaison et **exécution** du soft handover
- Détection des erreurs sur les canaux de transport et indication aux couches supérieures
- Codage/décodage et entrelacement/desentrelacement des canaux de transport
- Multiplexage des canaux de transport et démultiplexage des Coded Composite Transport Channel (CCTrCH)
- Allocation de canaux physiques au CCTrCH
- Pondération en puissance des canaux physiques
- Modulation/démodulation et étalement/désétalement des canaux physiques
- Synchronisation en fréquence et en temps
- Mesures et indication aux couches supérieures (FER, SIR, interférence, etc.)
- Contrôle de puissance en boucle fermée (Closed-loop power control)
- Traitement RF

Structure de la Trame sur l'Interface Radio

1 Trame = 15 Time Slot

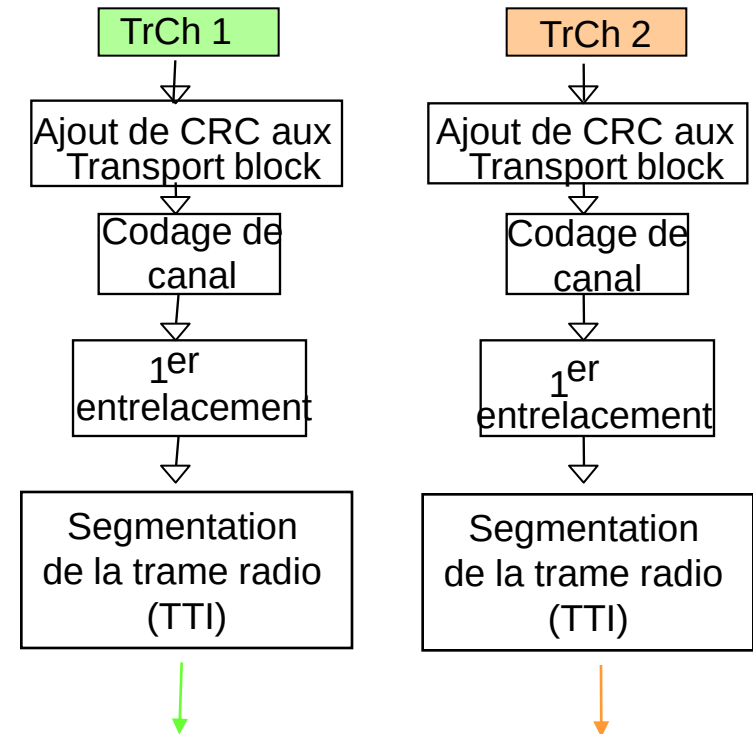


SF x Bit Rate = 3.84Mcps

Traitement réalisées par la couche Physique

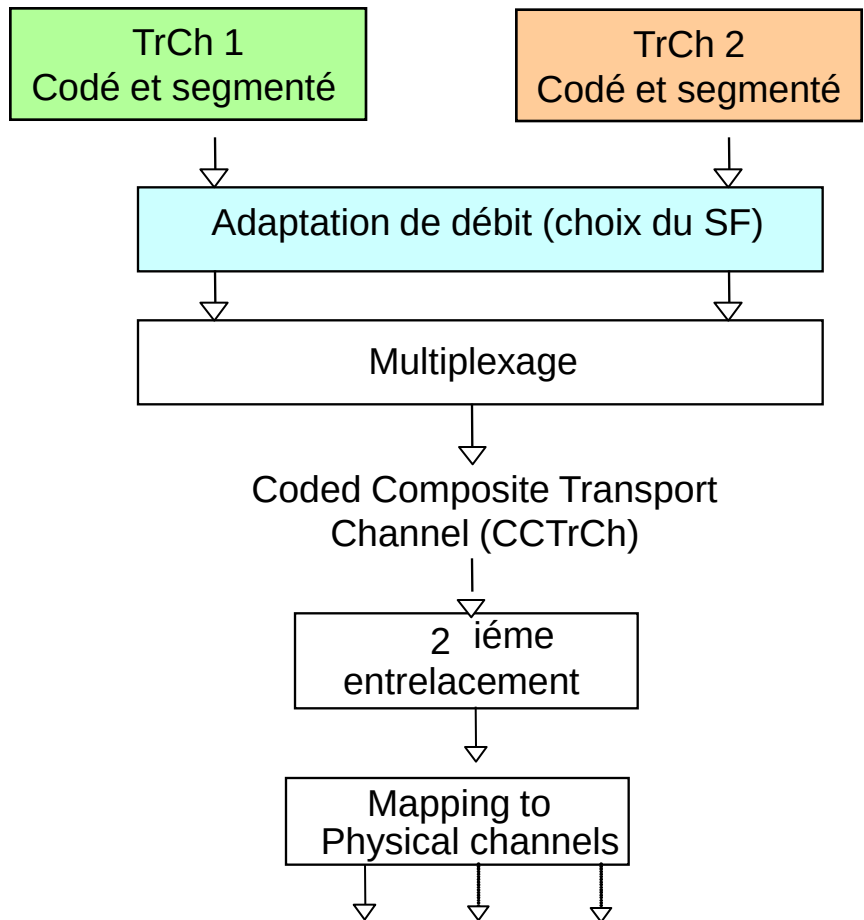
- Détection d'erreurs, addition de CRC (Cyclic Redundancy Check). Calculé et ajouté à chaque Transport Block
- Codage de canal
 - codage convolutionnel ($R=1/2$, $R=1/3$)
 - codage turbo ($R=1/3$)
- Entrelacement
 - Entrelacement des blocks sur l'intervalle TTI

Sens descendant



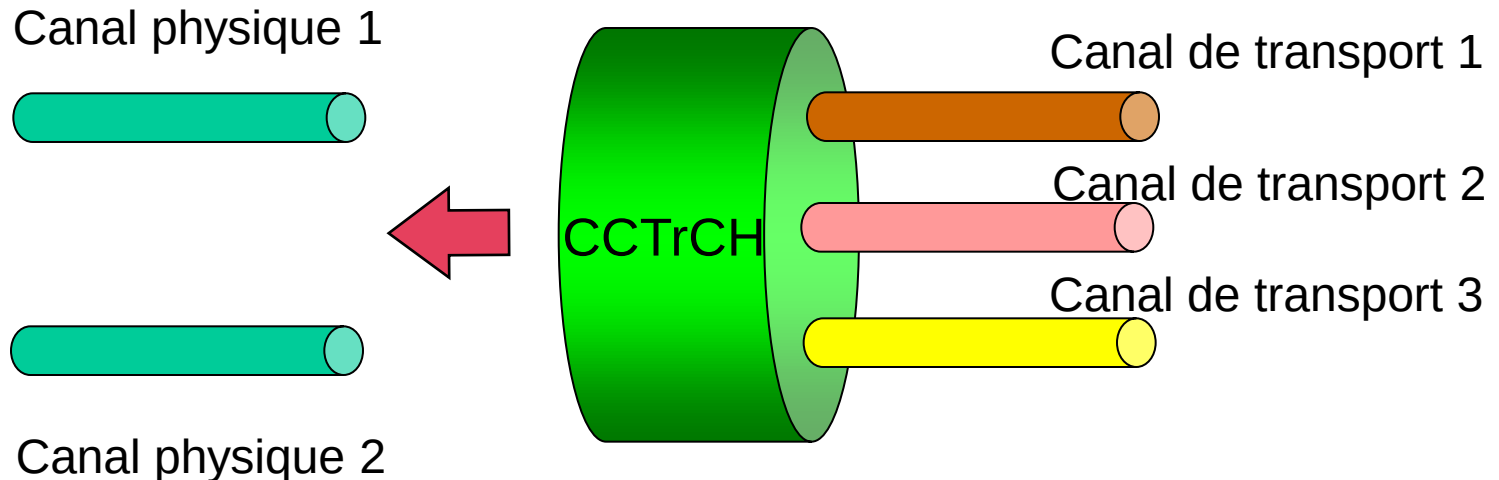
Traitement réalisées par la couche Physique

- Chaque canal de transport peut avoir différents TTI, codage de canal, etc...
- Adaptation de débit (rate matching)
 - Adapte le débit au débit imposé par le canal physique
 - Répétition ou puncturing
- Entrelacement
 - Entrelacement sur une trame (10 ms)



Les CCTrCH

Un canal physique peut porter différents canaux de transport et un canal de transport peut être porté par deux canaux physiques différents



CCTrCH: Coded Composite Transport Channel
Multiplexage de différents Transport Channel peut être porté
par les canaux physiques 1 et 2

Permet d'économiser des codes

Règles de construction des CCTrCH

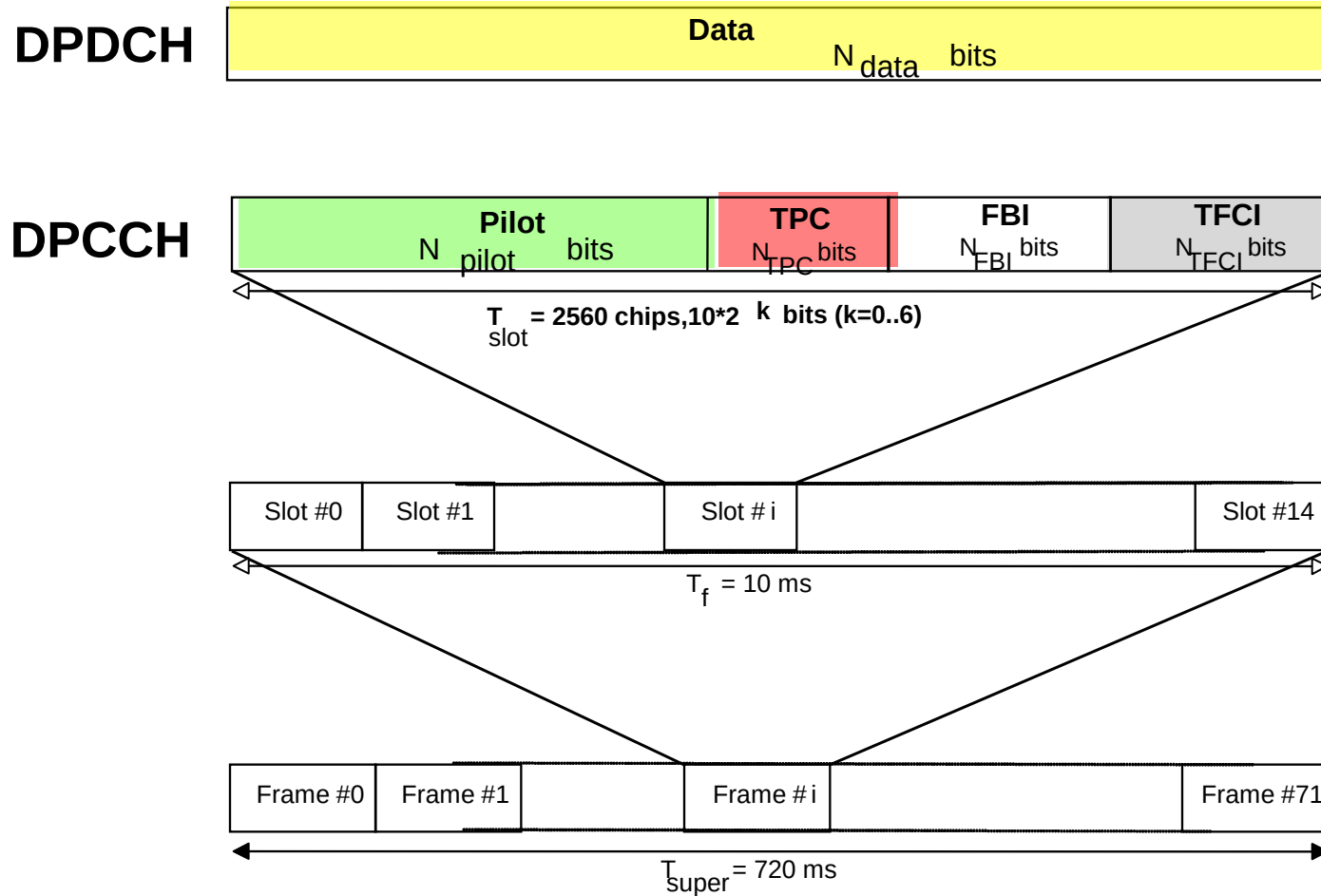
- Différents CCTrCHs ne peuvent être portés par le même canal physique
- Les canaux de **transport dédiés et communs** ne peuvent être multiplexés dans le même CCTrCH
- Un CCTrCH peut être porté par un ou plusieurs canaux physiques
- Dans le cas des canaux communs seules le **FACH** et le **PCH** peuvent être multiplexés sur le même CCTrCH
- Dans le sens montant, un maximum de **1 CCTrCH est autorisé pour chaque mobile**
- Dans le sens montant, un maximum de **1 CCTrCH est autorisé pour chaque mobile**

Les Canaux Physiques : le transport de l'information

Les Canaux physiques montants dédiés

- **Uplink Dedicated Physical Data Channel (DPDCH)**
 - utilisé pour transporter des données utilisateurs générées par une couche supérieure, i.e le DCH
 - il peut y avoir 0, 1 ou plusieurs DPDCH pour chaque connexion de niveau 1
- **Uplink Dedicated Physical Control Channel (DPCCH)**
 - utilisé pour transporter de la signalisation de niveau 1
 - pilote utilisé pour estimation du canal et détection cohérente
 - contrôle de puissance: transmit power control (TPC)
 - feedback information (FBI), diversité de transmission
 - un optionnel transport-format combination indicator (TFCI)
 - il y a **1 et 1 seul DPCCH** pour chaque connexion de niveau 1

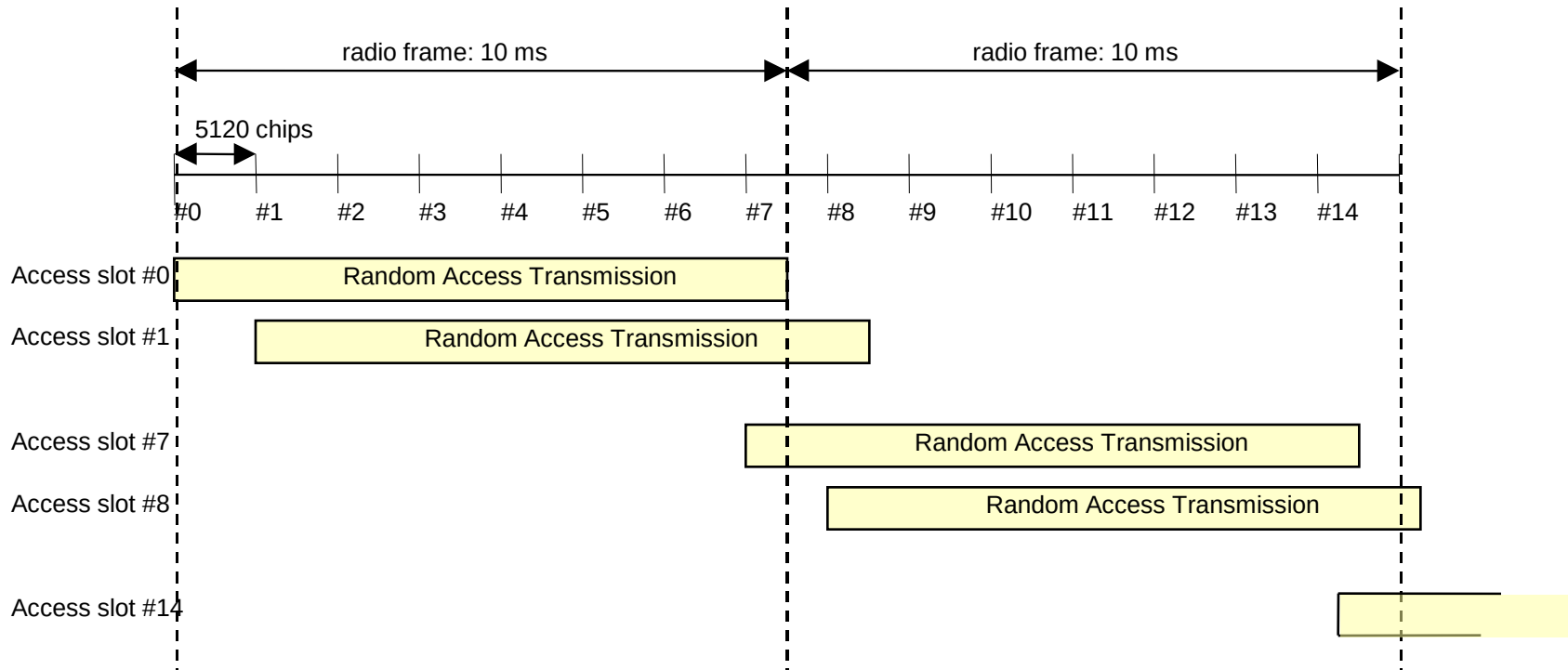
Structure de la Trame DPDCH/DPCCH



Les Canaux physiques montants communs

- **Physical Random Access Channel (PRACH)**
 - utilisé pour transporter le RACH
 - transmission des demandes d'accès aléatoire basé sur l'approche ALOHA Slotté

Numéros des slots d'accès RACH et leurs espacements:



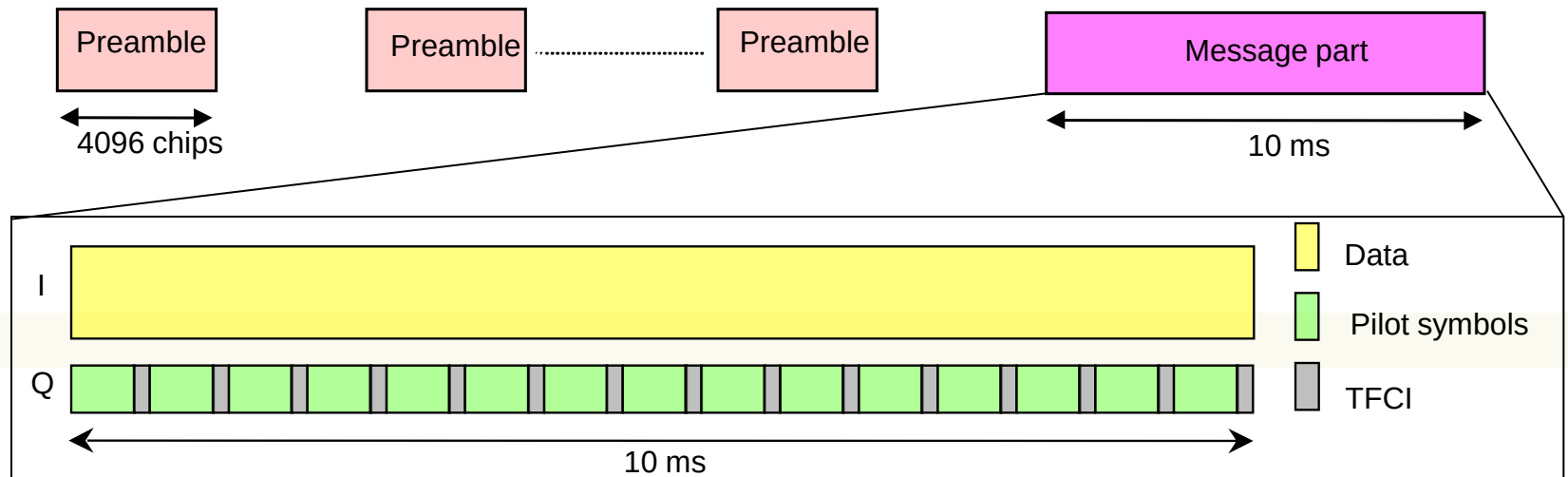
Structure du PRACH

- **Préambule RACH**

- Détection du préambule,
- Le préambule est une des 16 signatures possibles de longueur 16 symboles,
- Le préambule est étalé avec un code orthogonal de longueur 256.

- **Message RACH**

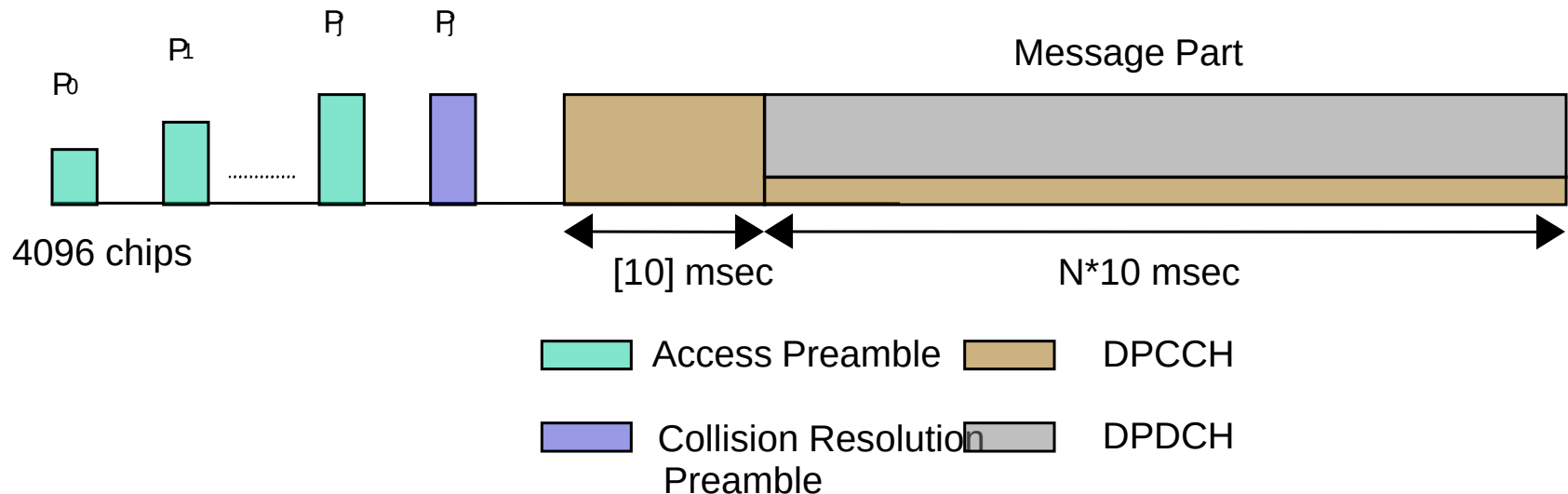
- utilisé pour la demande de connexion (demande d'établissement de canal dédié)
- utilisé pour la transmission de paquets courts



Les Canaux physiques montants communs

- **Physical Common Packet Channel (PCPCH)**

- Utilisé pour transporter le CPCH (paquets longs)
- Utilisé pour porter les données provenant de plusieurs usagers



Les Canaux physiques montants communs

Canaux communs

Physical Random Access Channel (**PRACH**)



Physical Common Packet Channel (**PCPCH**)



Canaux dédiés

Dedicated Physical Data Channel (**DPDCH**)



Dedicated Physical Control Channel (**DPCCH**)



Les 7 Canaux physiques descendants communs (1)

Synchronization Channel (SCH)

- Utilisé dans la procédure de sélection de cellule. Il y a un SCH primaire (P-SCH) et un SCH secondaire (S-SCH).

Common Pilot Control Channel (CPICH)

- Utilisé pour permettre au mobile de recevoir une bonne communication avec le réseau. C'est la référence de phase.
- Utilisé pour la resélection de cellule ($E_c/I_0 > \text{Seuil}$) et l'algorithme de Handover.

Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH)

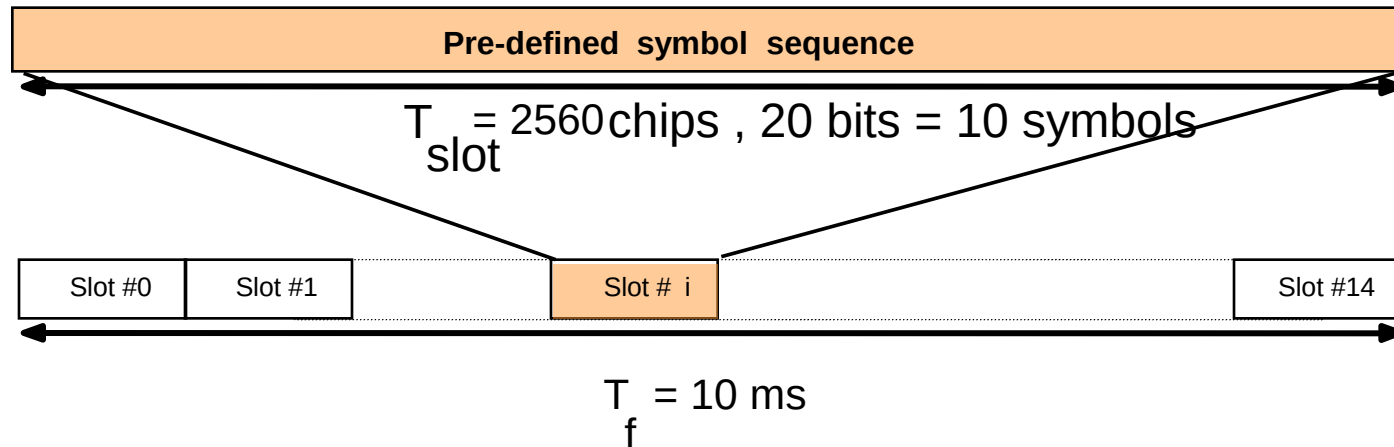
- Utilisé pour porter le BCH (contenant les informations système)
Débit fixé à 30 kbps, SF = 256

Secondary Common Control Physical Channel (S-CCPCH)

- Utilisé pour porter le FACH et le PCH,
- Le débit peut être différent pour différents CCPCH d'une même cellule et d'une cellule à l'autre

Les 7 Canaux physiques descendants communs (2)

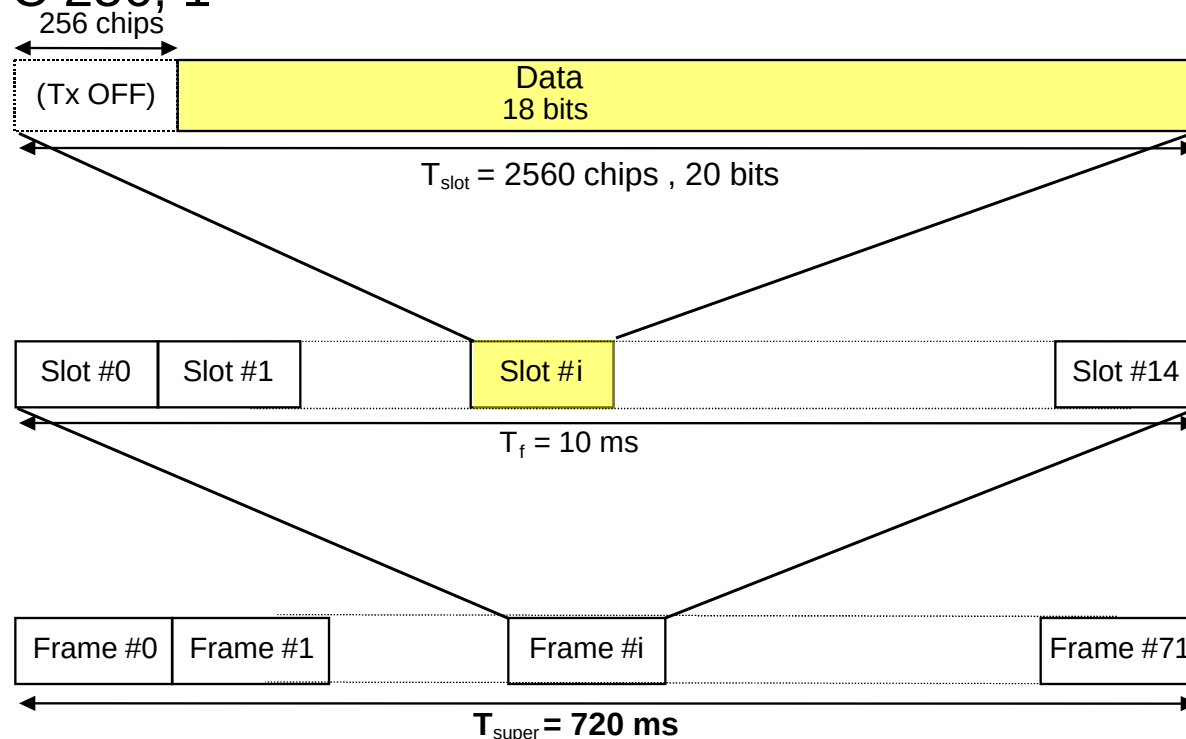
- **Common Pilot Channel (CPICH)**
 - débit fixe: 30 kbps, SF = 256
 - référence de phase pour le réseau
 - porte une séquence de symboles prédéfinis (que des 1 ou que des 0)
 - code $C_{256,0}$



Les 7 Canaux physiques descendants communs (3)

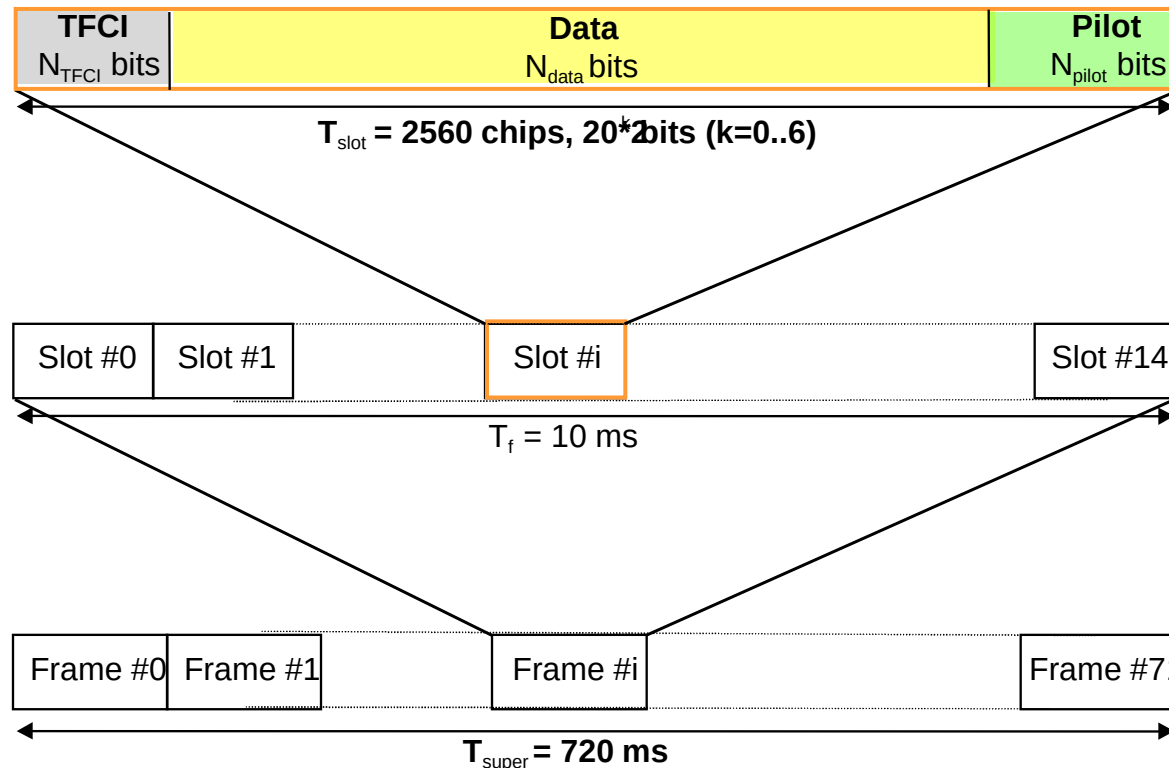
- **Primary Common Control Physical Channel (P-CCPCH)**

- Débit fixe: 30 kbps, SF = 256
- Utilisé pour transporter le BCH
- Code C 256, 1



Les 7 Canaux physiques descendants communs (4)

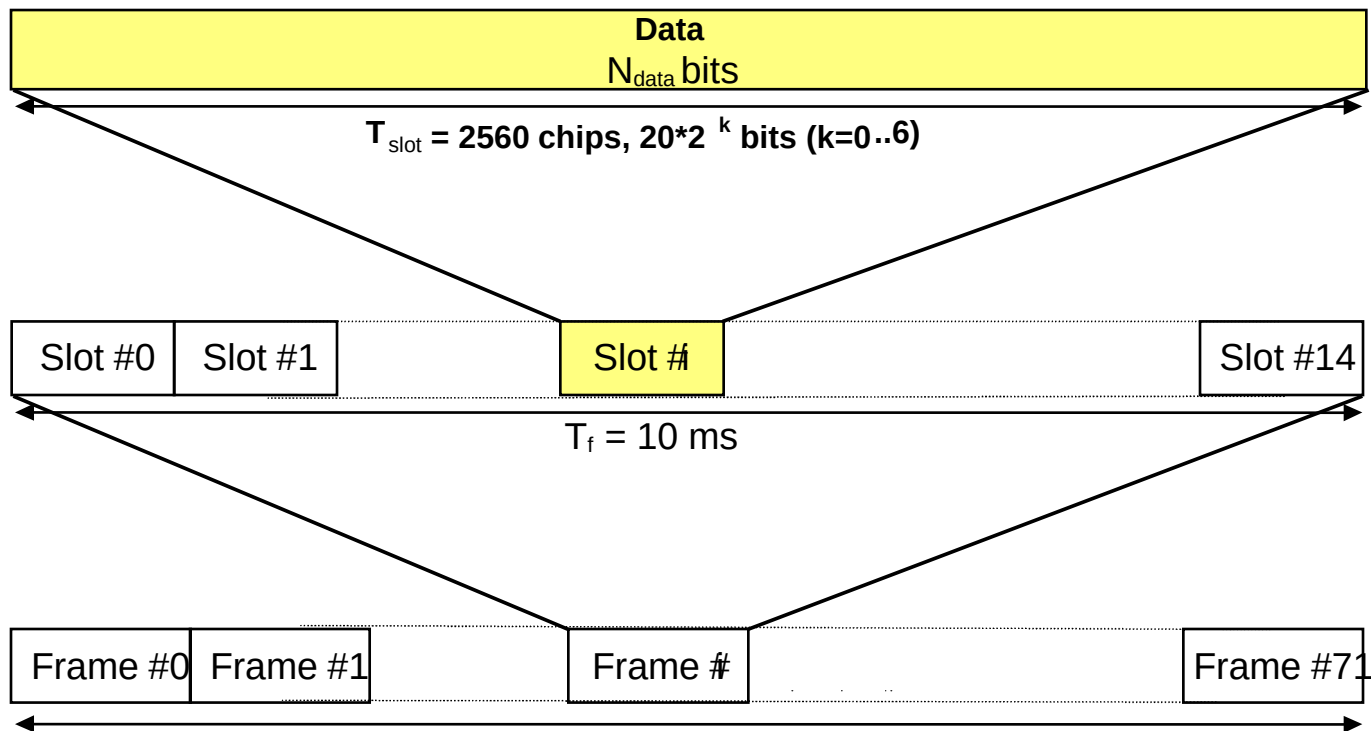
- **Secondary Common Control Physical Channel (S-CCPCH)**
 - Utilisé pour transporter le FACH et le PCH
 - Le débit peut être différent pour différents CCPCH d'une même cellule et d'une cellule à une autre.



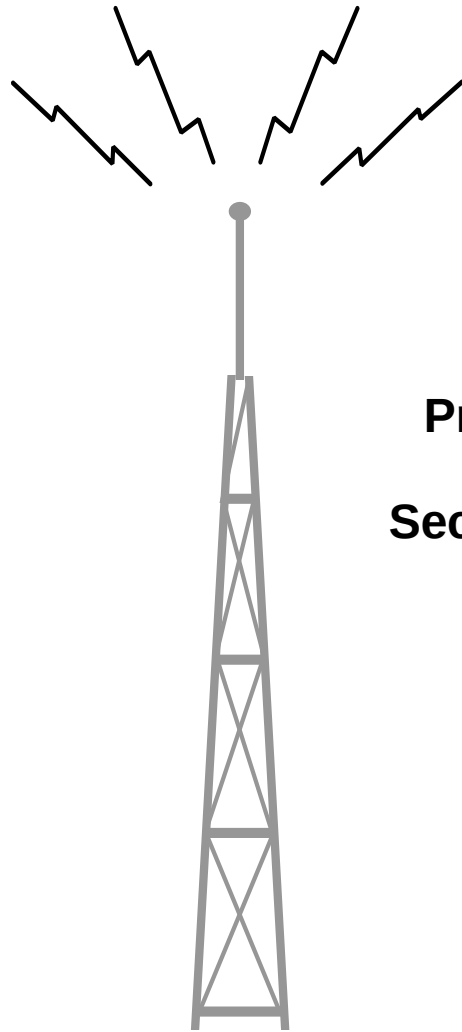
Les 7 Canaux physiques descendants communs (5)

- Physical Downlink Shared Channel (PDSCH)

Utilisé pour transporter la donnée provenant de plusieurs usagers.



Les 7 Canaux physiques descendants communs et 1 canal dédié



Canaux communs

Synchronisation Channel (**SCH**)

Common pilot Channel (**CPICH**)

Primary Common Control Physical Channel (**P-CCPCH**)

Secondary Common Control Physical Channel (**S-CCPCH**)

Physical Downlink Shared Channel (**PDSCH**)

Page Indicator Channel (**PICH**)

Acquisition Indication Channel (**AICH**)



Canal dédié

Downlink Dedicated Physical Channel (**DPCH**)

Les 7 Canaux physiques descendants communs (6)

Acquisition Indication Channel (AICH)

- Utilisé pour informer le mobile que le réseau a bien reçu sa demande d'accès
 - Transporte les Acquisition Indicators (AI)
- AI correspond à la signature i du PRACH ou du PCPCH

Page Indication Channel (PICH)

- Informer le mobile qu'une information de paging est disponible pour lui sur le S-CCPCH
 - débit fixe: $SF = 256$, 30 kbps
 - transporte les Page Indicators (PI)
- toujours associé avec un S-CCPCH sur lequel le canal PCH est porté

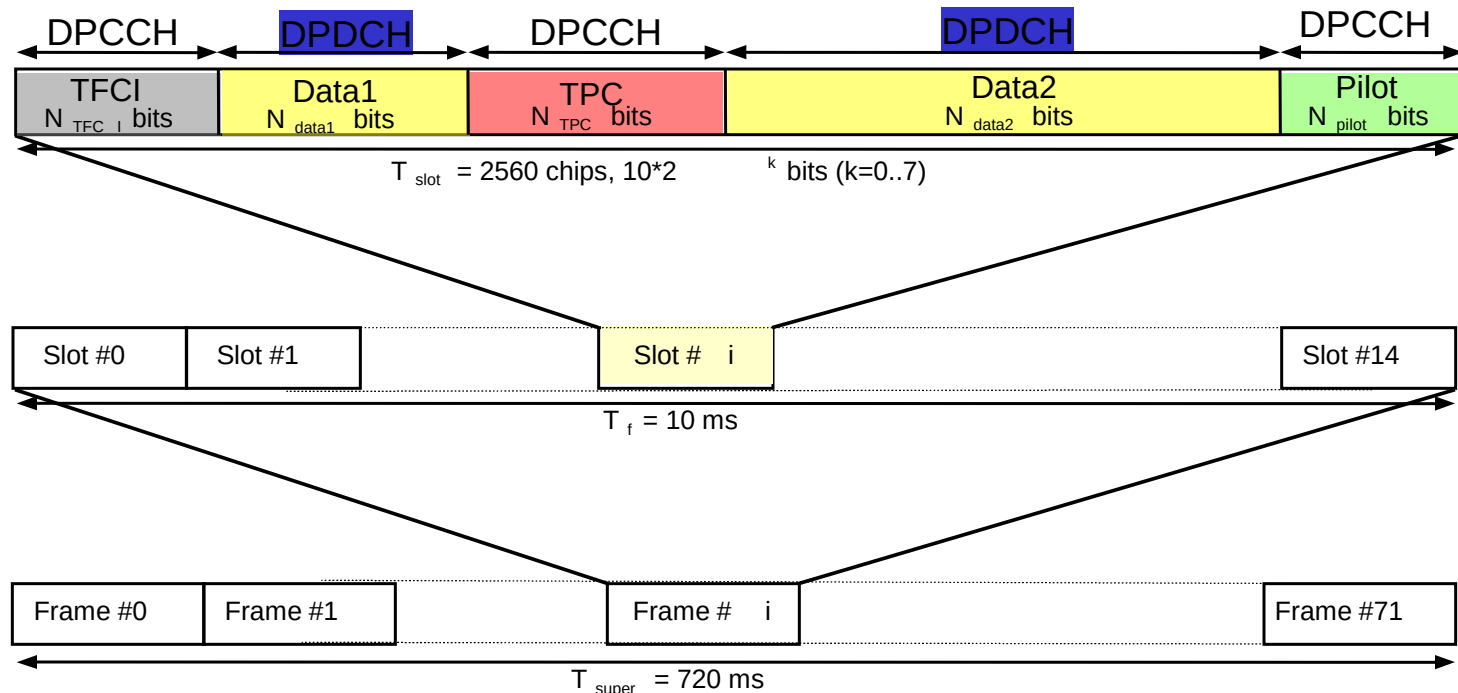
Le Canal Physique Descendants Dédié

- Downlink Dedicated Physical Channel (downlink DPCH)**

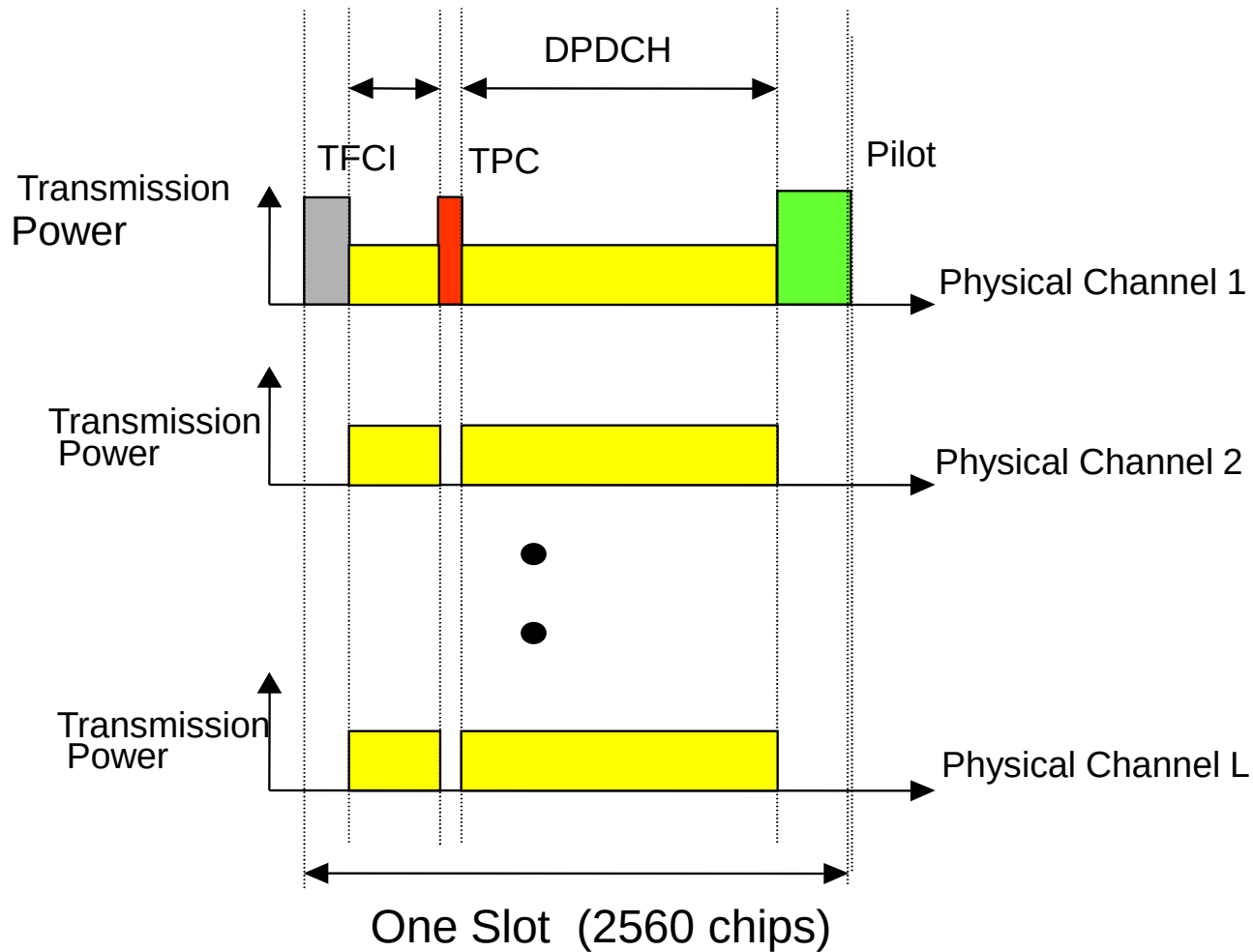
Multiplexage temporelle d'un DPDCH avec un DPCCH

DPDCH: porte la donnée dédiée générée au niveau 2 et plus
(porté par le canal de transport dédié DCH)

DPCCH: porte l'information de control dédié généré au niveau 1
(bit pilot, TPC, TFCI)



Structure du Slot dans le sens descendant en cas de transmission multicodes

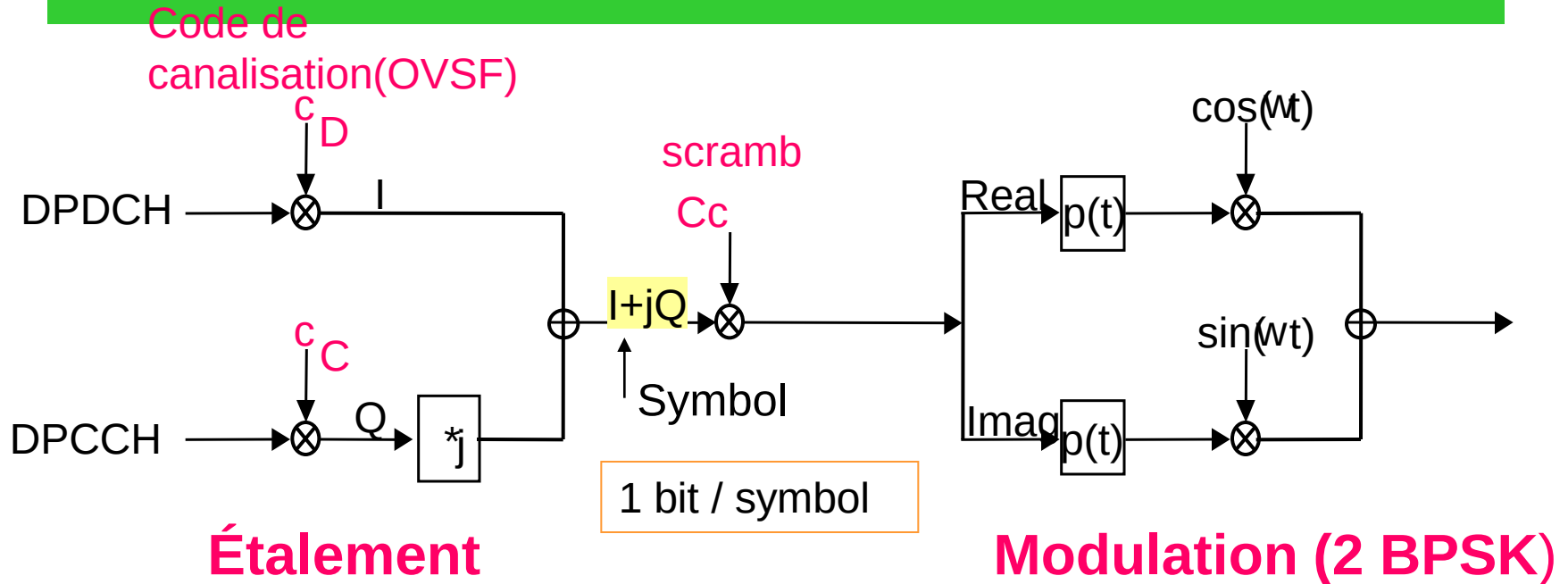


Etalement et modulation

Paramètres Mode FDD

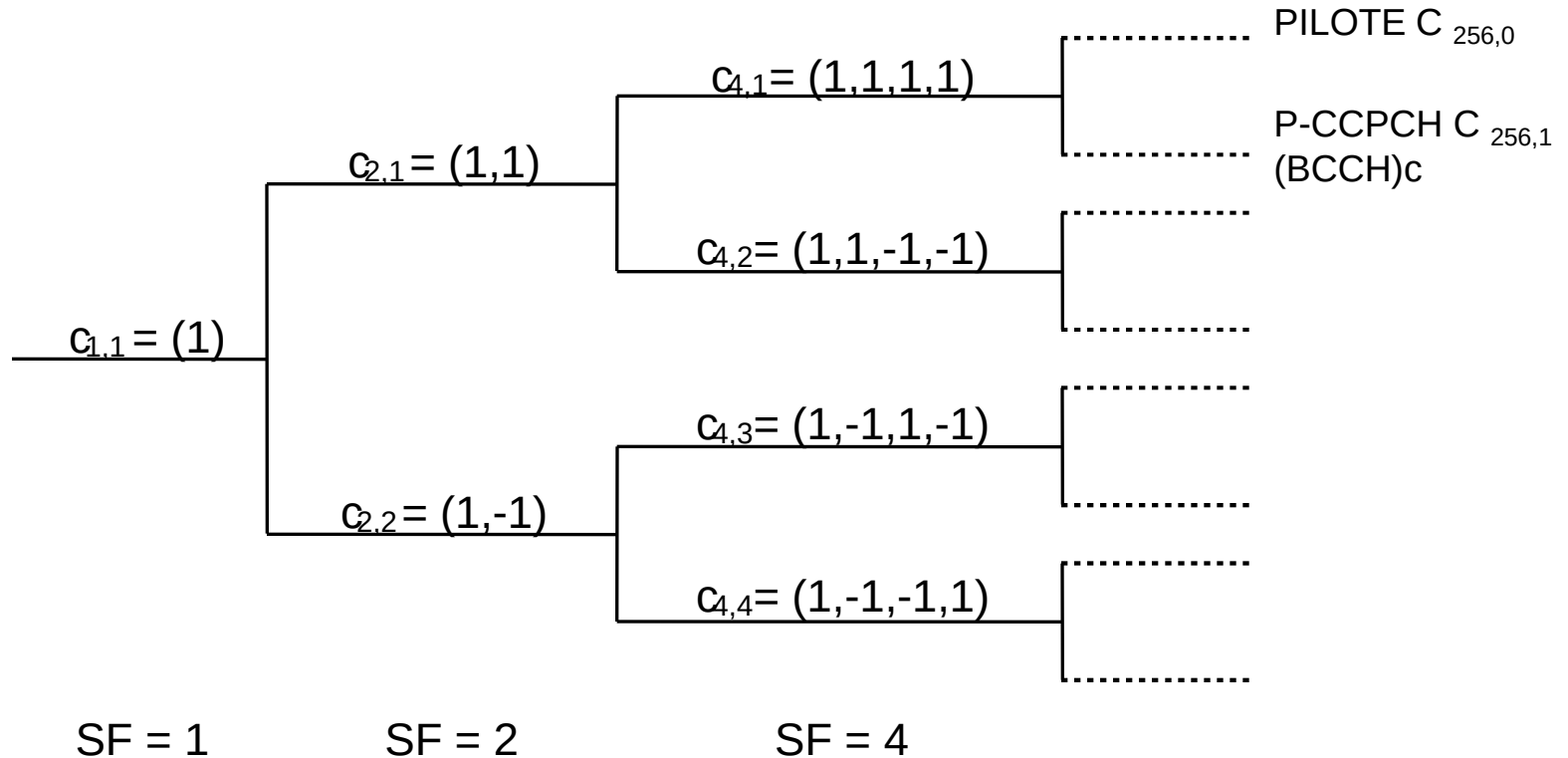
Écart entre 2 porteuses	5MHz
Débit chip	3.84 Mcps
Longueur de trame	10 ms
Facteur d'étalement	4 – 512 (downlink)
	4 – 256 (uplink)
Scrambling	1 code/ 10 ms
Modulation	QPSK
Synchronisation des Node-Bs	Non

Étalement et modulation Uplink



- C_D, C_C -> Codes de canalisation (OVSF)
 - OVSF = Orthogonal Variable Spreading Factor
 - C_D : SF = {4, 8, 16, 32, 64, 128, 256}
 - C_C : SF = 256
- C_{scramb} -> Scrambling code spécifique au mobile

Codes de canalisation

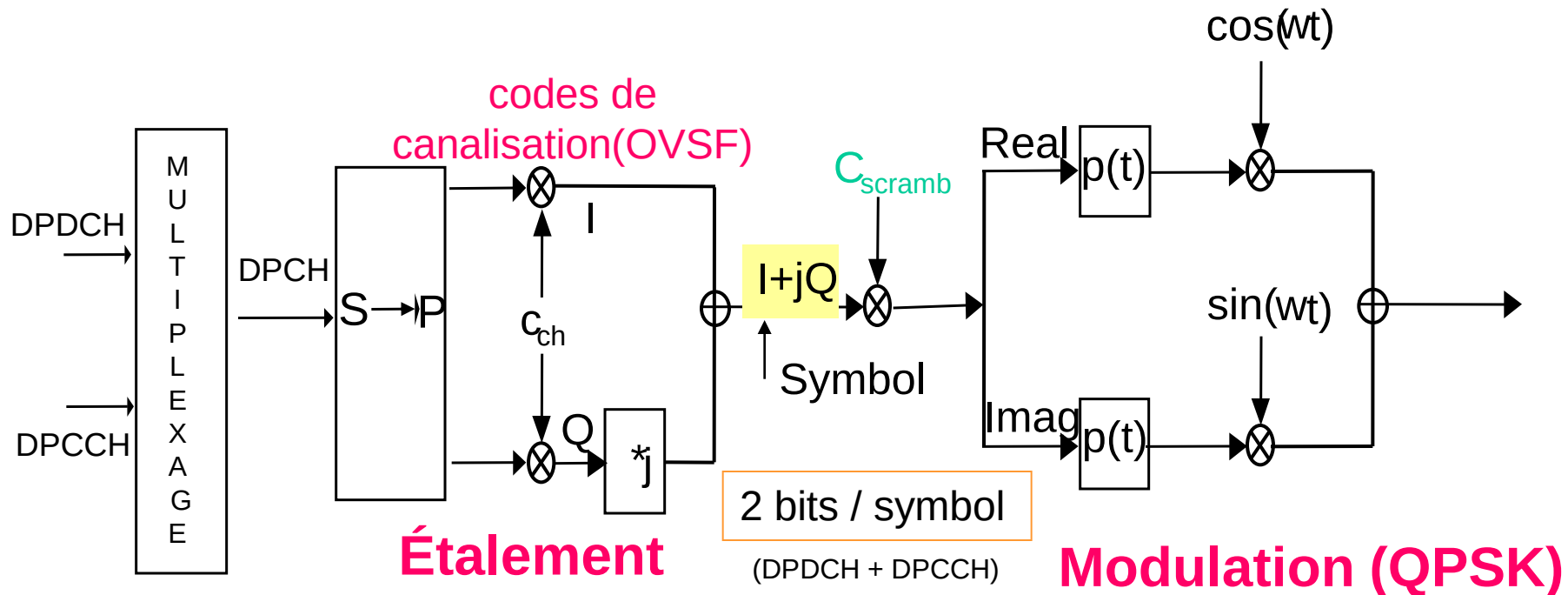


- Codes Orthogonaux à Facteur d'étalement Variable (OVSF: Orthogonal Variable Spreading Factor)
- Fournissent la séparation des canaux dans les 2 directions

Codes de brouillage du mobile

- Identifie chaque mobile de manière unique
- Allocation des codes contrôlée par le réseau (RNC)
- Code alloué dans le message sens descendant «Access Grant »
- Nombre complexe
- Deux types de codes de brouillage
 - Codes courts (256 chips):
 - Seulement si les Node-Bs sont équipés de récepteur avancé
(MUD: Multi Users Detection)
 - Codes longs (38400 chips)
 - Utilisés au début
- 2^{24} codes courts et 2^{24} codes longs

Étalement et Modulation Downlink



- C_{ch} : Code de canalisation (OVVSF)
 - Les codes utilisés pour le canal pilote et le canal de diffusion BCCH sont les mêmes pour toutes les cellules
 - Les codes utilisés pour le paging et le canal “access grant” sont indiqués sur le BCCH
- C_{scramb} : Scrambling code de la cellule

Code de brouillage de la cellule

- Identifie chaque cellule de **manière unique**
- Code de longueur 38400 chips (période 10 ms)
- Construit en combinant 2 séquences réelles dans une séquence complexe
- Décodé par le mobile lors de la procédure de **sélection de cellule**
- **512 codes au total répartis en 64 groupes de 8 codes, ce qui permet d'accélérer la procédure de sélection de cellule**

Code de brouillage multiple

- Le nombre de codes de canalisation est **limité**
==> Capacité sens descendant pourrait être limitée par le nombre de codes
- Plusieurs codes de brouillage peuvent être utilisés par la cellules
 - 1 code de brouillage primaire par cellule
 - jusqu'à **16 codes de brouillage secondaires** par cellule
 - tous les codes de canalisation (OVSF) peuvent être réutilisés pour chaque code de brouillage
- CPICH, P-CCPCH: utilisent toujours le **code primaire**, les autres canaux descendants utilisent un code de brouillage primaire ou secondaire

7: La couche R.R.C (Radio Resource Control) :

-La connexion RRC

- Les fonctions de RRC

-Les 5 états de connexion du mobile

3GPP TS 25.331

La connexion RRC

- La couche RRC se trouve uniquement dans le plan de contrôle
- La connexion RRC : connexion de signalisation établie entre le mobile et l'UTRAN.
Utilisée pour :
 - l'établissement d'une communication,
 - relâcher un communication
 - les procédures de mobilité dans le réseau d'accès.
- Chaque mobile possède **une seule connexion RRC** :
Cette connexion RRC supporte **simultanément la signalisation** pour plusieurs communications appartenant aux domaines circuit ou paquet du réseau (permet la gestion de la mobilité pour les appels en mode circuit ou paquet)

Les fonctions de la couche RRC (1)

1. Gestion de la connexion RRC => cinq états de l'UE
sans connexion RRC (Idle) avec une connexion (4)
2. Établissement, configuration, reconfiguration et relâchement du Radio Bearers (RLC, MAC, PHY configuration).
3. Transfert de signalisation provenant du non-access stratum (Core Network)
4. Allocation et relâchement de la ressource radio allouée au mobile
5. Contrôle de la mobilité du mobile dans le réseau d'accès (mesures réalisées par le mobile, HO)
6. Paging/notification

Les fonctions de la couche RRC (2)

- **Routing des PDU provenant des couches supérieures**
- **Contrôle de la QoS requise pour le Radio Access Bearers (RAB)**
- **Rapport de mesure du mobile et control du rapport (DCCH)**
- **Control de puissance en boucle externe (Outer loop PC)**
- **Contrôle du chiffrement**
- **Sélection et re-sélection de cellule en mode veille (dans le mobile)**
- **Contrôle de la congestion**

La couche RRC est définie dans la norme 25.331 du 3GPP.

Le Mode veille

- **Quand ?**
 - Après mise sous tension et avant requête de l'établissement d'une Connexion RRC
 - Après relâchement ou anomalie de la connexion RRC
- **Identification du mobile**

L'identifiant du mobile, IMSI, TMSI ou P-TMSI (Packet TMSI) est échangé au niveau Non Access Stratum (N-AS)
- **Niveau de connexion du mobile avec l'UTRAN**

Pas de relation avec l'UTRAN
- **Dans ce mode veille le mobile réalise**
 - La sélection et resélection de PLMN
 - Sélection et resélection du mode d'accès radio (pour les mobiles multi modes)
 - Sélection et resélection de cellule
 - Mise à jour de localisation (Registration Area)

Le Mode connecté

- **Quand ?**
 - Lorsque la connexion RRC est établie
 - Quitté lorsque la connexion RRC est relâchée (retour au mode veille)
- **Allocation d'une identité temporaire au niveau UTRAN**
 - Radio Network Temporary Identities RNTI nécessaire pour la transmission de données dédiées sur les canaux communs de transport (RNTI placé dans l'en tête MAC)
 - 4 types de RNTI: s-RNTI (serving RNC), d-RNTI (drift RNC), c-RNTI (cell RNTI), u-RNTI (utran RNTI)
 - c-RNTI (16 bits) alloué aux mobiles par le controlling RNC pour la transmission de données sur DCCH/DTCH. Identifie chaque mobile dans la cellule. Alloué à chaque changement de cellule
 - u-RNTI (32 bits) identifie le mobile dans l'UTRAN. Utilise le s-RNTI.
- **Deux niveaux de connexion du mobile avec l'UTRAN**
 - Deux états permettant le transfert de données (CELL_DCH et CELL_FACH)
 - Deux états dans lesquelles **aucunes données ne peut être transmise**, ni par le mobile ni par le réseau (CELL_PCH et URA_PCH)

L 'état CELL_DCH

- Canal de transport dédié alloué dans les sens montant et descendant (UL et DL)
- État utilisé pour le support des applications à contrainte temps réel (téléphonie, visio phonie)
- Un canal physique PDSCH peut être utilisé pour supporter le canal de transport DSCH alloué au mobile (DL)

La position du mobile est contrôlée par le réseau au niveau de la cellule

L 'état CELL_FACH

- Dans cette état, un canal de transport commun permet le transfert de données dans les deux sens. Dans le sens montant : un RACH ou CPCH. dans le sens descendant : un canal FACH.
- Le mobile écoute le BCCH de la cellule serveuse et des voisines et déclenche la procédure de mise à jour de localisation de cellule

La position du mobile est contrôlée à la cellule près par le réseau et le mobile.

Toute mise à jour de localisation (au niveau CELL ou UTRAN Registration Area, URA) implique le passage par l'état CELL_FACH

Les états CELL_PCH et URA_PCH: 2 états similaires

- Aucune ressource dédiée n'est alloué au mobile et aucune donnée usager ne peut être transmise dans les deux sens.
- Le mobile écoute les informations diffusée sur le BCH et PCH
- CELL_PCH: position du mobile connue au niveau cellule
- URA_PCH: position du mobile connue au niveau URA (UTRAN Registration Area)
- Toute mise à jour de localisation implique le passage par l'état CELL_FACH

Le mobile contrôle sa propre mobilité dans le réseau

**En fonction de l'activité du mobile, de sa vitesse de déplacement dans le réseau
ou l'état de congestion de l'interface radio,
l'UTRAN peut décider de placer le mobile dans l'un ou l'autre de ces deux états.**

Les 5 états du mobile dans l'UTRAN

	UL Transport Channel	DL Transport Channel	Contrôle mobilité	Niveau d'activité
CELL_DCH	DCH	DCH (DSCH)	Réseau	+++
CELL_FACH	RACH (CPCH)	FACH	Mobile & Réseau	++
CELL_PCH		PCH	Mobile	+
URA_PCH		PCH	Mobile	-
IDLE			Mobile	--

Etats de la connexion RRC: Mode AO

Mode Always On = Utilisateur toujours connecté (avec ou sans transfert de données)

Techniquement : l'utilisateur a une ressource attribuée, ou peut accéder « rapidement » à la ressource !

Mode Always-On repose sur les changements d'état de l'UE

-Passage de CELL FACH à CELL DCH si données bufférisées ➡

-Passage de CELL DCH à CELL FACH si le mobile reste **inactif** pendant un certain temps, ou **baisse de trafic**

-Passage à l'état CELL PCH ou URA PCH si le mobile est inactif (ex : PDP context activé mais pas de données à transmettre)

Remarques :

- Fonctionnement assez proche du GPRS (états Ready / Standby)
- Réglage Always on = optimiser les timers de changement d'état

Les canaux de transports et les modes

	Canaux	Canaux communs			Canaux
	dédiés DCH	FACH	RACH	CPCH	partagés DSCH (opt.)
UL / DL	UL & DL	DL	UL	UL	DL
Code	Selon le débit maximal	Fixé par la cellule	Fixé par la cellule	Fixé par la cellule	1 Code partagé par les utilisateurs
Contrôle de puissance rapide	Oui	Non	Non	Oui	Oui
Soft Handover	Oui	Non	Non	Non	Non
Utilisation	Petits ou gros volumes	Petits volumes	Petits volumes	Petits ou gros volumes	Petits ou gros volumes

Radio Resource Management (RRM)

L'algorithme RRM est responsable de l'utilisation des ressources de l'interface air

il est impliqué dans les tâches suivantes :

- stratégies d'allocation des canaux de transport
- contrôle de puissance
- Soft Handover
- contrôle d'admission dans la cellule
- contrôle de la charge de la cellule
- Ordonnancement des paquets
- Touche toutes les couches sous le contrôle de la couche RRC

Conclusion

- **UTRA en mode FDD et TDD :**
 - **Infinité d'applications à mapper sur 7 services standards (voix 12.2 kbps, LCD et UDD 64/128/384 kbps)**
 - **Négociation entre le CN et le mobile pour l'établissement du Radio Access Bearer (RAB)**
 - **Pour l'établissement du RAB -> configuration des couches UTRA**
 - **Dans le plan de contrôle, la couche RRC configure RLC, MAC et PHY**
 - **RLC: 3 modes (Tr, AM, UM), allocation des canaux logiques**
 - **MAC: paramètres dynamic et semi-static, mapping des canaux logiques sur les canaux de transport**
 - **PHY: mapping des canaux de transport sur les canaux physiques, étalement, modulation**

Conclusion

- **L1 & L2 (Physique, RLC/MAC)**
 - Fournissent les Radio Bearers aux couches supérieures (U-Plane)
 - Fournissent une large gamme QoS pour le Radio Bearer
 - Fournissent des garantis QoS (contract)
 - Phy, MAC & RLC sont configurables sur demande par RRC
 - Phy (L1)
 - Gère le débit, le BER, le délai
 - MAC (L2)
 - Gère les variations de débit, le délai et les priorités
 - RLC (L2)
 - Gère le BER et le délai

Conclusion

- **L3 (RRC)**
 - **Contrôle le Radio Bearers**
 - **Gère efficacement la ressource radio en fonction de la QoS du Radio Bearer**
 - **Fournit les fonctions nécessaires pour gérer la mobilité de la connexion RRC dans l'UTRAN**