

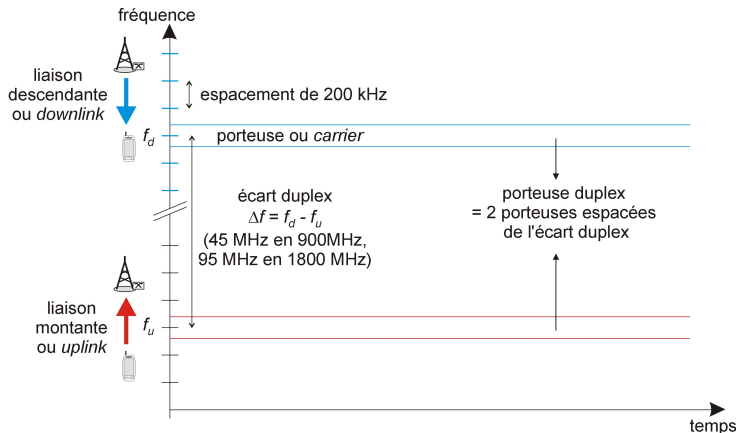
# Interfaces radios des réseaux cellulaires

X. Lagrange

Télécom Bretagne

16 Avril 2014

# Découpage fréquentiel dans GSM



- Multiplicité des bandes de fréquences utilisables dans GSM
  - bande à 900 MHz, à 1800 MHz
  - bande à 850 MHz (chemins de fer)
  - utilisation du 1900 MHz aux U.S.

# Règle de numérotation des porteuses et duplexage dans GSM

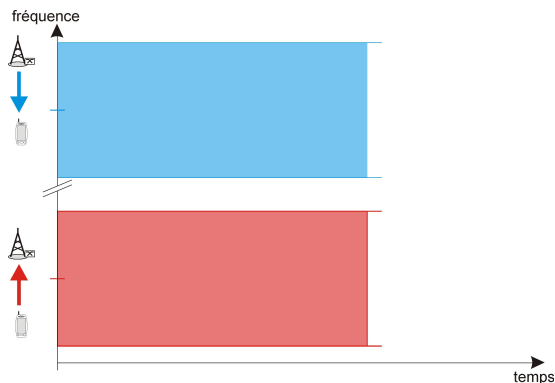
- Porteuses identifiées par ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number)

$0 \text{ ou } 1 \leq \text{ARFCN} \leq 124$	$f_d = 935 + 0.2 \times \text{ARFCN}$	GSM 900
$128 \leq \text{ARFCN} \leq 251$	$f_d = 869.2 + 0.2 \times (\text{ARFCN} - 128)$	GSM 850
$259 \leq \text{ARFCN} \leq 293$	$f_d = 460.6 + 0.2 \times (\text{ARFCN} - 259)$	GSM 450
$306 \leq \text{ARFCN} \leq 340$	$f_d = 489 + 0.2 \times (\text{ARFCN} - 306)$	GSM 480
$512 \leq \text{ARFCN} \leq 885$	$f_d = 1805.2 + 0.2 \times (\text{ARFCN} - 512)$	GSM 1800
$975 \leq \text{ARFCN} \leq 1024$	$f_d = 935 + 0.2 \times (\text{ARFCN} - 1024)$	GSM 900E

- Ne pas s'occuper des formules mais seulement du fait qu'à partir d'un ARFCN, on peut identifier une fréquence
- A chaque fréquence sur la voie descendante correspond une fréquence sur la voie montante déduite par une soustraction d'une valeur constante (FDD, *Frequency Division Duplex*)

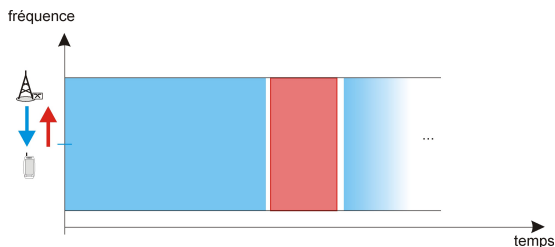
$f_u = f_d - 45 \text{ MHz}$	en 900 et 850 MHz
$f_u = f_d - 95 \text{ MHz}$	en 1800 MHz
$f_u = f_d - 10 \text{ MHz}$	en 450 et 480 MHz

# Découpage fréquentiel dans d'autres systèmes



- Découpage en porteuses/fréquences dans tous les systèmes (UMTS, LTE)
- Le pas du découpage de fréquences est plus gros (5 MHz en UMTS, 1.4 à 20 MHz en LTE)
- Duplexage en fréquence ou en temps

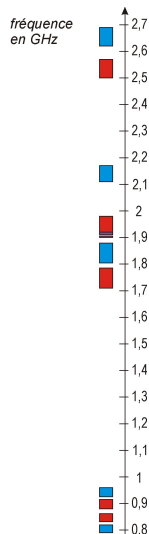
# Duplexage fréquentiel dans d'autres systèmes



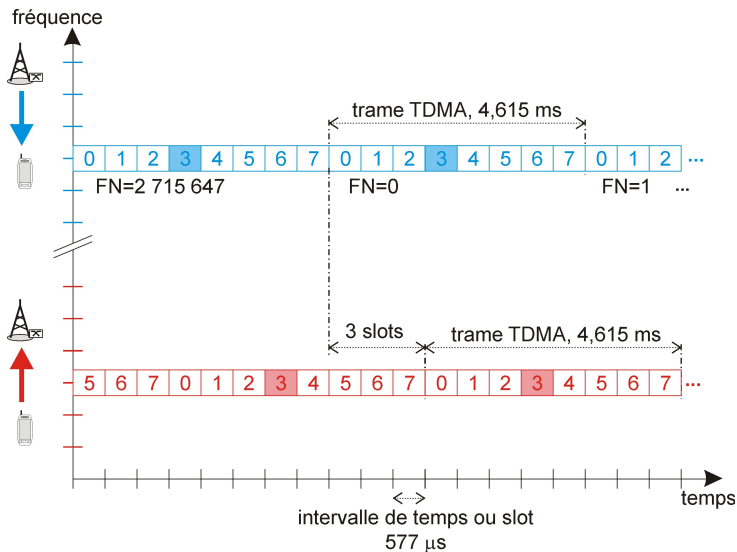
- TDD = Time Division Duplex
- Avantage = répartition entre la voie montante et la voie descendante peut ne pas être la même
- Il existe un mode TDD dans certains systèmes (UMTS, LTE)

# Allocation des bandes aux différents systèmes

- Bandes appariées pour le FDD
- Les blocs restants (non appariés) sont utilisés pour le TDD
- TDD surtout utilisé dans les pays asiatiques (Chine) et peu en Europe



# Multiplexage temporel dans GSM



# Multiplexage temporel dans GSM

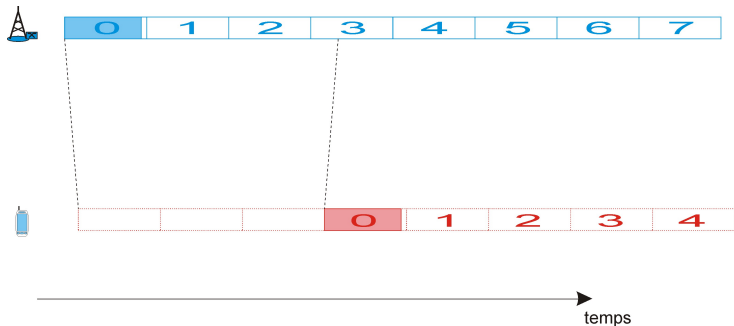
- Multiplexage temporel ou TDMA (Time Division Multiple Access)
- Trame TDMA (ou TDMA frame) = structure qui se répète régulièrement (durée 4.615 ms)
- Une trame TDMA contient 8 slots (ou intervalle de temps)
- Chaque trame est numérotée par un compteur FN, Frame Number (de 0 à 2 715 647)
- La trame sur la voie montante est décalée de 3 slots par rapport à la voie descendante
- Le décalage permet à un terminal de ne pas recevoir et transmettre en même temps
- Canal physique duplex = 1 intervalle de temps donné dans chaque trame TDMA sur la voie descendante et sur la voie montante (même numéro que sur voie descendante)



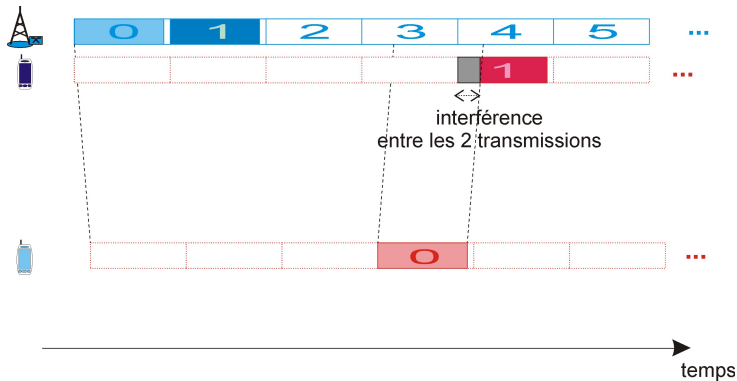
# Trame temporelle dans les autres systèmes

- La notion de slot se retrouve en UMTS et en LTE
- La notion de trame également
- Chaque trame est également numérotée

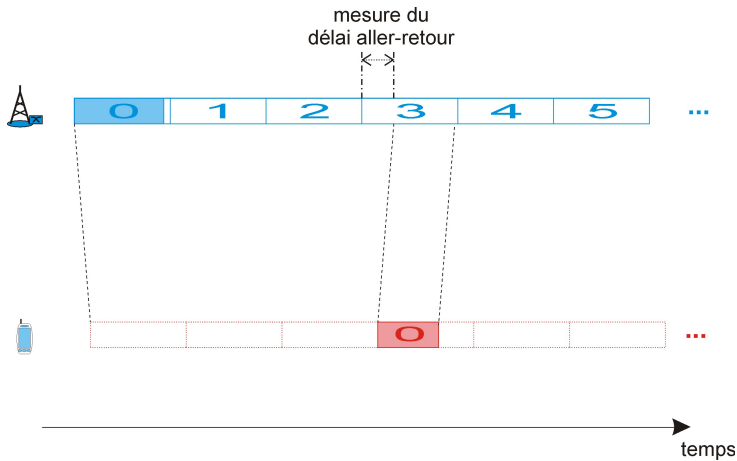
# Multiplexage temporel et délai de propagation (1/2)



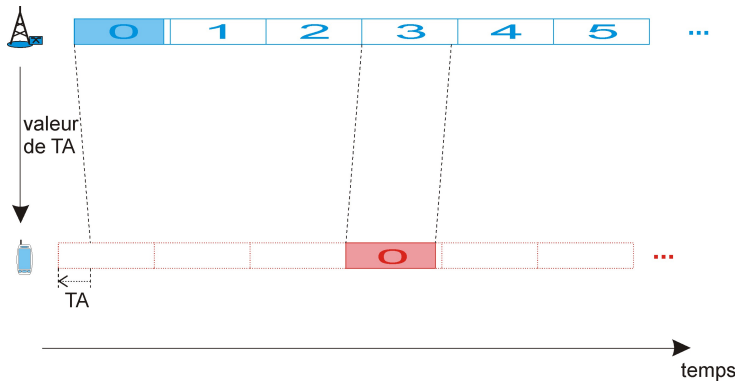
# Multiplexage temporel et délai de propagation (2/2)



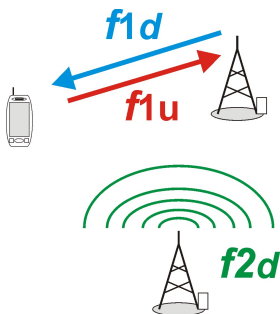
# Utilisation d'un burst court et mesure du délai de propagation



# Gestion de l'avance en temps ou Timing Advance

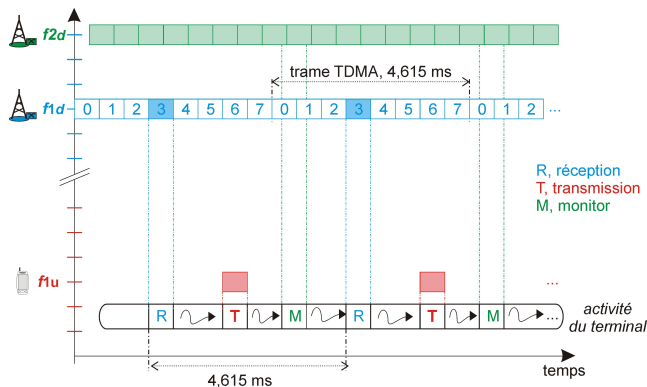


# Activité d'un mobile en GSM (1/2)



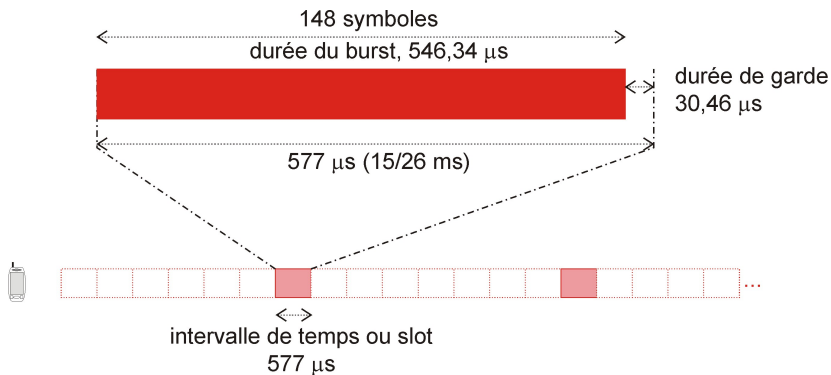
- Terminal GSM en communication
- Réception par le terminal pendant un slot sur  $f_{1d}$
- Transmission par le terminal pendant le slot de même numéro sur  $f_{1u}$
- Autre station de base transmet la voie balise sur  $f_{2d}$

# Activité d'un mobile en GSM (2/2)



- Trois phases principales pour un terminal en communication
  - *Reception*, Réception par le terminal pendant un slot sur  $f_{1d}$
  - *Transmission*, Transmission par le terminal pendant le slot de même numéro sur  $f_{1u}$  qui se trouve 3 slots plus tard
  - *Monitor*, Ecoute de la voie balise d'une station de base voisine (dans l'exemple sur  $f_{2d}$  mais cela peut changer à chaque nouvelle frame)

# Unité élémentaire de transmission en GSM (1/8)





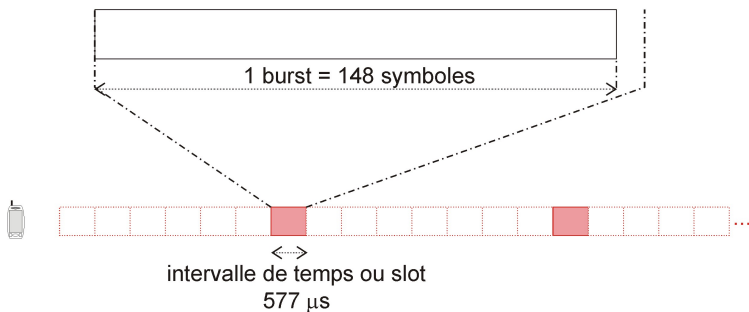
# Unité élémentaire de transmission en GSM (2/8)

En GSM de base (non EDGE), modulation utilisée = GMSK  
*Gaussian Minimum Shift Keying*

2 possibilités à chaque symbole :  $f+\Delta f$  ou  $f-\Delta f \Rightarrow 1$  bit/symbole

Débit : 270,833 kbit/s

Bande utilisée = 271 kHz

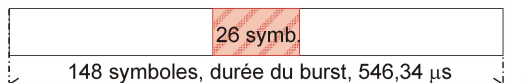


# Unité élémentaire de transmission en GSM (3/8)

**séquence d'apprentissage de 26 symboles =**

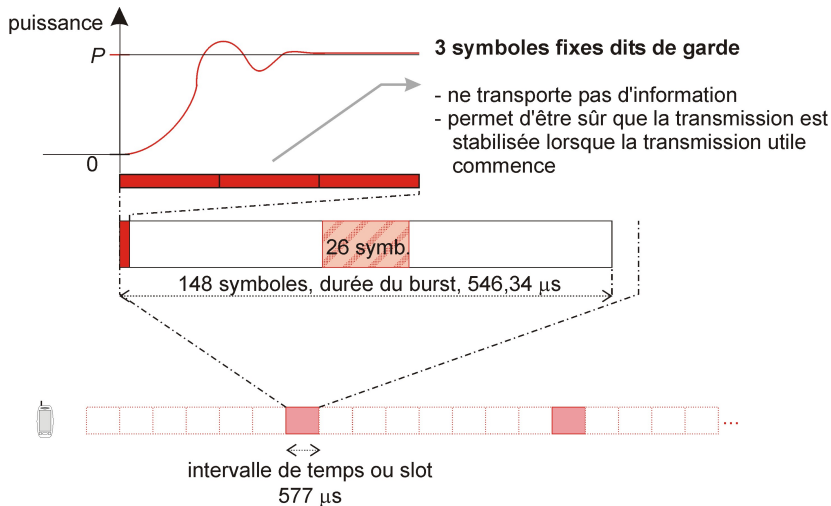
séquence fixe connue du récepteur  
(1 parmi 8 en général affectée par l'opérateur à toutes les transmissions dans une cellule)

- permet la synchronisation du récepteur
- permet l'estimation du canal



←→  
intervalle de temps ou slot  
577 μs

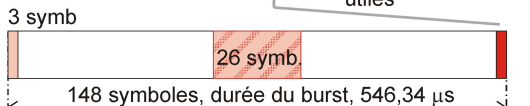
# Unité élémentaire de transmission en GSM (4/8)



# Unité élémentaire de transmission en GSM (5/8)

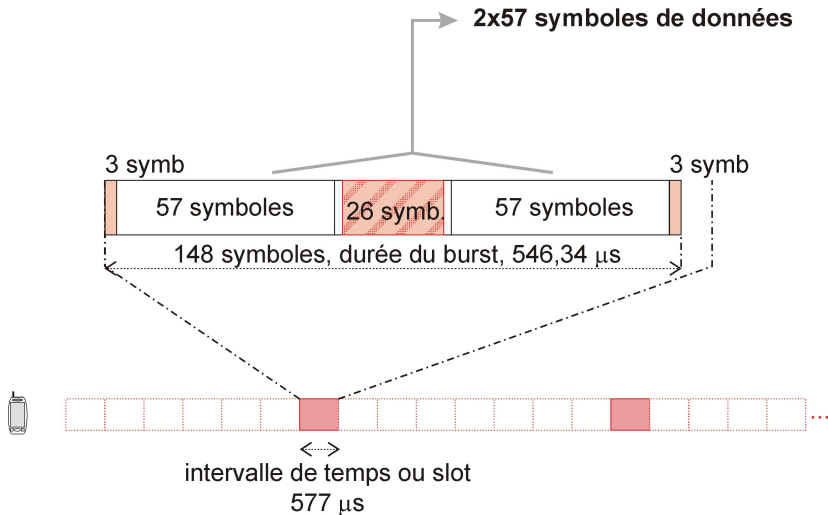
**3 symboles fixes dits de garde à la fin de la transmission**

- ne transporte pas d'information
- permet d'être sûr que la transmission est toujours stable pour les derniers symboles utiles



↔  
intervalle de temps ou slot  
577 μs

# Unité élémentaire de transmission en GSM (6/8)

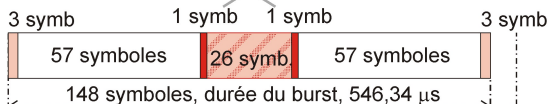


# Unité élémentaire de transmission en GSM (7/8)

**2x1 symboles =**

(appelés à l'origine Stealing Bits)

- indique si les symboles de données transportent de la voix ou de la signaux
- donne le taux de codage (codage correcteur d'erreur)



intervalle de temps ou slot  
577 µs

## Un burst transporte

2x57 symboles de données  
soit 2x57 bits en GSM

