

Interface radio : niveau physique

Jean-Philippe Bourbon

EPITA

Sommaire

- Traitement de la parole:
 - Génération de la voie radio
 - Chaîne de traitement audio
 - Codage/décodage de la parole
 - Transmission discontinue
- Protection de la voie radio et modulation:
 - Codage canal
 - Entrelacement des « bursts »
 - Modulation
- Perfectionnements annexes
 - Saut de fréquence lent
 - Contrôle de puissance
 - Diversité d'espace.

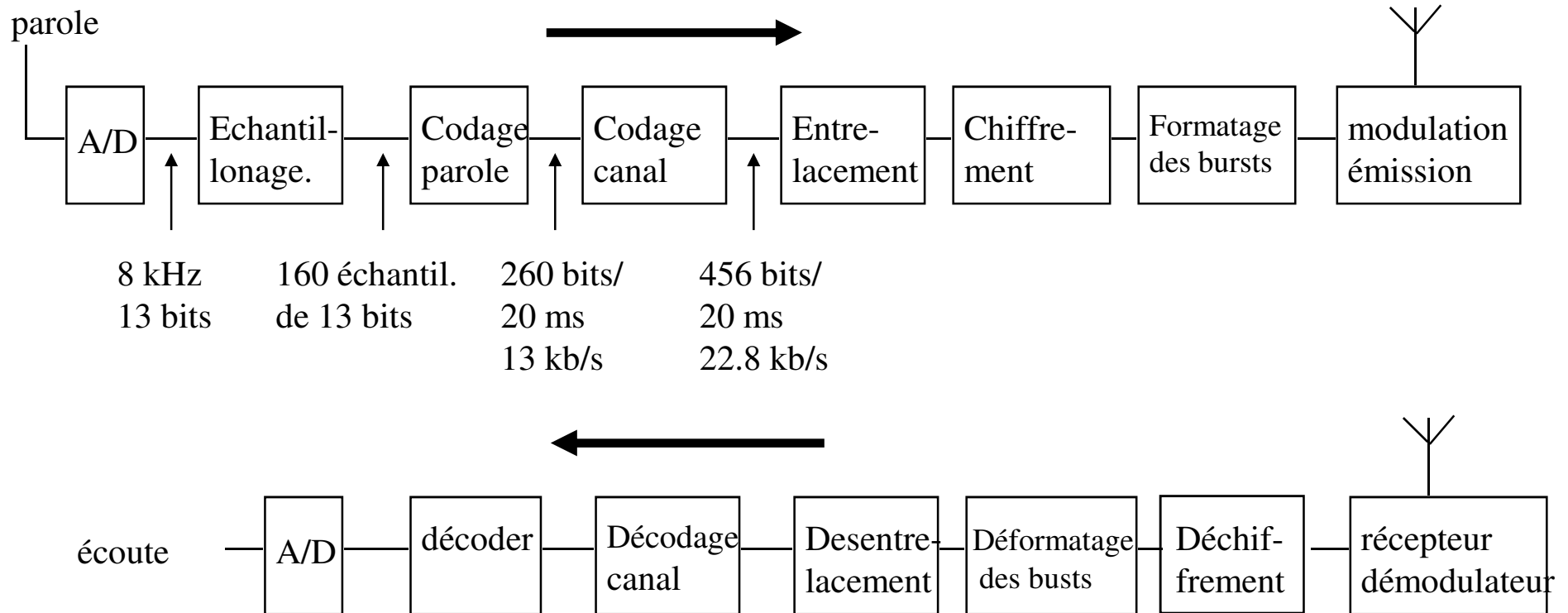
Canal radiomobile

- Canal fluctuant à trajets multiples
 - Effets sur le signal transmis:
 - atténuation
 - dispersion temporelle
 - fluctuations
 - délais de transmission
 - Environnements rencontrés:
 - domicile, bureau, zone rurale, zone urbaine...

Codage de la parole

- ☞ Le codage consiste à comprimer de façon efficace les données de telle sorte à minimiser le débit requis et donc rentabiliser les ressources mises à disposition
- ☞ Compte tenu du spectre de la voix (300, 3400 Hz), la transposition numérique du signal perçu par le microphone nécessiterait un débit de 64 kbits/s
- ☞ C'est un trop haut débit, donc on utilise un codage spécifique

Codage de la parole



Codage de la parole

☞ Le codeur utilisé dans la norme GSM est un codeur donnant un débit de 13 kbits/s

☞ Principe :

La parole est analysée par tranche de 20 ms et codée sur 260 bits (13 kbits/s)

L'encodeur est constitué de filtres numériques en cascade qui produisent des valeurs de coefficients utilisés par le décodeur.

Le codage ajoute de la redondance à ce signal afin de lui donner de la robustesse face au canal de propagation radio. On aboutit à un codage sur 456 bits (22.8 kbits/s)

Effet du codage correcteur d 'erreur

- Apport de redondance dans le message transmis
 - augmentation du débit binaire sur le support de transmission
 - diminution de l 'energie par bit d 'information
 - augmentation du taux d 'erreur brut (avant correction)
- Diminution du TEB après correction dans des conditions normales de transmission
- Augmentation du TEB après correction dans de mauvaises conditions de transmission.

Types de correcteur d 'erreurs

- Codes en blocs
 - s 'appliquent sur des messages de longueur maximale fixée. (en-tête ATM)
- Codes convolutifs
 - ex.: interface air GSM

Code en bloc: parité simple

- 01101001
- Détection d 'une erreur
- Rendement 8/9

Code en bloc : parité entrelacée

- 0110100 **1**
1001101 **0**
1101010 **0**
0010111 **0**
1011101 **1**
1011001 0
- Détection d 'erreurs triples
- Correction d 'erreurs simples
- Rendement $R = 35/48$

Code convolutif

- 00010111010100

011001001011

$$G(0) = 1 + x + x^2$$

011100111110

$$G(1) = 1 + x$$

$$\Sigma (G(0) + G(1))$$

- Rendement $R = 1 / 2$
- Longueur de contrainte $M = 3$

Codage de canal GSM

- Protection des erreurs dues
 - aux évanouissements
 - aux interférences avec les brouilleurs
- Association de codes en bloc et de codes convolutifs
- Le codage dépend des informations transmises
 - parole
 - données
 - signalisation

Sons et parole

- Phrase parlée = suite d' éléments discrets
- Phonème = unité de base du message parlé
- Dans la langue française : 37 phonèmes
- Débit moyen d 'élocution : 10 phonèmes / s
2,5 mots / s
- Les silences occupent la moitié du temps
- Durée d 'un silence ou d 'une voyelle ≤ 100 ms
- Temps de transition voyelle-consonne ≤ 30 ms

Signal vocal

- Sons voisés
 - produits par les cordes vocales
 - quasi-périodiques
 - voyelles + consonnes telles que : v, z, b, d
 - voix masculine : 80 à 150 Hz
 - voix féminine : 150 à 200 Hz
 - voix d'enfants : 200 à 600 Hz

Signal vocal

- Sons non voisés
 - structure non périodique
 - source assimilable à un bruit
 - exemples : f, s, ch , chuchotement

Codeurs paramétriques

- Basés sur un modèle de production de la parole
 - LPC : Linear predictive coding
- A transmettre:
 - p coefficients du filtre
 - l'énergie du signal d'excitation
 - la période du fondamental T_0
 - Le caractère non voisé ou non: V .

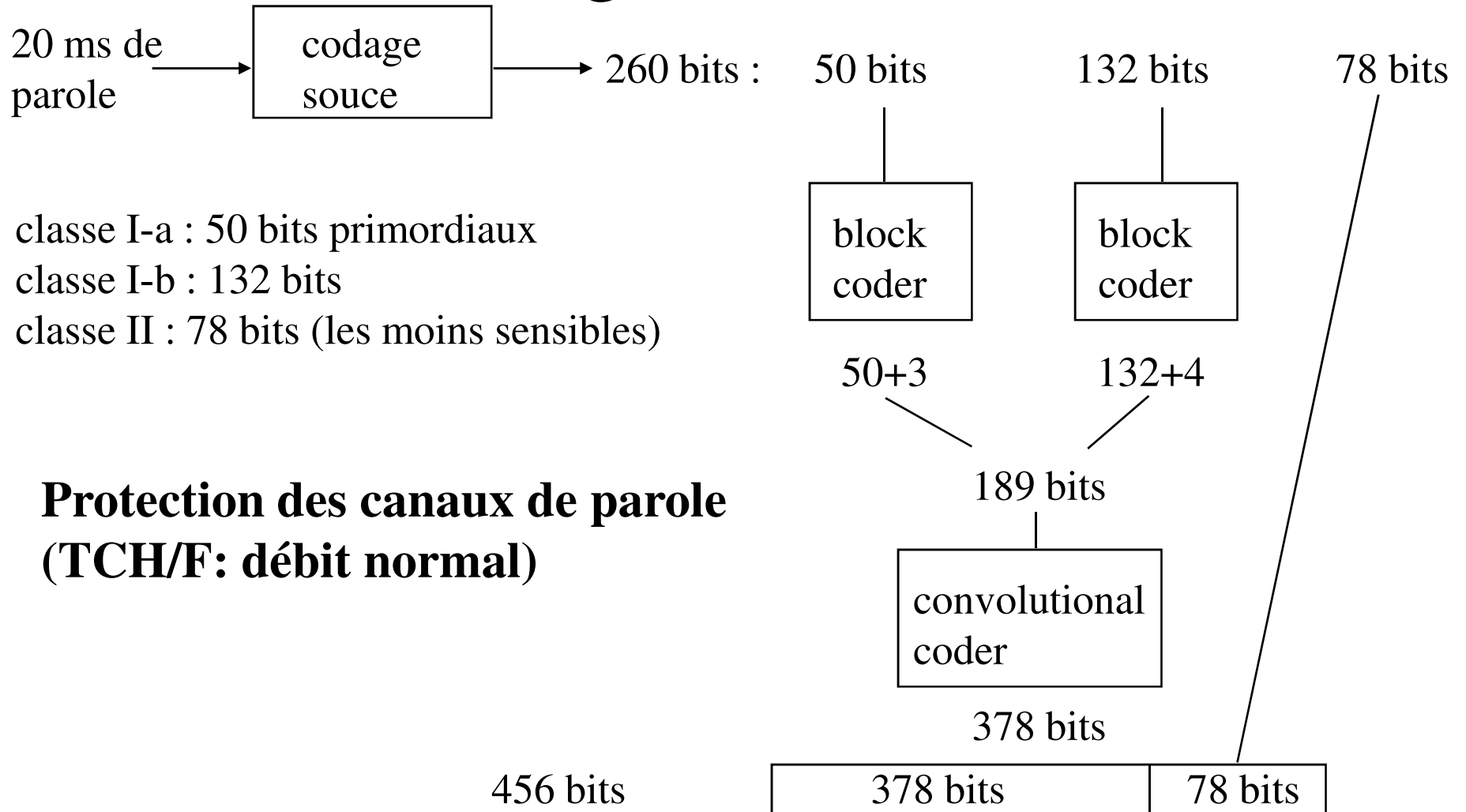
Codage de la parole

- 3 codeurs reconnus:
 - à débit normal (Full Rate) [13 kbit/s]
 - à demi-débit (Half Rate) [5,6 kbit/s - 112 bits]
 - à plein débit (Enhanced Full Rate) [phase 2+]

La transmission discontinue

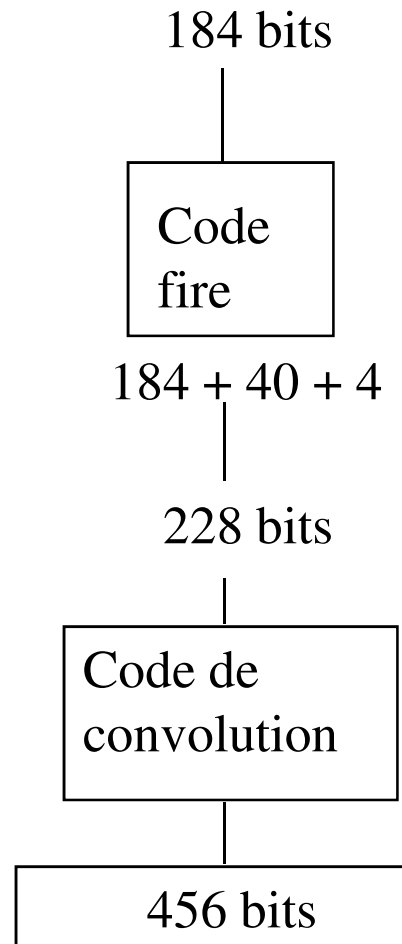
- Objectifs:
 - Réduire le taux d 'interférences entre porteuses.
 - => Améliore le C/I
- Technique:
 - Détection des instants de silence.
 - Emission à débit très réduit (500 bits/s)

Codage du canal



Codage du canal

**Protection des données de
signalisation (sur FACCH)**

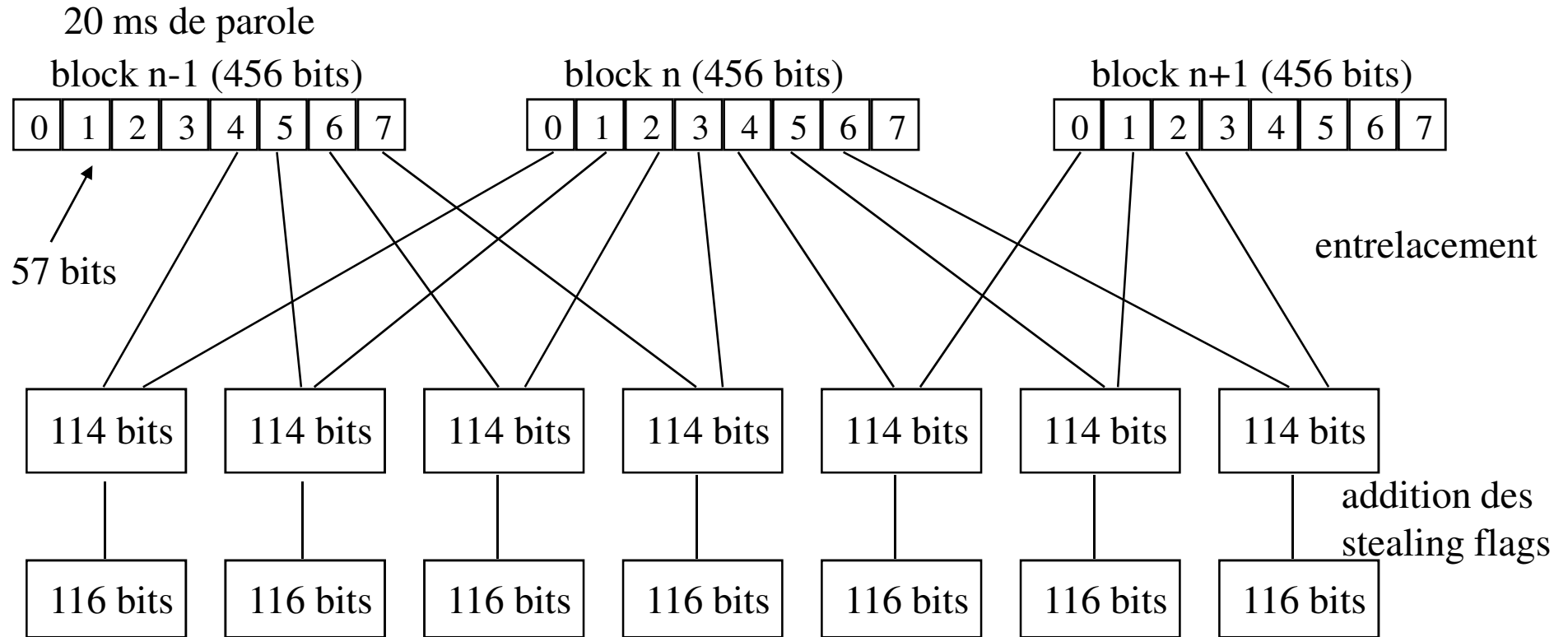


Entrelacement

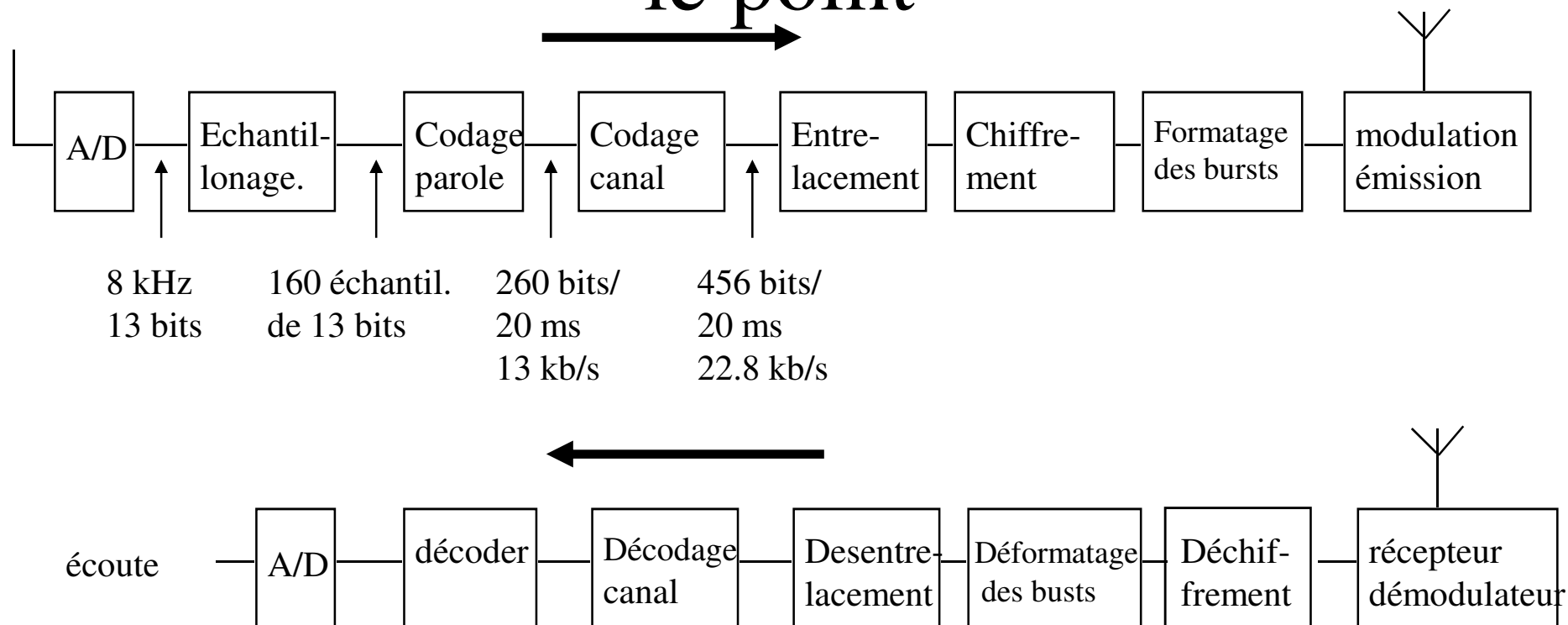
☞ Principe :

Des paquets d'erreurs ont lieu sur un canal radiomobile. Ces paquets sont générés par des évanouissements. Ces évanouissements pouvant être de même durée que le burst, il convient de répartir les données sur plusieurs trames consecutives.

Entrelacement



Parole: Génération de la voie radio: le point



Modulation GMSK

- GMSK:

C 'est la convolution du MSK par une fonction gaussienne

- PROPRIETE:

Efficacité spectrale de l 'ordre de 1 bit/Herzt (270,8 kbaud/200kHz)

=> Pour éviter des interférences désastreuses, il faut impérativement éviter d 'utiliser des fréquences adjacentes dans des cellules adjacentes.

Le saut de fréquence: Evanouissement (« Fading ») de Raleigh

- Objectifs:
 - Eviter l' évanouissement de Rayleigh (ou fading) dû aux chemins multiples. (Trou de réception)
- Technique:
 - saut de fréquence rapide. (symbole)
 - saut de fréquence lent. (message)

Technique du saut de fréquence lent

- Des groupes de saut sur N fréquences peuvent être définis par TS.
- La capacité globale du système reste inchangée. (ex. : 30 mobiles sur 4 fréquences)

Saut de fréquence : Mise en oeuvre

- Réception par le mobile de paramètres envoyée par la BTS.
- Hopping cyclique
- Hopping aléatoire

Contrôle de puissance

- Rapport de mesures envoyés toutes les 480 ms par le mobile.
- Algorithme centrale de contrôle de puissance exécuté dans le BSC.
- Modulation de la puissance émise par la BTS et envoi du message au mobile.
- Modulation possible: ± 2 dB toutes les 60 ms pour un même canal.

Diversité d 'espace

- En réception, 2 voies indépendantes dans la station de base.
- Un discriminateur permet de qualifier le meilleur signal.