

# Cours Architectures des réseaux mobiles

## Gestion de la mobilité

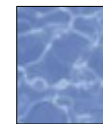
Dept. Télécoms - INSA Lyon

Fabrice Valois, Laboratoire CITI

[fabrice.valois@insa-lyon.fr](mailto:fabrice.valois@insa-lyon.fr)

<http://fvalois.insa-lyon.fr/>

Janvier 2002



## Ouvrages conseillés

- ❑ *Réseaux mobiles*, Tabbane, Ed. Hermès
- ❑ *Mobile Radio Networks*, Walke, Ed. Wiley
- ❑ *Réseaux GSM-DCS*, Lagrange & al., Ed. Hermès
- ❑ *Réseaux de mobiles & réseaux sans fil*, Al Agha & al.,  
Ed. Eyrolles



# Plan

- ❑ Quelle mobilité ?
- ❑ A propos des mesures
- ❑ Micro-mobilité et gestion des handovers
- ❑ Macro-mobilité et itinérance



# Introduction

## □ Services de mobilité =

- permettre aux usagers de disposer de services télécoms (émission/réception) sur une zone de couverture
- pouvoir poursuivre une communication tout en se déplaçant

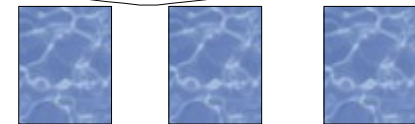
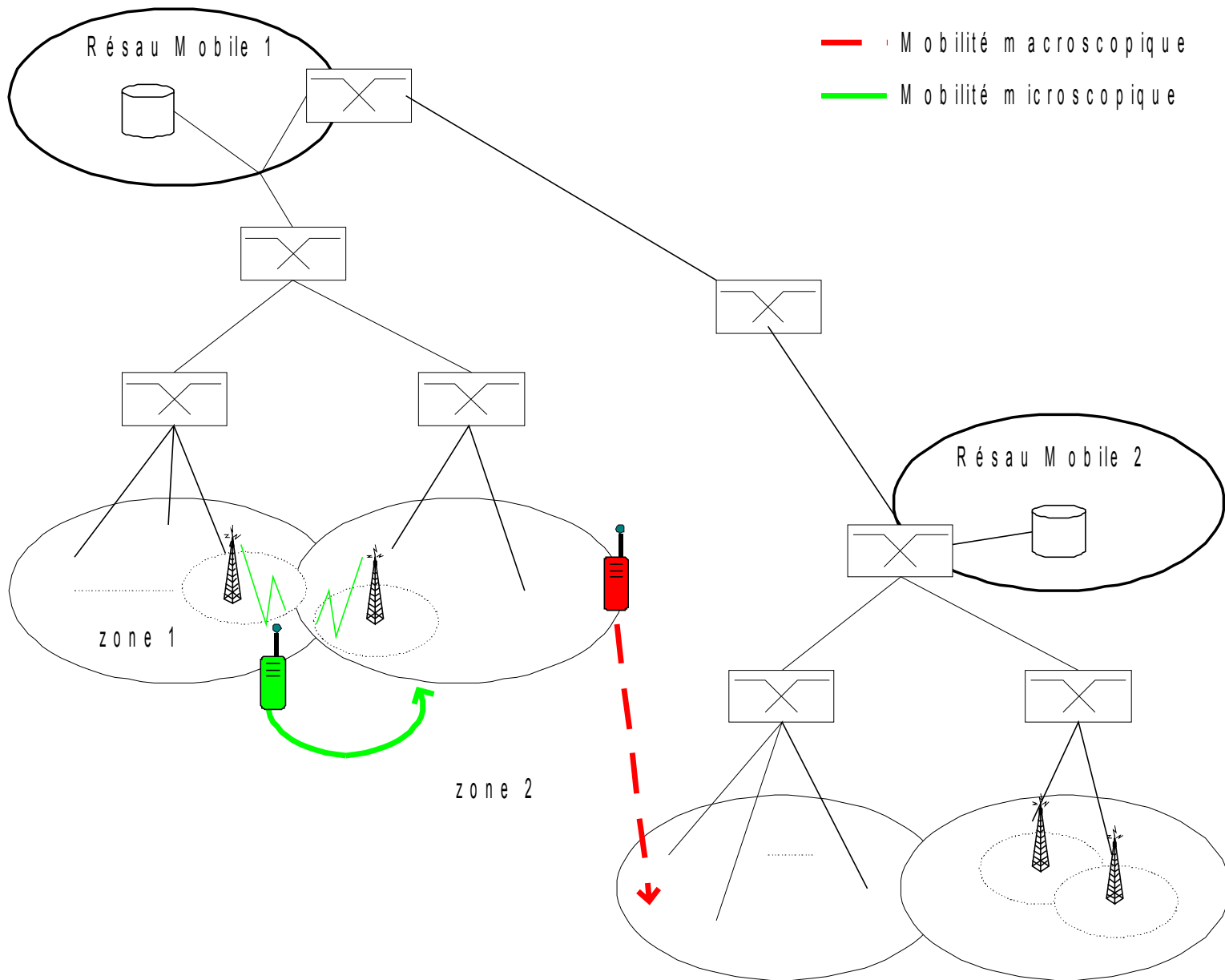
➤ *GSM (Global System for Communication)*



# Quelle mobilité ?

- micro-mobilité = *mobilité radio*  
permettre à un abonné de changer de cellule tout en maintenant sa communication avec le réseau
- macro-mobilité = *mobilité réseau*  
permettre à un abonné de bénéficier des services auxquels il a souscrit sur toute une zone de couverture





# Quels mécanismes en jeu ?

- ❑ *Handover* ou transfert inter/intra-cellulaire
  - ❑ mécanisme de *sélection/resélection de cellules* et mécanisme de *gestion de la localisation*
- ➔ impact sur la QoS :
- ❑ *proba(rejet d'appel)*
  - ❑ *proba(interruption d'appel)*
  - ❑ *durée «d'interruption»*



## Comment ?

- ❑ Via le contrôle de l'interface radio:  
Radio Subsystem Link Control
- ❑ Mesure de la qualité du lien descendant pour :
  - ❑ Handover
  - ❑ Mécanismes de sélection/resélection de cellules
  - ❑ Contrôle de puissance
- ❑ Utilisation du canal SACCH





# Mesures du lien radio

- ❑ Effectuées sur BCCH courant et canaux dédiés (TCH ou SDCCH)
  - ❑ Grâce au BCCH: mesure du lien radio de la cellule courant et des cellules voisines (BSIC)
- ❑ Deux mesures sont pertinentes:
  - ❑ RXLEV: Received Signal Level (dbm)
    - ❑ 64 valeurs (RXLEV<sub>i</sub> compris entre -110dbm et -48dbm)
  - ❑ RXQUAL: Received Signal Quality (ber)
    - ❑ 8 valeurs (RXQUAL<sub>i</sub> compris 0.2% et 12.8%)



## Gestion de la micro-mobilité

- ❑ *Handover* = assure les transferts de communications en cours entre les cellules (mobile allumé uniquement)
- ❑ Objectif : maintenir une qualité de communication suffisante entre le mobile et le réseau à travers un changement de fréquence ou de cellule



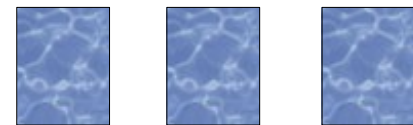
# Handover inter vs intra-cellulaire

- ❑ Handover inter-cellulaire
  - ❑ Mesures physiques montrent qu'il existe une meilleure cellule (conséquence de la mobilité)
  - ❑ Équilibrage du trafic : transfert de cellules vers des cellules voisines (*directed retry*)
- ❑ Handover intra-cellulaire
  - ❑ Lorsque la dégradation du signal est due aux interférences et non pas à l'éloignement de la BTS
  - ❑ Ne modifie le circuit de parole qu'au niveau BTS et éventuellement BSC




## Fonctions du *handover*

- ❑ permettre aux usagers de se déplacer en cours d'appel
- ❑ éviter la rupture du lien (*rescue handover*)
- ❑ minimiser les interférences (global et par rapport à un lien)
- ❑ optimiser l'utilisation des ressources radio
- ❑ équilibrer la charge de trafic entre les cellules
- ❑ baisser la consommation d'énergie des mobiles



## Principe de base

- ❑ Pendant la communication : mesure et évaluation périodique du lien radio
- ❑ Situation anormale
  - ⇒ **alarme** BSC  MSC
- ❑ MSC identifie une cellule cible et/ou un nouveau canal sur des critères de trafic :
  - si ok : *handover* déclenché
  - sinon : communication continue sur le même canal et des *handovers* sont périodiquement tentés
- ❑ Après *handover*, l'ancien canal est libéré
- ❑ Attention : il existe des *handovers* sur demande explicite du MSC (sur-charge BSC)

## Les 3 phases du *handover*

- ❑ Prise de mesures et supervision du lien
- ❑ Choix de la cellule cible et déclenchement du handover
- ❑ Exécution du handover (i.e. transfert effectif des liens)

↓ *temps*



# Contraintes temporelles

- ❑ Période des mesures  $<$  durée de traversée d'une cellule  $\Rightarrow$  fortes contraintes en environnement pico et micro-cellulaires
- ❑ durée de traitement des critères de décision d'exécution du *handover* et choix de la cellule cible courte  $\Rightarrow$  sinon réalisation trop tardive
- ❑ exécution très rapide afin de minimiser la proba de perte d'un lien et les dégradations de qualité dues au changement de lien



## Phase 1 : Prises de mesures ?

- ❑ Evaluation qualité du lien
- ❑ Mesure périodique des canaux et cellules candidates si besoin d'établir un nouveau lien physique
- ❑ Gestion d'une liste de cellules candidates
- ❑ Par le réseau et le terminal (GSM)
- ❑ Déclenchement du handover contrôlé par le terminal ou assisté par le mobile (GSM) en se basant sur les mesures





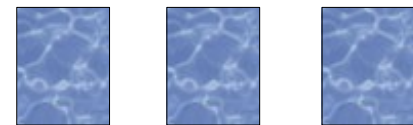
# Phase 1 :

## Indicateurs de déclenchement

- ❑ Puissance du signal reçu (RXLEVEL)
- ❑ Qualité du signal de la cellule courante (RXQUAL)
- ❑ taux d'erreur binaire BER (témoin du C/I)
- ❑ distance(mobile, BS)
- ❑ etc.

Rq:

- Entre 3 et 10 types de mesures
- Périodicité = 480 ms (GSM)



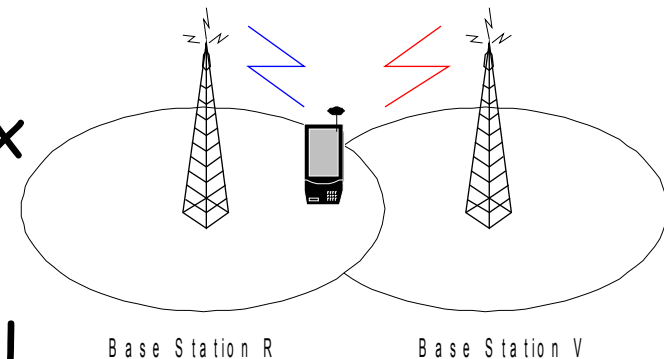
## Phase 1 : liste de cellules candidates

- Liste de 6 fréquences gérée par le mobile (RXLEVEL, fréquence, code couleur BSIC)
- Le mobile mesure la puissance des canaux pilotes des BTS
- Si le mobile reçoit l'identité d'une BTS et que son signal est suffisant, elle entre dans la liste (un temporisateur est associé)
- A expiration du temporisateur : la BTS est retirée de la liste
- si la liste est pleine (6 pour GSM), on retire celle dont le temporisateur est le plus avancé.



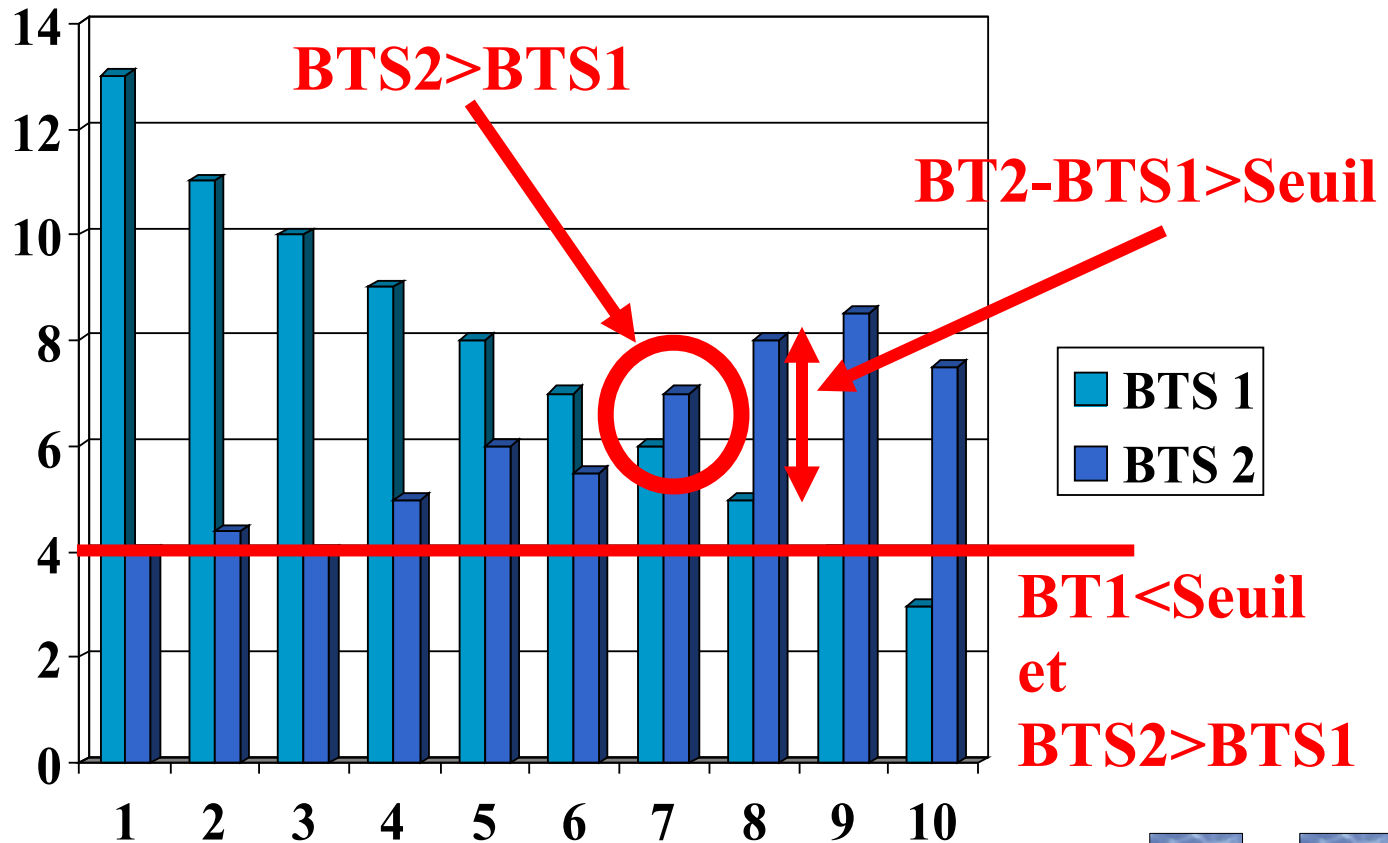
## Phase 2 : Déclenchement du handover

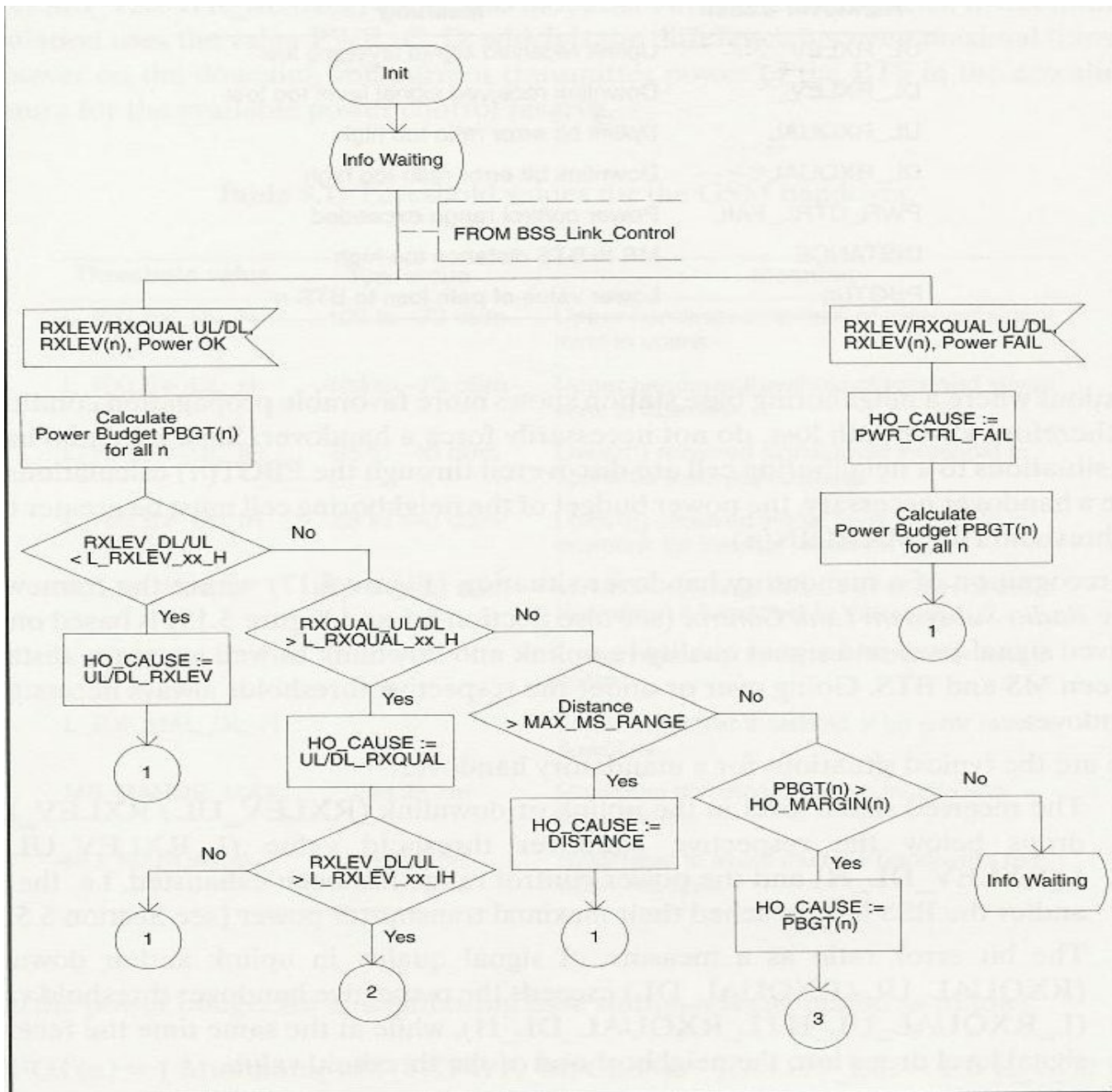
- ❑ Puissance relative des signaux
  - $P(\text{Signal}_V) > P(\text{Signal}_R)$
- ❑ Idem(1) + utilisation d'un seuil
  - $P(\text{Signal}_R) < \text{Seuil}$  et  $P(\text{Signal}_V) > P(\text{Signal}_R)$
- ❑ Idem(1) + *hystérisis*
  - $P(\text{Signal}_V) > P(\text{Signal}_R) + \text{marge d'hystérisis}$
- ❑ Idem(1) + Seuil + *hystérisis*
  - GSM
- ❑ Prédiction du signal reçu



## Phase 2 : déclenchement du HO

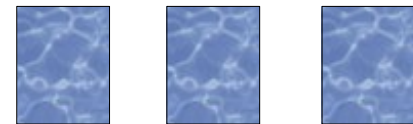
- Evaluation après chaque phase de mesures



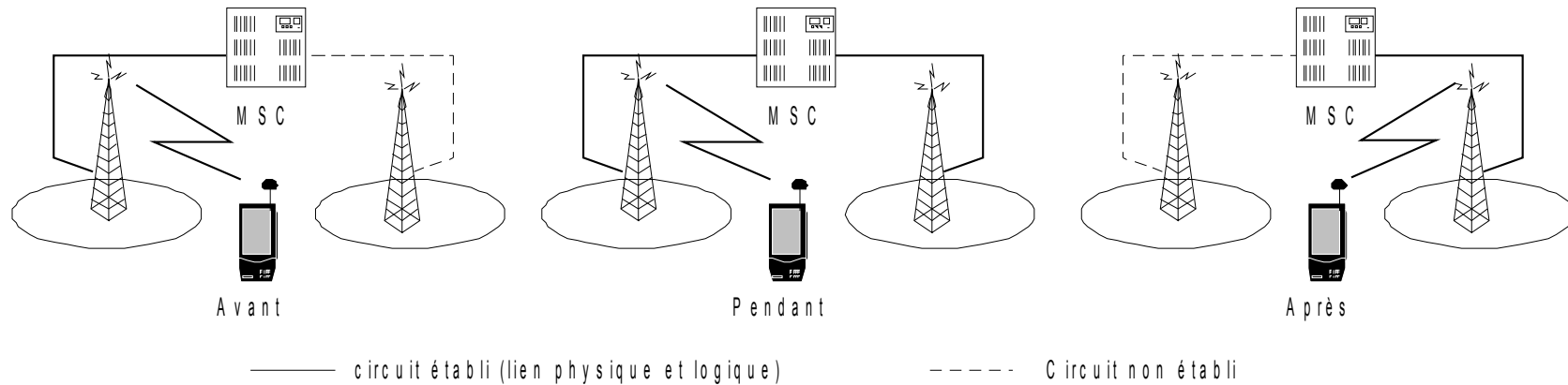


## Phase 3 : Procédure d'exécution

- ❑ *Hard handover*  
ancien lien libéré avant l'établissement du nouveau lien avec la BS cible
- ❑ *Seamless handover*  
... pendant ...
- ❑ *Soft handover*  
... après ...



# Hard handover



- ❑ Commutation + routage des infos vers le nouveau lien : simultanément
- Un seul canal radio à la fois
- Légère interruption de la communication
  - ➔ GSM

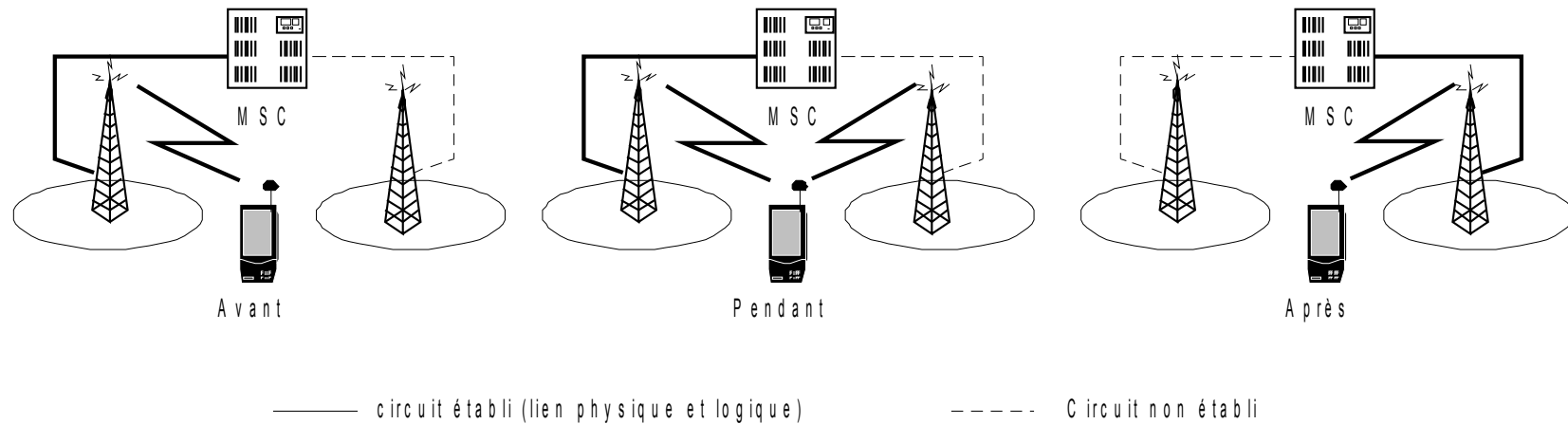


## Principes du déroulement du hard handover

- ❑ Suspension des opérations normales sauf pour la couche gestion des ressources radio
- ❑ Déconnexion du lien de signalisation et du TCH éventuel
- ❑ Déconnexion et désactivation des canaux alloués précédemment et leur libération
- ❑ Activation de nouveaux canaux et leur connexion si nécessaire
- ❑ Déclenchement de l'établissement d'une connexion de liaison de données sur les nouveaux canaux



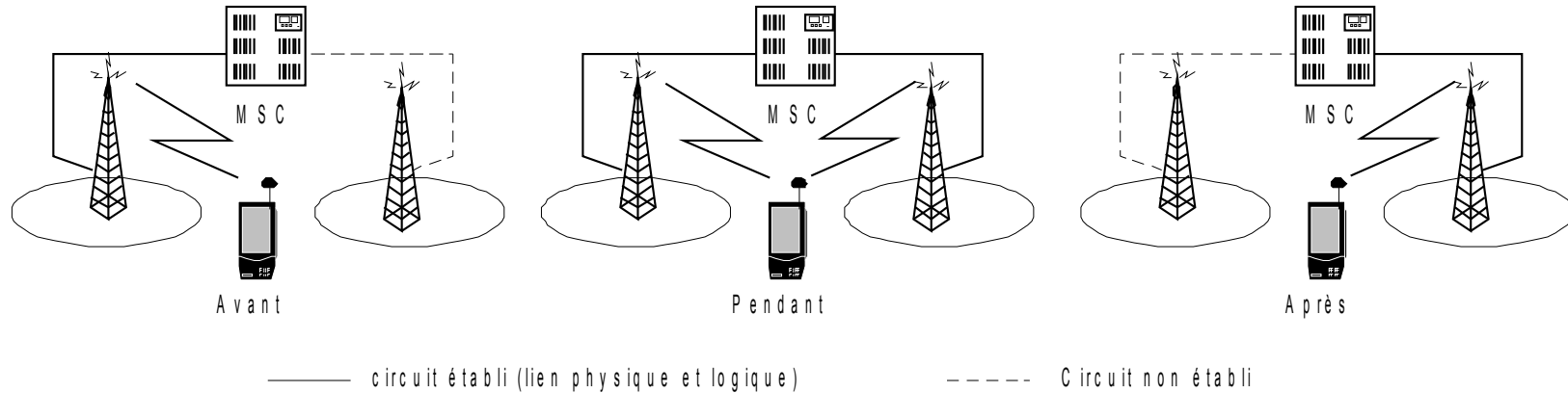
# Seamless handover



- Qualité de service maintenue
- Probabilité de coupure minimisée
- Consommation supérieure des ressources
  - ➔ DECT



# Soft handover



- ❑ Les 2 liens et les 2 flux sont actifs simultanément pendant un court laps de temps
- Qualité de service offerte à l'utilisateur
- Charge élevée au niveau réseau
- Charge élevée sur l'interface radio
  - ➔ Système CDMA et 3<sup>ème</sup> génération (UMTS)

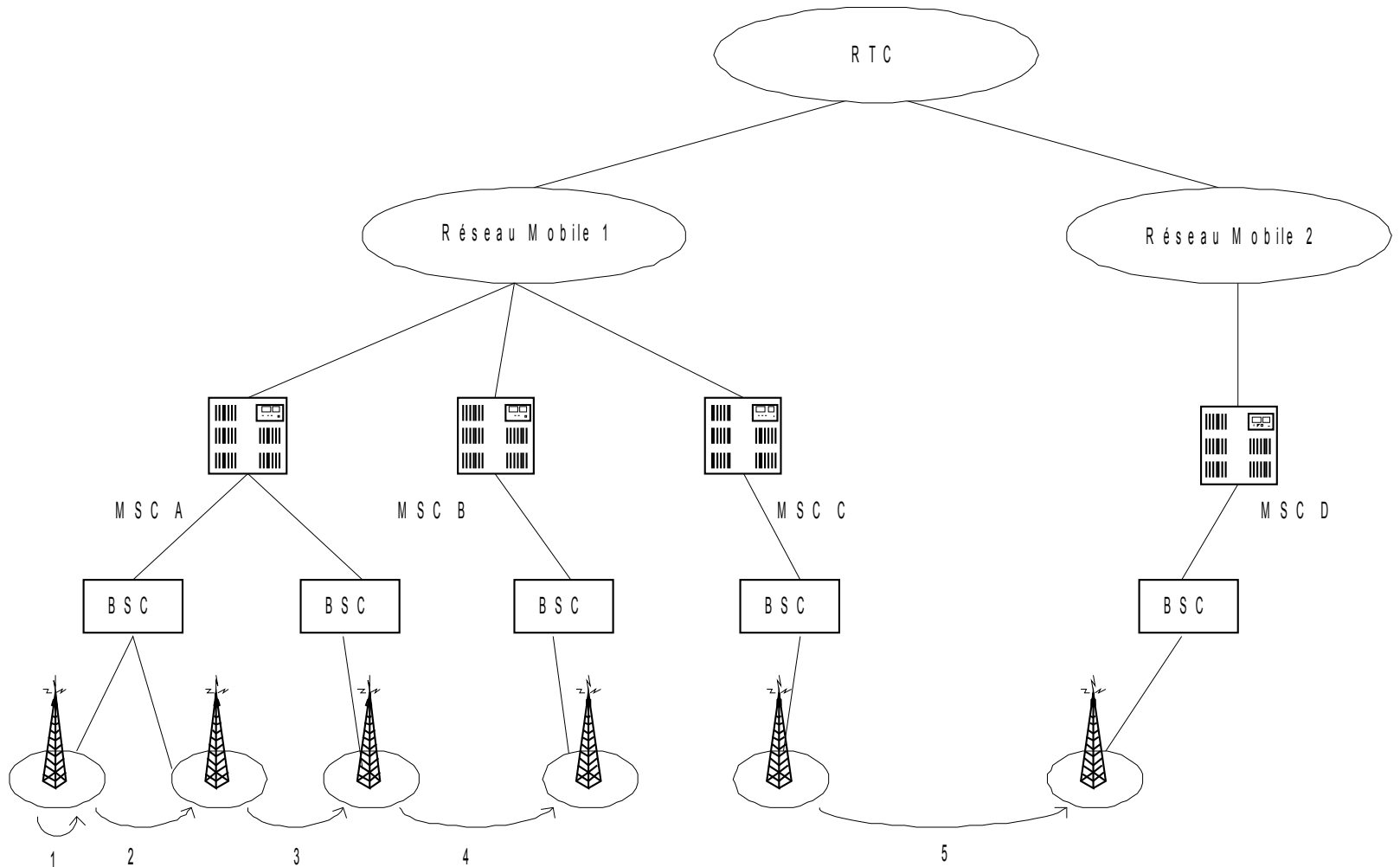


## Backward/Forward Handover

- Etablissement nouveau lien = messages entre mobile et BS cible
- ⇒ échange via ancien lien : *backward handover*
  - i.e. lien établit à partir de l'ancienne BS
  - moins rapide que la solution suivante
  - gestion plus optimale des ressources radio
    - ↳ GSM
- ⇒ échange vers la BS cible : *forward handover*
  - i.e. lien établit depuis la nouvelle BS
  - nécessité pour le mobile de contrôler le handover
    - ↳ DECT



# Différents handovers



- 1: HO Intra-cellulaire
- 2: HO Intra-BSC
- 3: HO Intra-MSC
- 4: HO Inter-MSC
- 5: HO Inter-Réseau



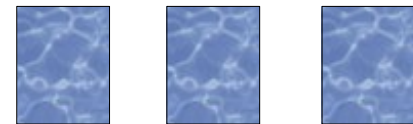
## Evaluation - procédure de HO

- ❑ Nombre de tentatives de handover
- ❑ Probabilité d'échec
- ❑ Handovers *ping-pong*
- ❑ Durée de déroulement de handover
- ❑ Lieu de déclenchement du handover
- ❑ Nombre de handovers
- ❑ Quantité de ressources consommées



# Mobilité réseau

- ❑ **Processus de sélection/resélection de cellules**
  - réception par le mobile d'infos venant du réseau et choix d'une cellule d'accès
  
- ❑ **Gestion de la localisation (itinérance)**
  - connaître plus ou moins précisément la position des mobiles



# Sélection/resélection de cellules

- Choisir une cellule du réseau pour
  - enregistrer les infos diffusées par le réseau aux mobiles
  - signaler ses mouvements au réseau
  - être prêt à se connecter au réseau en cas de communication
- nécessité d'être en état de veille
- Processus optimisé car utilisation du terminal impossible simultanément



## Sélection/resélection...

- infos diffusées + mesures des signaux reçus
  - choix d'une station de base privilégiée

### Remarque:

- *Sélection* = à la mise sous tension du mobile
- *Resélection* = lors du déplacement
- Mais la même procédure de choix de cellule





# Étapes du processus

- ❑ Écoute de *toutes* les voies balises
- ❑ Sélection d'un certain nombre de cellules parmi les plus puissantes
- ❑ Recueil des infos diffusées : état des cellules, paramètres d'accès, de handovers, info de synchronisation, localisation, PLMN, etc.
- ❑ Enregistrement éventuel dans la zone de localisation
- ❑ Choix d'une cellule (*suitable cell*)



# Paramètres utilisés

- ❑ Mesure périodique chaque porteuse BCCH (moyenne sur 5 mesures) :
  - ❑ Niveau de signal reçu
  - ❑ État de la cellule
  - ❑ Identité du réseau
  - ❑ Zone géographique
  - ❑ Temporisation



## Activités du mobile ?

- ❑ Pendant l'état de veille et une fois la localisation effectuée :
  - ❑ Calage sur voie balise
  - ❑ Attente d'un éventuel appel (PCH)
  - ❑ Prêt à émettre (RACH)
  - ❑ Surveillance constante pour détecter une sortie de cellules



# Resélection

- ❑ Sur événements :
  - ❑ Mobile ne reçoit plus de messages de signalisation de la cellule sélectionnée
  - ❑ Existe une *meilleure* cellule
  - ❑ Cellule sélectionnée passe dans l'état barrée
  - ❑ PLMN non détecté
  - ❑ Changement de zone de localisation
  - ❑ Echec lors d'une tentative d'accès au réseau



# Gestion de la localisation

2 points sont abordés :

- ❑ la *localisation* : permet au système de connaître la position d'un mobile à chaque instant
  - ❑ la *recherche d'abonné* qui permet au système de retrouver un mobile
- ➔ Mécanismes antagonistes du point de vue consommation des ressources !



## Niveau 0

Sans localisation, recherche dans tout le réseau

- ❑ Lors d'un appel : messages de *paging* à destination des mobiles émis par toutes les stations de base (*flooding algorithm*)
- ❑ i.e. pas de gestion de mobilité !!!
  - ➔ Téléphone de voiture (1ère génération)
- Simplicité de gestion
- Saturation de la ressource radio



## Localisation manuelle

- ❑ Localisation laissée à l'initiative de l'abonné
  - ➔ Système CT2 (Bibop par France Telecom)
- ❑ Recherche de l'abonné auprès de la borne puis aux bornes voisines (*îlots de bornes*)
  
- Simplicité : gestion d'un indicateur de position courante
- Intervention manuelle de l'utilisateur



# Réseau de signalisation

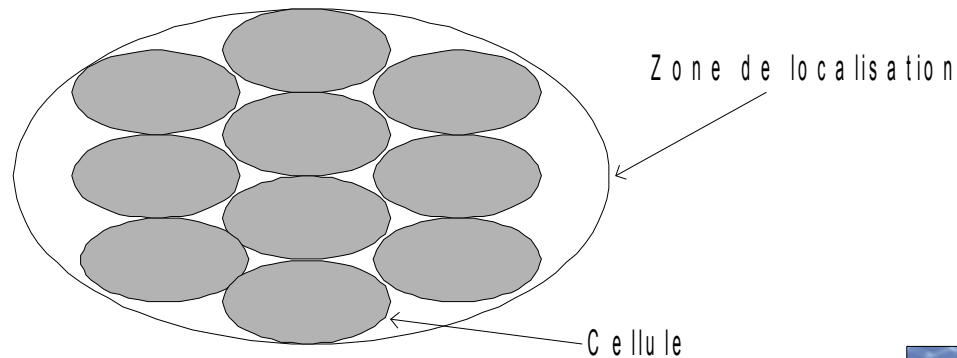
- ❑ un réseau de signalisation (*réseau de paging*)
- ❑ un réseau de transport de données usager
- ➔ Utilisation d'un système de radiomessagerie
  
- ➔ chaque réseau est optimisé indépendamment
- ➔ le trafic de mise-à-jour est quasi-nul
- ➔ infrastructure de gestion de mobilité (bd) éliminée
- ➔ Gaspillage des ressources due à l'utilisation d'un second réseau





## Zones de localisation

- ❑ But : automatiser la gestion de la localisation
- ❑ Recherche d'un abonné uniquement dans sa zone de localisation  $\Rightarrow$  coût du *paging* moins important
- ❑ maj périodique ou sur changement de zone
- ❑ Stockage de l'information dans une base de données centralisée



# Méthode hybride

## ❑ GSM :

- Mise à jour de localisation à l'initiative du mobile
- méthode de mise à jour de localisation sur changement de zone
- méthode de mise à jour de localisation périodique (période contrôlée par la voie balise BCCH)

## ❑ Identification d'une zone de localisation :

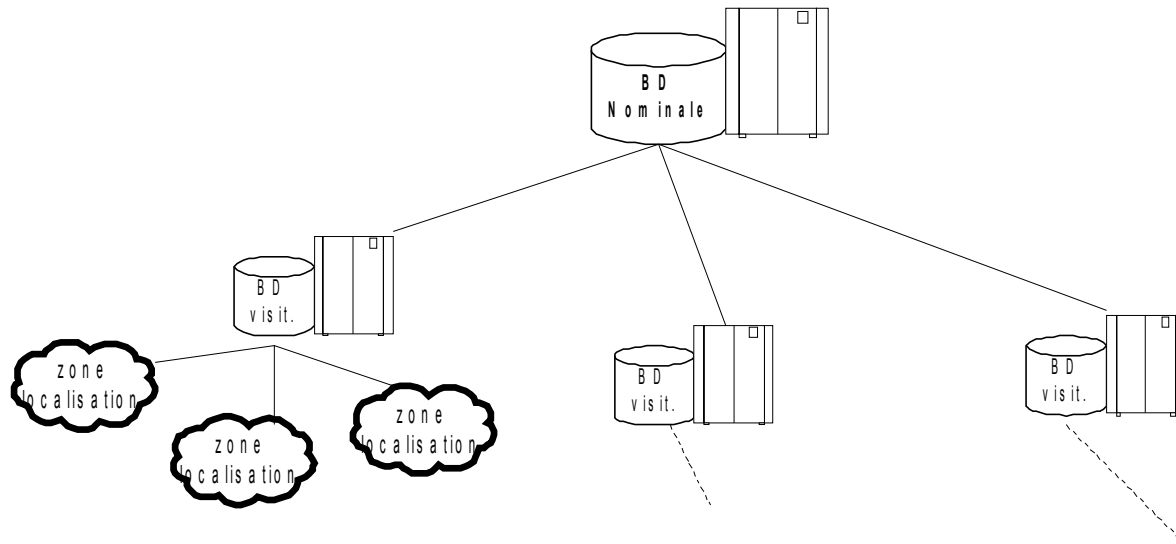


LAI (*Location Area Identification*)



# Architecture de BD 's

- ❑ Infos de localisation stockées dans deux types de bases de données :
  - ❑ les bases de données nominales
  - ❑ les bases de données visiteurs



## BD nominale

- ❑ Une seule entité logique dans le réseau
- ❑ Stockage d'informations abonnés :
  - ❑ nom, numéro, droits d'accès, sécurité, etc.
  - ❑ la localisation courante de l'abonné !
- ❑ Dans GSM : HLR (*Home Location Register* )



## BD visiteur

- ❑ Plusieurs dans le réseau
- ❑ Stocke les informations des utilisateurs enregistrés dans les zones de localisation dépendant de cette BD
  - ❑ zone de localisation courante
- ❑ Dans GSM : VLR (*Visitor Location Register*)



# Hiérarchie des BD's GSM

- Hiérarchie des éléments intervenant dans la localisation GSM

