

Chapitre 1

Les environnements mobiles

1.1 Introduction

L'évolution rapide de la technologie dans le domaine de la communication sans fil, a permis à des usagers munis d'unités de calcul portables d'accéder à l'information indépendamment des facteurs : temps et lieu. Ces unités, qui se communiquent à travers leurs interfaces sans fil [IMI 94], peuvent être de diverses configurations : avec ou sans disque, des capacités de sauvegarde et de traitement plus ou moins modestes et alimentés par des sources d'énergie autonomes (batteries). L'environnement de calcul résultant est appelé *environnement mobile* (ou nomade). Cet environnement n'astreint plus l'utilisateur à une localisation fixe, mais lui permet une libre mobilité tout en assurant sa connexion avec le réseau [BAD 98].

Les environnements mobiles permettent une grande flexibilité d'emploi. En particulier, ils permettent la mise en réseau des sites dont le câblage serait trop onéreux à réaliser dans leur totalité, voire même impossible (par exemple en présence d'une composante mobile). On cite l'exemple du projet hollandais NAFIN (Netherlands Armed Forces Integrated Network), qui a visé d'améliorer les performances des forces militaires de l'air et marines, en intégrant la technologie des réseaux sans fil [IBM 98].

L'environnement mobile offre beaucoup d'avantages par rapport à l'environnement habituel. Cependant de nouveaux problèmes peuvent apparaître (le problème de routage par exemple), causés par les nouvelles caractéristiques du système. Les solutions conçues pour les systèmes distribués avec uniquement des sites statiques, ne peuvent pas donc être utilisées directement dans un environnement mobile. De nouvelles solutions doivent être trouvées

pour s'adapter aux limitations qui existent, ainsi aux facteurs qui rentrent dans le jeu lors de la conception.

Ce chapitre a pour but de présenter l'environnement mobile, et les principaux concepts liés à ce nouvel environnement. Le chapitre introduit la technologie de communication sans fil utilisée par les réseaux mobiles; pour cela nous détaillons quelques principales notions nécessaires à la compréhension de ces systèmes. Le modèle de l'environnement étudié - dans ce chapitre - n'exclue pas l'existence d'une infrastructure préexistante (un ensemble de stations liées par un réseau filaire) puisque l'esprit de la communication est la même pour tous les réseaux mobiles. Le chapitre est essentiellement inspiré de [BAD 98].

1.2 Les environnements mobiles

Un environnement mobile est un système composé de sites mobiles et qui permet à ses utilisateurs d'accéder à l'information indépendamment de leurs positions géographiques. Les réseaux mobiles ou sans fil, peuvent être classés en deux classes : les réseaux avec infrastructure et les réseaux sans infrastructure.

Le modèle de système intégrant des sites mobiles et qui a tendance à se généraliser, est composé de deux ensembles d'entités distinctes : les "sites fixes" d'un réseau de communication filaire classique (wired network), et les "sites mobiles" (wireless network) [IMI 94]. Certains sites fixes, appelés stations support mobile (Mobile Support Station) ou station de base (SB) sont munis d'une interface de communication sans fil pour la communication directe avec les sites ou unités mobiles (UM) , localisés dans une zone géographique limitée, appelée cellule (voir figure 1.1).

A chaque station de base correspond une cellule à partir de laquelle des unités mobiles peuvent émettre et recevoir des messages. Alors que les sites fixes sont interconnectés entre eux à travers un réseau de communication filaire, généralement fiable et d'un débit élevé. Les liaisons sans fil ont une bande passante limitée qui réduit sévèrement le volume des informations échangées [DUC 92].

Dans ce modèle, une unité mobile ne peut être, à un instant donné, directement connectée qu'à une seule station de base. Elle peut communiquer avec les autres sites à travers la station à laquelle elle est directement rattachée. L'autonomie réduite de sa source d'énergie, lui occasionne de fréquentes déconnexions du réseau; sa reconnexion peut alors se faire dans un environnement nouveau voire dans une nouvelle localisation.

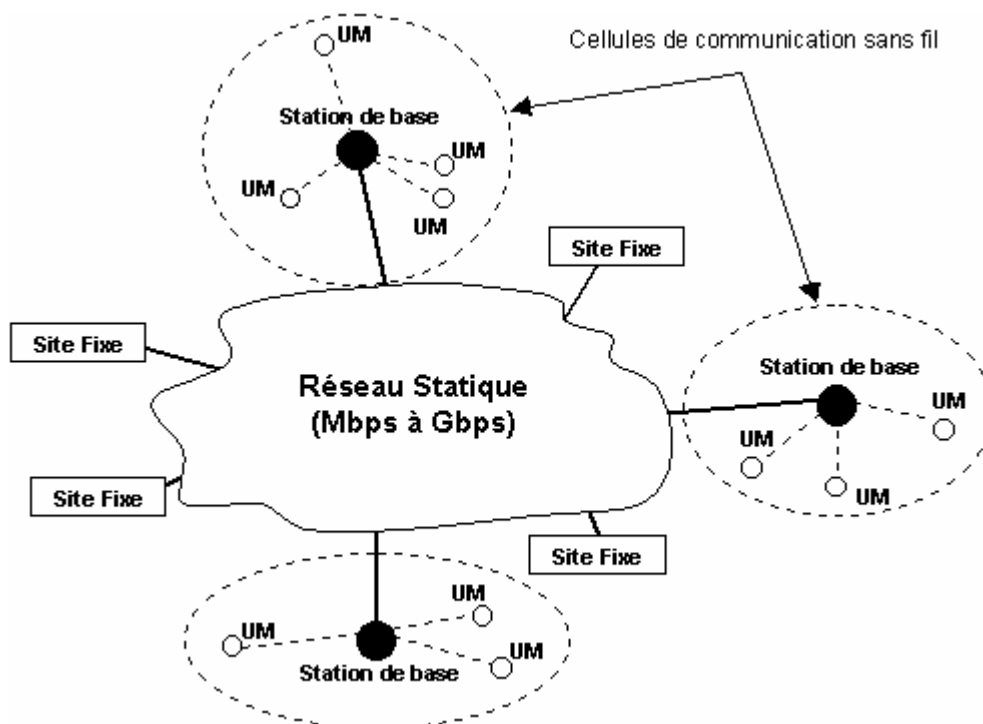


Figure 1.1 : Le modèle des réseaux mobiles avec infrastructure.

Le modèle de réseau sans infrastructure préexistante ne comporte pas l'entité "site fixe", tous les sites du réseau sont mobiles et se communiquent d'une manière directe en utilisant leurs interfaces de communication sans fil (voir figure 1.2). L'absence de l'infrastructure ou du réseau filaire composé des stations de base, oblige les unités mobiles à se comporter comme des routeurs qui participent à la découverte et la

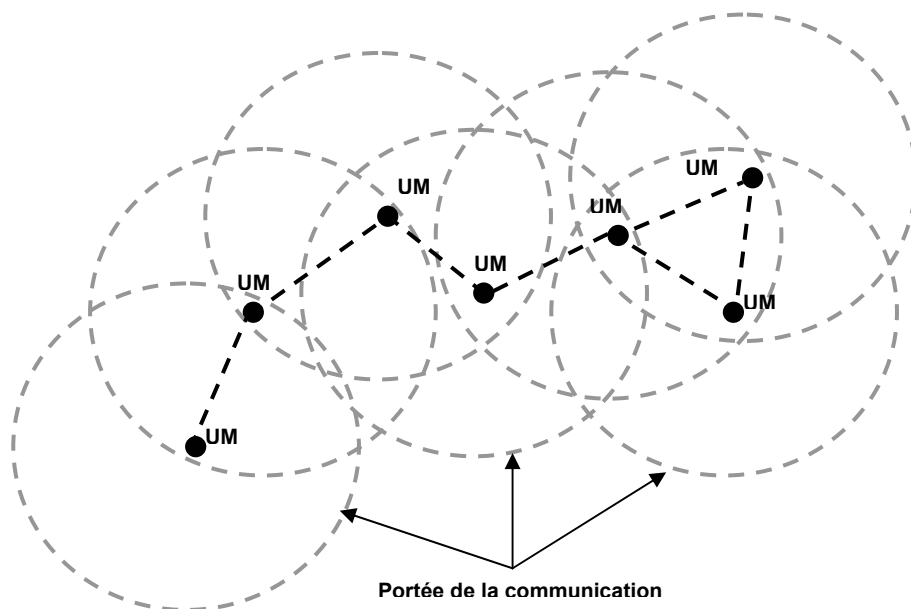


Figure 1.2 : Le modèle des réseaux mobiles sans infrastructure.

maintenance des chemins pour les autres hôtes du réseau.

La mobilité et la portabilité offertes par les environnements mobiles, permettront le développement de nouvelles classes d'applications : services d'informations avec accès à diverses bases de données en tout lieu et en tout temps (pages jaunes, distribution, spectacles, ...etc.) et des applications dites verticales relevant de domaines spécifiques : compagnies de location, localisation d'employés dans une entreprise [BAD 98] ...etc.

La messagerie électronique connaîtra un développement spectaculaire ; les usagers munis de communicateurs pourront envoyer et recevoir des messages de n'importe où et les nouvelles électroniques leurs seront délivrées en fonction de leurs profils respectifs [IMI 92]. La permanence de la connexion des usagers aux réseaux d'information, indépendamment de leurs positions géographiques contribuera au développement des applications coopératives [DAV 92, DAV 93, IMI 94].

1.3 Caractéristiques physiques des unités mobiles

Il est à prévoir que l'émergence d'un marché massif du calcul mobile, que la plupart des auteurs situent autour de la fin de cette décennie, sera basée sur des applications orientées vers des services d'information et de messagerie, et verra le développement de diverses configurations d'unités mobiles plus ou moins évoluées.

Les configurations existantes, bien que diverses, se décomposent essentiellement en deux classes : les ordinateurs de poche (*palmtops*), avec une fréquence d'horloge qui oscille entre 8 et 20 Mhz, une RAM de 1 Moctets à 4 Moctets et une ROM de 512 Koctets à 2 Moctets, sont généralement comparable à celle d'un ordinateur personnel (PC) de bureau avec une capacité mémoire de 2 à 8 Moctets et une fréquence d'horloge de 15 à 20 Mhz [FOR 94].

1.4 L'utilisation des ondes radio dans la communication sans fil

La transmission radio utilisée dans la communication sans fil des unités mobiles, est basée sur le principe que l'accélération d'un électron crée un champ électromagnétique qui à son tour accélère d'autres électrons et ainsi de suite. Il est alors possible de provoquer le déplacement électromagnétique. Plus le nombre d'électrons déplacés est important, plus le signal est fort et plus sera grande sa portée, avec une vitesse proche de celle de la lumière [WAY 93].

Un déplacement coordonné d'électrons peut alors servir pour le transfert d'information et constitue la base de la communication sans fil. L'approche standard de la transmission radio est le déplacement des électrons à une fréquence donnée. Des techniques de modulation et de multiplexage permettent d'adapter les signaux transmis à la bande passante du support de communication et de rentabiliser son utilisation.

Deux signaux sur la même fréquence interfèrent et s'altèrent mutuellement. Pour y remédier le spectre de fréquence est divisé en plusieurs parties (bandes de fréquence), chaque partie est dédiée à une utilisation spécifique. La taille limitée du spectre de fréquence impose donc le regroupement d'utilisateurs dans des bandes étroites comme dans le cas de la radio cellulaire. Par exemple, la bande de 25 Mhz à 890 Mhz est réservée aux émissions de télévision et la bande supérieure à 890 Mhz pour la téléphonie cellulaire et la transmission par satellite. Au lieu d'allouer à chaque appel la totalité de la fréquence, la technologie cellulaire limite la puissance du signal au minimum nécessaire; ce qui réduit les limites des interférences à une région de taille réduite autour de la station d'émission. Deux stations d'émission / réception situées dans des régions différentes suffisamment éloignées les unes des autres, peuvent utiliser la même fréquence sans risque d'interférence.

1.5 La fiabilité de la communication sans fil

La communication sans fil est moins fiable que la communication dans les réseaux filaires. La propagation du signal subit des perturbations (erreurs de transfert, micro-coupure, timeout) dues à l'environnement, qui altèrent l'information transférée. Il s'ensuit alors, un accroissement du délai de transit de messages à cause de l'augmentation du nombre de retransmissions. La connexion peut aussi être rompue ou altérée par la mobilité des sites.

Un usager peut sortir de la zone de réception ou entrer dans une zone de haute interférence. Le nombre d'unités mobiles dans une même cellule (dans le cas des réseaux cellulaires), par exemple lors d'un rassemblement populaire, peut entraîner une surcharge du réseau.

L'une aussi des limites de la communication sans fil vient de la relative faiblesse de la bande passante des technologies utilisées. On distingue les réseaux utilisant l'infrarouge avec un débit de 1Mbps, la communication radio avec 2Mbps et le téléphone cellulaire avec 9 à 14 Kbps. La bande passante est évidemment partagée entre les utilisateurs d'une même cellule. Pour augmenter la capacité de service d'un réseau, deux techniques sont utilisées : la technique de recouvrement des cellules sur différentes longueurs d'ondes et celle qui réduit la portée du signal pour avoir plus de cellules mais de rayon moindre couvrant une région donnée. Chaque cellule est généralement subdivisée en sept cellules dont le rayon r est égal au tiers de celui de la cellule de départ. Deux cellules peuvent utiliser la même fréquence f_i , si la distance d qui les sépare est au moins égale à trois fois le rayon r de la cellule (figure 1.3). Cette dernière technique est généralement plus utilisée à cause de sa faible consommation d'énergie et une meilleure qualité du signal.

1.6 La communication cellulaire

La configuration standard d'un système de communication cellulaire est un maillage (grid) de cellules hexagonales (voir figure 1.3) [HIL 95]. Initialement, une région peut être couverte uniquement par une seule cellule. Quand la compétition devient importante pour l'allocation des canaux, la cellule est généralement divisée en sept cellules plus petites, dont le rayon est égal à un tiers du rayon de la cellule de départ. Cette subdivision peut être répétée et l'on parle alors de systèmes microcellulaires. Les cellules adjacentes dans le maillage doivent utiliser des fréquences différentes, contrairement à celles qui sont situées sur les côtés opposés du maillage et qui peuvent utiliser la même fréquence sans risque d'interférence. La subdivision des cellules

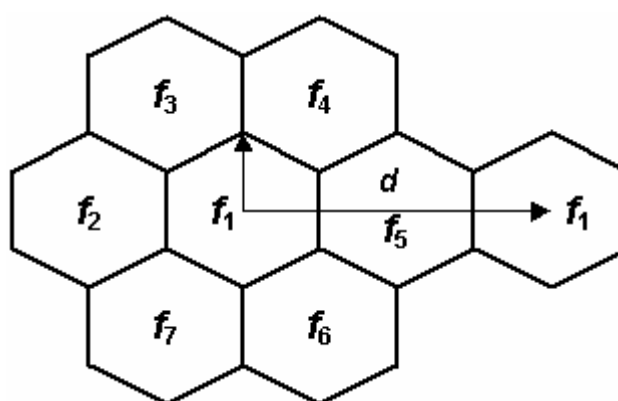


Figure 1.3 : Le principe de réutilisation de fréquence.

1.7 Quelques éléments de l'infrastructure sans fil

Les réseaux informationnels de demain dits PCN (Personal Communication Network) intégreront une large variété de services (voix, données, multimédia ... etc.) offerts aux usagers indépendamment de leur position géographique. L'architecture générale de ces réseaux, bien qu'encore en débat, sera construite autour des infrastructures déjà existantes telles que :

Les réseaux téléphoniques cellulaires (à l'avenir microcellulaires) reliés au réseau téléphonique public.

Les réseaux locaux traditionnels tels Ethernet, étendus à la communication sans fil, et reliés à des réseaux plus étendus de type LAN, WAN, Internet, ... etc.

Les architectures orientées vers des services spécialisés fournis par diffusion sur des portions d'ondes radio en modulation de fréquence ou par des satellites à des usagers munis de terminaux spéciaux [PIT 93, IMI 94].

La même unité mobile peut, en principe, interagir avec les trois types d'infrastructures à différents moments, par exemple, en se déplaçant de l'intérieur d'un bâtiment où elle interagit avec un réseau local pourvu d'une interface de

communication sans fil, à l'extérieur du bâtiment où elle interagit avec le réseau téléphonique cellulaire.

1.8 Conclusion

Ce chapitre a été axé sur le concept des *environnements mobiles* et l'utilisation de la technologie de communication sans fil. L'évolution rapide qu'a connue la technologie sans fil récemment, a permis l'apparition de nouveaux systèmes de communication qui offrent plus d'avantages par rapport aux systèmes classiques. Les nouveaux systèmes n'astreignent plus l'utilisateur à une localisation fixe, mais lui permettent une libre mobilité.

La compréhension parfaite de la communication utilisée dans le nouvel environnement, nécessite la compréhension des notions de base de la technologie sans fil comme l'utilisation des ondes radio, la notion de bande passante, la réutilisation des fréquences, la portée d'une unité mobile ... etc. Le but de ce chapitre a été de donner un aperçu général sur cette technologie qui ne cesse pas de croître.

Les environnements mobiles sont caractérisés par de fréquentes déconnexions et des restrictions sur les ressources utilisées, surtout si tous les utilisateurs du système sont mobiles ce qui est le cas pour les réseaux ad hoc. Ces limitations transforment certains problèmes, ayant des solutions évidentes dans l'environnement classique, en des problèmes complexes et difficiles à résoudre. Parmi ces problèmes figure le problème de routage que nous allons discuter dans le reste de ce document.