

Structure du réseau

et

Conception

Mr. Moumoulidis, OTE



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**



Structure du réseau et conception

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION
2. STRUCTURE DE RESEAU
 - 2.1 Réseau Local
 - 2.2 Réseaux analogiques a moyenne distance
 - 2.3 Réseau International
3. STRUCTURE DU RESEAU LOCAL & CONCEPTION
 - 3.1 Généralités
 - 3.2 Réseaux de lignes d'abonné
 - 3.3 Réseau de jonction et interurbain
 - 3.4 Conception des réseaux locaux
4. RESEAU LONGUE DISTANCE
 - 4.1 Nomenclature
 - 4.2 Systèmes de transmission interurbain
5. RESEAUX HIERARCHIQUES ET NON HIERARCHIQUES
 - 5.1 Réseaux hiérarchiques
 - 5.1.1 Types de routes
 - 5.1.1.1 Routes directes
 - 5.1.1.2 Route tandem
 - 5.1.1.3 Route de débordement
 - 5.1.2 Plan hiérarchique d'acheminement
 - 5.2 Réseau non hiérarchique
 - 5.2.1 Introduction
 - 5.2.2 Principes de l'acheminement des réseaux non hiérarchiques

1. INTRODUCTION

La planification devient plus efficace si nous avons une connaissance complète de la structure du réseau que nous étudions. Ceci permet aux planificateurs

- de collecter les données fiables pour le réseau concerne;
- de projeter des scénarios pratiques;
- de déterminer les systèmes de transmission et de commutation à utiliser;
- de déterminer les systèmes de transmission et de commutation à utiliser.

L'objectif de cet article est de donner une description brève des réseaux suivant qui constituent les trois grands types de réseaux:

- Réseaux des zones métropolitaines
- Réseaux des zones rurales
- Réseaux National (Longue distance) et international

On présentera un aperçu de la structure des réseaux locaux (réseaux d'abonnés et de jonction) puisque cela représente une proportion importante du coût d'investissement. Le texte donnera à la fin une description générale des réseaux appelés hiérarchiques et non hiérarchiques. Surtout de donner le dernier type qui est la conséquence de l'avènement de la technologie SPC et spécialement de la technologie numérique dans la commutation. Les systèmes de commutation numériques SPC favorisent un réseau non hiérarchique, c-a-d, que le trafic n'est pas nécessairement écoulé par des centres spécifiques prédéterminés. Cette nouvelle possibilité augmente l'efficacité des systèmes de commutation numérique et faire des économies contrairement au réseau hiérarchique conventionnel.

2. STRUCTURE DU RESEAU

2.1 Réseaux Locaux

Les réseaux locaux sont divisés en trois sous catégories, selon la taille de la zone et l'importance du développement urbain.

a) Réseaux Ruraux

Les principales caractéristiques de ce type de réseau est la grande dispersion d'abonnés autour d'une petite ville ou d'une ville de taille moyenne. Là il y a des alternatives limitées des emplacements des centraux. Les lignes d'abonnés sont beaucoup plus longues que celles des zones urbaines ou métropolitaines et dans ce cas on demande un matériel spécial de transmission pour fournir le service téléphonique. Ce matériel est:

- Les multiplexeurs EDM et TDM
- Les concentrateurs de lignes (type conventionnel ou électronique)
- Lignes à fil ouvert
- Liaisons radio

b) Réseaux Urbains

Ces réseaux sont caractérisés par le fait que plusieurs centraux principaux locaux sont nécessaires auxquels les abonnés sont directement reliés. Des études de planification sont indispensables pour trouver les emplacements optimaux les zones et les capacités des centraux.

c) Grands réseaux métropolitains

Ces réseaux sont caractérisés par une concentration d'abonnés dans les zones du réseau. Pour faciliter la connexion des abonnés, il faut un grand nombre de centres locaux. Des études de planification sont nécessaires pour optimiser le réseau.

2.2 Réseaux à moyen et longues distances

Les réseaux à moyenne et longue distance relient des zones locales différentes. Ce genre de réseaux est généralement hiérarchique avec un, deux ou trois niveaux dépendant du nombre de ces zones et du trafic total réalisé dans le réseau.

2.3 Réseau International

Ce réseau comprend les centres de transit international et les liaisons de transmission avec d'autres pays.

3. STRUCTURE DU RESEAU LOCAL & CONCEPTION

3.1 Généralités

Les systèmes de commutation locale, le matériel extérieur des jonctions et les circuits d'abonné créent le réseau local. En figure-1 on montre un réseau local d'une petite zone métropolitaine. Quelques termes utiles sont donnés ici pour ces réseaux:

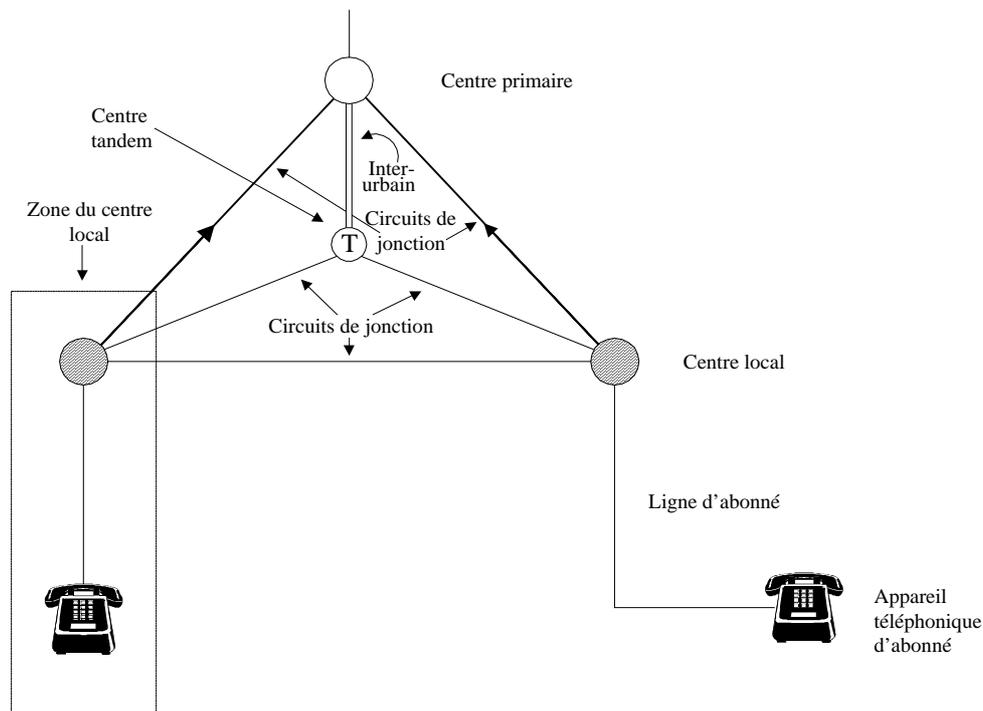


Fig. 1
Réseau local avec deux centres locaux

- centres locaux.
Ce sont des centres auxquels les abonnés sont connectés.
- ligne d'abonné.
C'est la ligne reliant l'appareil téléphonique au centre local.
- zone du centre local.
C'est la zone du centre local et le réseau d'abonné.
- circuit de jonction direct.
Ce sont les circuits entre deux centres locaux.
- centre primaire.
C'est le centre auquel les centres locaux sont reliés et à travers lequel les connecteurs des circuits (longue distance) sont exécutés.
- circuit de jonction interurbain.
C'est le réseau de jonction entre les centres locaux et leur centre primaire, qui peuvent participer à des connexions de longue distance (y inclue l'international).
- centre tandem.
C'est le centre à travers lequel le trafic aux autres centraux est servi.

3.2 Réseaux de lignes d'abonnés

Ce réseau connecte les abonnés aux centres locaux. On montre en fig. 2 un schéma du réseau de ligne d'abonné.

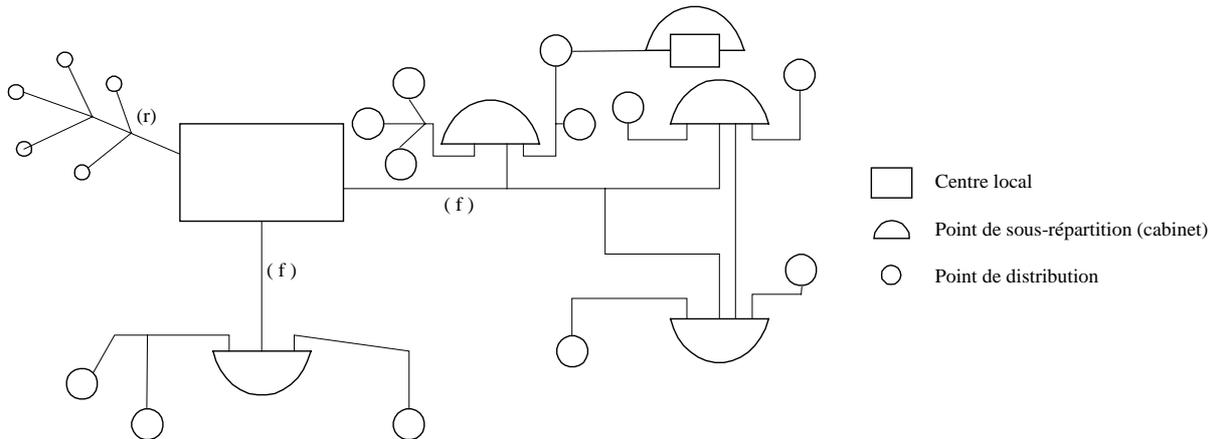


Fig. 2
Réseau de ligne d'abonné

Le réseau montre au dessus consiste en:

- **Cadre principal de distribution (MDF)**
La connexion du trame dans un centre téléphonique dans lequel terminent les paires de câble et le multiple du central. Il est donc arrange que chaque paire de câble peut être sous-repartie a n'importe quel nombre de centraux multiples.
- **Point de sous répartition (CCP)**
C'est l'équipement qui permet, par le biais des files mêlés ou équivalents, de relier une paire d'entrée a n'importe quelle paire de sortie.
- **Point de distribution (DP)**
C'est le dernier point du câble du réseau de la zone du central a partir du quel les paires sont distribuées aux abonnés individuels.
- **Câble principal**
C'est le câble, en général de grandes paires, permettant la connexion du central au point de sous-répartition.
- **Câble de distribution**
C'est le câble qui sert un point de distribution ou le câble entre deux points de connexion croises
- **Câble de liaison**
C'est le câble qui contient des paires de liaison pour donner la flexibilité entre deux points de sousrépartition.
- **Ligne de service de l'abonne.**
C'est la partie de la ligne d'abonné entre le point de distribution et le téléphone, abstraction faite sur la méthode et le matériel utilise.

On peut distinguer deux types de réseaux locaux:

- **Réseaux rigides**
Dans un réseau rigide tous les conducteurs sont prolonges électriquement d'une section a câble a une autre grâce aux joints : c-a-dire que les conducteurs sont solidement relies et toutes les paires sont donc engagées de MDF a DP (c'est la partie du réseau caractérisée par (r) sur la figure 2)
- **Réseau flexible**

Dans un réseau flexible, le réseau des lignes d'abonné est divisé en sections séparées (câble principal et les sections de câble de distribution) grâce aux points de sous-répartition où les connexions peuvent ou ne pas être faites systématiquement à l'avance.

3.3 Réseau de jonction et interurbain

Comme il a été dit dans le paragraphe précédent les réseaux de jonction et interurbain sont bien demandés pour servir le trafic entre centres locaux et centres locaux et centres primaires. Pour le réseau de jonction on peut faire les distinctions suivantes:

- Réseau en étoile

Un nombre de centraux est appelé à former un vrai réseau en étoile lorsque la seule connexion possible entre eux se fait à travers un seul tandem ou centre de transit auquel tous les centres sont connectés (voir fig.3)

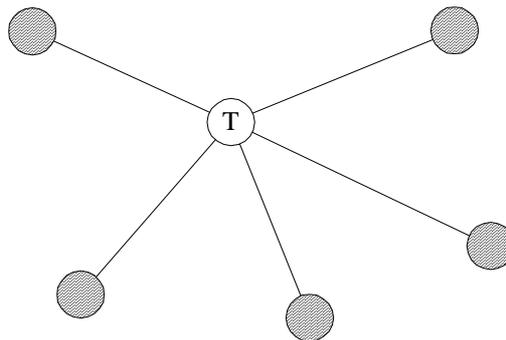


Fig. 3
Réseau en étoile

Un double réseau en étoile est composé d'une série de centraux connectés en étoile dont les centraux tandem sont reliés en étoile vers un centre principal (super tandem) (voir fig 4)

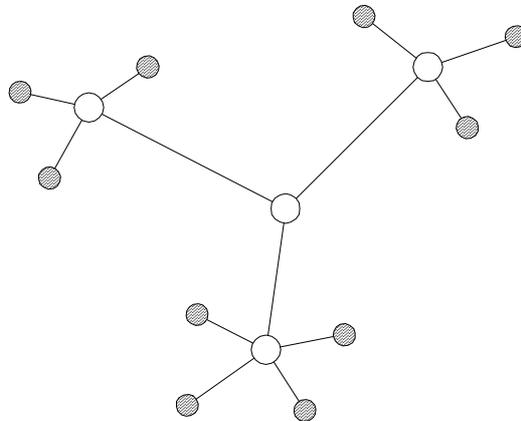


Fig. 4
Un double réseau en étoile

- Réseau maille

L'opposé d'un réseau en étoile est un réseau complètement maille dans lequel chaque centre est connecté à tous les autres et la seule connexion entre les centraux est la connexion directe. Voir figure 5.

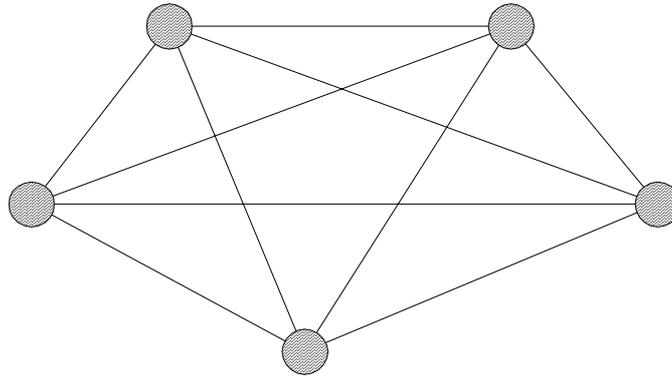


Fig. 5
Un réseau complètement maille

- Réseau en étoile et maille

Le réseau de jonction et interurbain est soumis à l'optimisation, ce qui implique un compromis entre les deux formes (la forme en étoile et celle maillée) mais gardant quelques caractéristiques des deux. Par exemple une série de centres majeurs peut être connectée en maille mais chacun a un point de commutation donnant accès à des centres mineurs dans la connexion en étoile qui l'entoure (voir fig.6)

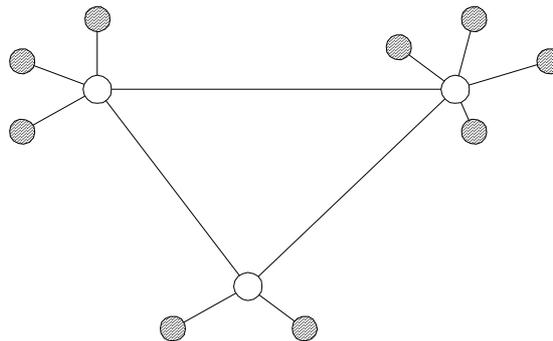


Fig. 6
Un compromis du réseau en étoile et maille

3.4 Conception des réseaux locaux

La conception des réseaux locaux inclut :

- l'emplacement des nouveaux centres
- l'emplacement des unités de raccordement d'abonnés distants (RSU)
- taille des réseaux d'abonnés
- taille des circuits de jonction entre les centres locaux et les types des routes
- détermination des centres tandem

Pour l'étude des réseaux locaux il est nécessaire de connaître non seulement le nombre des lignes dans les villes ou le district, mais aussi leurs distributions au-delà des zones, et si possible faire une prévision séparée pour chaque bloc considéré. À partir de ces données on peut déterminer les emplacements des centraux, les emplacements des RSU, et le nombre de lignes en service dans chaque emplacement pour les dates prévues. Les valeurs du trafic et sa distribution permettent la détermination des emplacements des centraux sous forme d'estimations des besoins en jonctions. Cependant le coût du réseau de jonction n'est pas un facteur déterminant dans l'emplacement des centraux.

A partir des résultats d'emplacement des centraux on peut faire une estimation de la matrice de trafic. A partir de cette matrice de trafic on peut déterminer la dimension des réseaux de jonction, les types des routes et aussi le nombre et l'emplacement des centres tandem. Concernant les périodes déterminées, un plan fondamental de 20 ans semble raisonnable. Les plans intermédiaires peuvent être étalés sur une période de 10 à 15 ans. Les plans intermédiaires constituent une étapes économique entre les réseaux existants et les réseaux futurs souhaites. En général cela simplifie beaucoup de problèmes parce qu'un nombre d'alternatives peuvent être proposées lors d'une première étude, quoique parfois surgissent de nouveaux problèmes a cause des incompatibilités entre les équipements proposes actuels et futurs.

4. RESEAUX A LONGUE DISTANCE

Une grande affluence du trafic et des circuits a coût inférieur favorisent des connexions a maille entre les centraux. C'est la règle dans les réseaux locaux ou il y a des zones avec de gros centraux et des distances courtes entre eux. Contrairement au réseau de longue distance, là l'affluence du trafic n'est pas grande et le coût du circuit est très élevé. Il résulte de cet argument que le réseau interurbain est plus un réseau en étoile qu'un réseau maille.

4.1 Nomenclature

Il y a beau coup de confusion dans les termes appliques aux systèmes a longue distance. Le terme "longue distance" est pris pour le terme américain "Toll" et de l'anglais "Trunk". Le terme "jonction" est utilise pour une connexion de courte distance entre les centraux.

- Centres primaires
Centres auxquels les centres locaux sont connectes et a travers le quel les connexions de longue distance sont établies
- Centres secondaires
Centres auxquels les centres primaires sont connectés et par lesquels les connexions de longues distance sont établies.
- Centres tertiaires
- Centres quaternaires
- Centres quintuplaires
Ces centres peuvent être définis de la même manière que les centres secondaires.
- Circuits interurbain.
Ce sont les circuits qui connectent les primaires, secondaires, tertiaires centres, etc.

4.2 Système de transmission interurbaine

Il y a deux types en général:

- Les systèmes multiplexes de division de fréquence (FDM) utilisant les liaisons radio et des câbles coaxiaux et parfois des câbles symétriques
- Des multiplexes a division dans le temps, notamment la modulation par impulsion et codage utilisant des moyens de transmission:
 - Liaisons radio
 - Câbles coaxiaux
 - Câbles a fibres optiques

5. LES RESEAUX HIERARCHIQUES ET NON HIERARCHIQUES

5.1 Réseaux hiérarchiques

5.1.1 Types d'acheminement

5.1.1.1 Acheminement direct

Le chemin direct est chemin a faible perte qui écoulé tout le trafic d'un centre a un autre. C'est le chemin le plus simple et le plus ordinaire. Voir Figure-7.

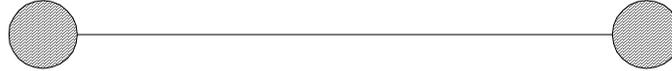


Fig.7
Chemin direct

5.1.1.2 L'acheminement Tandem

Comme le nombre des centres de commutation augmente dans le réseau (réseau métropolitain et longue distance) le nombre des différents faisceaux de circuits entre eux augmente également. Au delà de 10 centres a peu près le nombre de faisceaux de circuits devient important et les routes tendent de contenir peu de circuits pour rendre le réseau plus rentable et économique. Cet argument implique le concept de concentration de trafic a certains routes reliant les centres de commutation a un centre spécifique dont le orle est d'acheminer le trafic total. On comprend facilement pourquoi le orle de ce centre de commutation est - du point de vue écoulement de trafic - est - il différents des autres. La fig.8 montre la configuration d'un tel réseau. Ce genre de réseau est appelé "réseau en étoile".

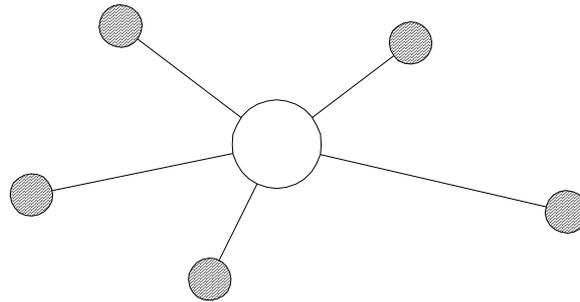


Fig. 8

Cette considération mene au concept du réseau hiérarchique, c'est a dire que les systèmes de commutation sont classes dans les niveaux hiérarchiques; niveaux qui peuvent acheminer le trafic vers plusieurs destinations et ceux qui ne le peuvent pas. Les premiers systèmes sont des centres de transit (tandem), les seconds sont terminaux. Les chemin a travers les systèmes des centres de transit sont appelés des "routes tandem ". Schématiquement, la fig. 9 montre ce genre de système.

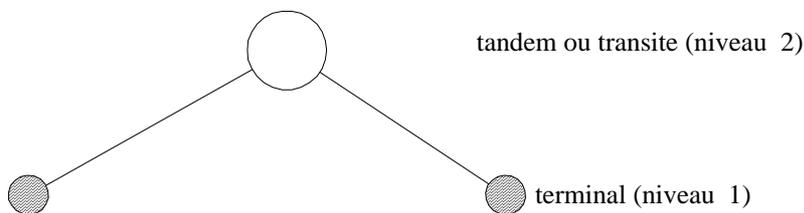


Fig. 9
Une route tandem

Quand le nombre de centraux est important, il est plus rentable d'adapter plusieurs tandem chacun servant un groupe précis de centres terminaux.

Le trafic entre les centres tandem peut être servi dans les chemins directs. Le réseau résultant est un réseau à double étoile, voir fig. 6. Mais la figure 10 montre ces routes.

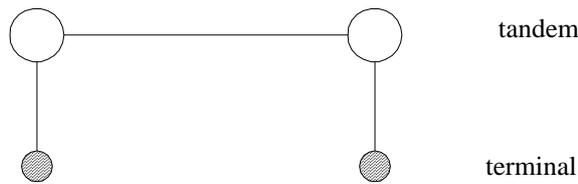


Fig. 10

Route tandem avec deux centres de transit

Il est utile de montrer que dans le parcourt précédent les centres tandem sont du même niveau dans la hiérarchie. Donc ce réseau est caractérisé par deux centres de commutation. Quand le nombre de centre tandem devient important, l'adoption d'un troisième niveau est rentable pour le réseau. Ici nous parlons de hiérarchie avec trois niveaux de centres. Voir fig. 11.

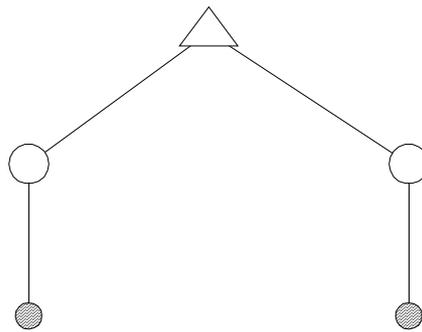


Fig. 11

5.1.1.3 Acheminement avec débordement

Dans la plus part des cas il est plus économique d'établir une route directe entre deux centres pour la plus grande partie du trafic. Le reste du trafic (en général pas plus de 30%), quand tous les circuits directs sont occupés, peut être desservi via centre tandem. Ce genre de chemin est appelé "chemin de débordement" et peut être établi seulement quand les systèmes de commutation peuvent fournir les facilités de l'acheminement avec débordement.

Il est utile de montrer que l'acheminement avec débordement est susceptible être optimisé. Il en résulte que c'est l'acheminement qui joue un rôle d'importance dans la planification des réseaux. La taille du chemin direct qui est dans ce cas appelé chemin "Débordant (High Usage)" est déterminée seulement en cas de facteurs économiques. Pour plus de détails, voir [4]. Schématiquement le chemin est montré en fig.12.

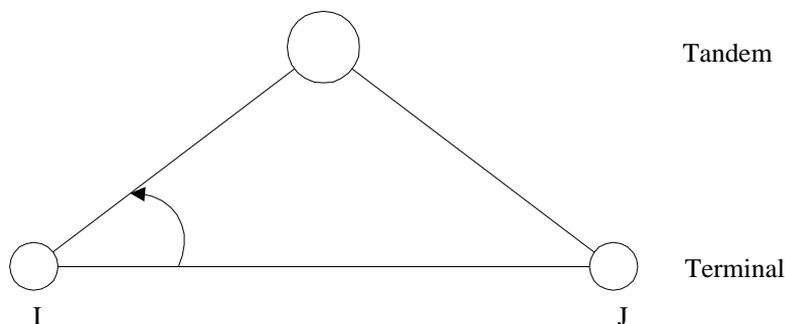


Fig. 12

Acheminement avec débordement

La flèche montre l'acheminement avec débordement entre les centres I et J et pointe vers le chemin où le trafic déborde.

5.1.2 Plan d'acheminement hiérarchique

En ce qui concerne l'acheminement du trafic pour des paires particulier de centres, il est nécessaire de pourvoir toute sorte de chemins possibles. Quand le nombre des centres de commutation devient grand il n'est pas pratique d'élaborer un plan décrivant les chemins pour chaque paire particulière. Pour pouvoir faire face a toutes les difficultés, il est plus facile d'élaborer un plan déterminant les chemin selon le niveau hiérarchique des centres. Voir figure-13.

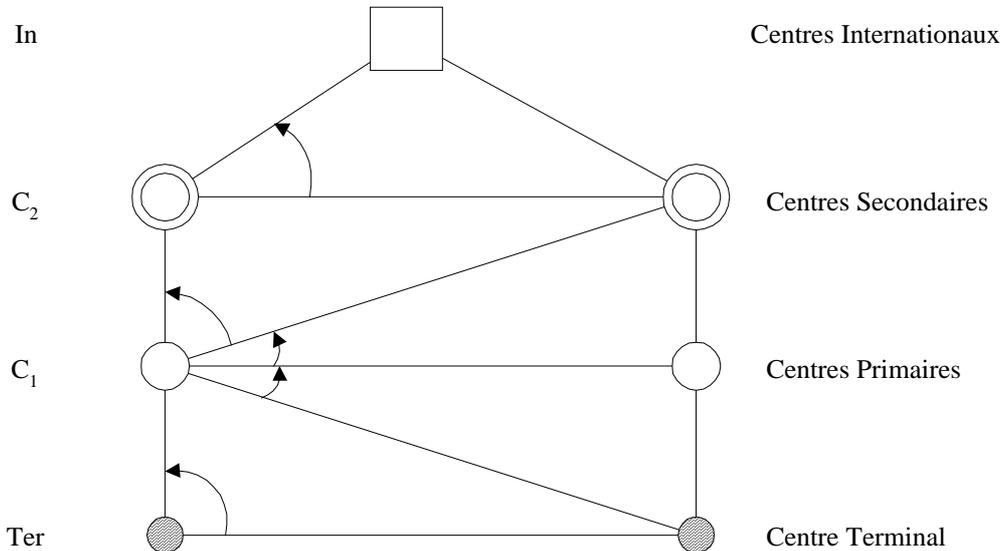


Fig. 13
Plan d'acheminement hiérarchique

L'exemple précédent concerne un réseau a longue distance avec une hiérarchie a 4 niveaux.

5.2 Réseau non- hiérarchique

5.2.1 Introduction

On peut assigner plusieurs termes pour ce genre de réseau. Les réseaux a "acheminement intelligent" ou réseaux a "Acheminement avancé de trafic " sont des termes généralement utilisés.

L'acheminement hiérarchique fixé qui est actuellement utilise dans les réseaux principaux a été mis en fonction depuis 25 ans a peu près. Sa conception fut dictée par la technologie du temps qui est caractérisée par les centraux analogiques cross-bar avec un moyen de contrôle métallique commun. Même si l'acheminement hiérarchique fixe présente des services assez satisfaisants, l'efficacité en matière de trafic qui environ 0.6 Erl par circuit aujourd'hui, peut être améliorée. Comme les réseaux a longue distance sont particulièrement chers, même une toute petite amélioration de leur efficacité peut être très rentable pour l'administration du téléphone.

Les principales raisons suivantes améliorent efficacité de l'acheminement hiérarchique fixé:

- dans le cas où toutes les liaisons directes vers la destination désirée sont occupées, le trafic de débordement est écoulé par un nombre limité de circuits tandems; dans d'autre partie du réseau on peut avoir des circuits libres mais ne pouvant pas être utilisés.
- un appel débordé arrive sur un tandem sans savoir si la connexion est possible ou pas.
- les petits faisceaux de circuits ne sont pas efficaces

L'avènement des systèmes de commande par programme enregistré (SPC) dans la commutation et la technologie numérique et la transmission a crée des conditions appropriées pour l'introduction de plus d'acheminement intelligent de trafic et gestion des réseaux dans les réseaux de circuits que dans le cas des réseaux hiérarchiques utilisés actuellement. L'intelligence des SPC peut être utilisée aux chemins de trafic bases sur la connaissance de l'état actuel dans les réseaux et des noeuds SPC.

Le succès d'une connexion ne dépend pas seulement de l'accès à un chemin de circuits libres. Dans la majorité des cas le succès dépend aussi de la disponibilité des systèmes de commutation dans les différents noeuds utilisés pour l'établissement de la connexion. Spécialement durant la période de pointe cette situation peut créer un sérieux blocage dans le réseau, si elle n'est pas contrôlée. Dans les chemins d'acheminement de trafic intelligent la sélection est basée sur deux conditions:

- la disponibilité des circuits libres et
- la disponibilité de l'équipement de commutation dans les noeuds dont on a besoin pour établir une connexion.

5.2.2 Principes des réseaux à acheminement non-hiérarchique.

Les systèmes de commutation dans les réseaux non-hiérarchique peut être divisée en deux catégories:

- systèmes numériques constituant ce qu'on appelle Réseau de Circuit Commute et réalisant la fonction de commutation tandem, sous certaines conditions les systèmes à programme enregistre analogique, peuvent aussi être considérés dans la même catégorie.
- systèmes analogiques avec contrôle logique câblé.

Fig.17 montre la configuration de l'acheminement non-hiérarchique

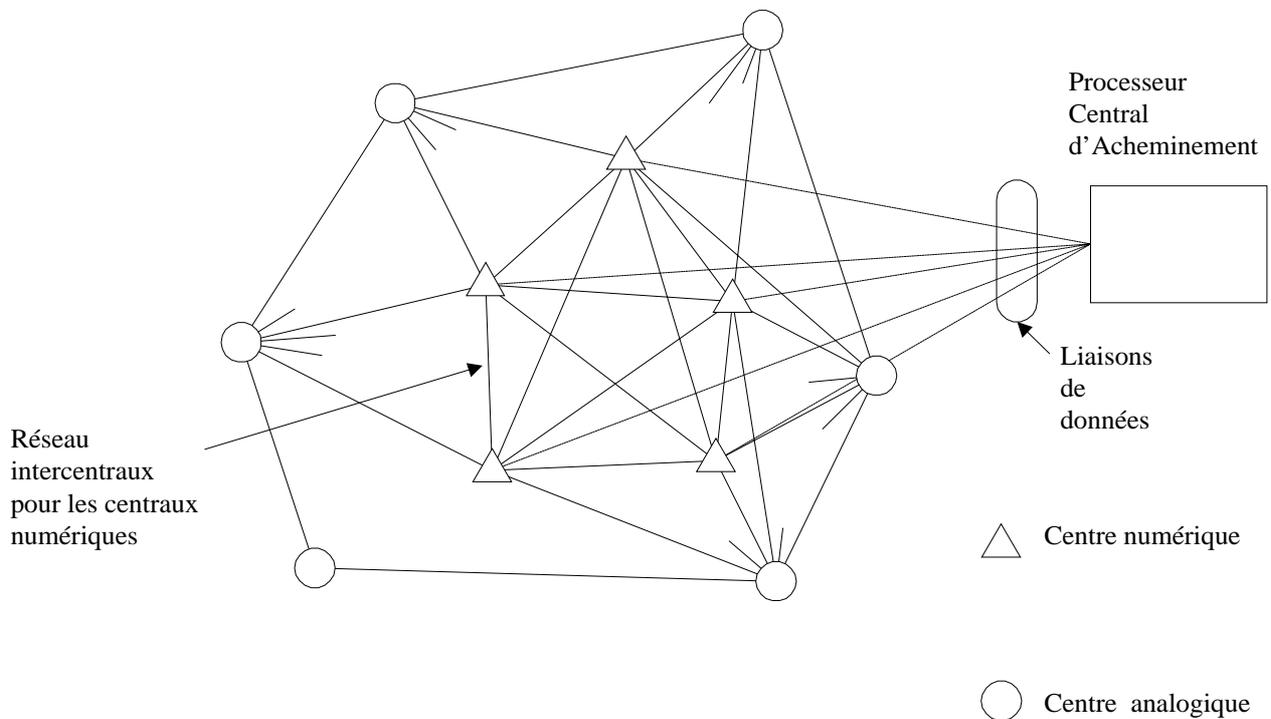


Fig. 14
Un réseau non hiérarchique

L'opération du réseau non hiérarchique est:

- les chemins directs pour la direction désirée sont empruntés en premier choix.
- si un appel sortant d'un système numérique trouve tous les faisceaux directs occupés, n'importe quel autre système peut être utilisé comme tandem. Savoir quel est le tandem à utiliser pour commuter l'appel dépend de la sélection conditionnelle du chemin dans le réseau intercentraux.
- le choix du chemin sélectionné est fait par le processeur central d'acheminement dans des intervalles de temps donnés (chaque 2 secondes), et indépendamment de s'il y a un appel à commuter ou non, le processeur central d'acheminement collecte des données à partir des centraux de commutation numérique

sur les états réels d'occupation - non occupation dans les différents faisceaux de circuits; il calcul le chemin de débordement approprié pour chaque paire de centres et envoie cette information aux centraux numériques.

- un appel de débordement sortant d'un système analogique doit d'abord être commuté sur des systèmes numériques en vue de tirer avantage des systèmes non hiérarchiques; la connexion est faite par une sélection aléatoire d'un circuit en dehors de tous les autres circuits menant aux systèmes numériques; à partir d'ici l'appel est traité comme un appel ordinaire survenu sur le système digital.