

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

5/94

وزارة التربية الوطنية
MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT

Genie Industriel

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Optimisation des accès au réseau de
Transmission de données par paquets
DZ PAC*

Proposé par :
Mlle SLIMANI
Ministère des PTT

Etudié par :
A. L. BOU
M. ALLAM

Dirigé par :
Mlle ABOUN

PROMOTION
1994

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التربية الوطنية
MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEPARTEMENT *Genie Industriel*

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

*Optimisation des accès au Réseau
de Transmission de Données par
Paquets DZ PAC*

Proposé par :

Melle M. SLIMANI
Ministère des PTT

Étudié par :

M. ALLAM
A. LARIBI

Dirigé par :

Melle N. ABOUN

PROMOTION

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو بلورة تنظيم جديد للشبكة الجزائرية لإيصال المعلومات بالجزم DZPAC. للوصول لهذا الهدف ارتكز عملنا على تشخيص اللوجستية الأنية والطلب الحالي. المشاكل تمّ نسّكيها بواسطة برامج خطية بأعداد طبيعية. حل هذه المشاكل كان بواسطة النظام GAMS. النتائج المحصل عليها سمحت لنا بإقتراح عدة طرق لتلبية الطلب الحالي.

Abstract

The purpose of this study is to propose a new organization of the Algerian Data Packet-Switching network DZ PAC, based on the present logistic and the level of the actual demand. The problems were formulated in linear integer programs, and resolved with the GAMS system.

We propose different procedures to satisfy the demand.

Résumé

L'objet de cette étude est la conception d'une nouvelle organisation du réseau Algerien de transmission de données par paquets DZ PAC. Pour atteindre cet objectif nous nous sommes basés sur un diagnostic de la logistique présente et la demande actuelle. Les problèmes ont été modélisés sous forme de programmes linéaires en nombres entiers et résolus à l'aide du progiciel GAMS. Les résultats obtenus permettent de suggérer différentes procédures pour satisfaire la demande.

Remerciements

Nous tenons à exprimer ici toute notre gratitude à Mademoiselle N. ABOUN, Directrice du Département Génie Industriel pour avoir accepté de diriger ce travail, et pour le soutien et la confiance qu'elle nous a accordée. Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Ce travail n'aurait pu être mené à bien sans l'aide permanente de Mademoiselle SLIMANI, Ingénieur au Ministère des Postes et Télécommunications.

Madame O. BELMOKHTAR, Maître de conférence au Département

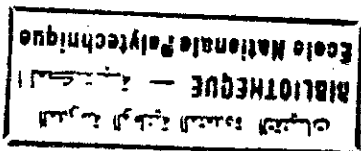
G. Industriel a accepté de s'intéresser à notre travail et d'être président du jury de ce mémoire. Nous l'en remercions sincèrement.

Que Monsieur Z. HADDAD, Maître de conférence au Département G. Industriel soit assuré de notre gratitude pour nous avoir honoré de sa présence au jury de ce mémoire.

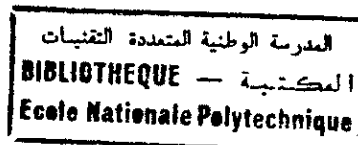
Nos remerciements sincères à Monsieur H. SARI, Chargé de cours au Département G. Industriel pour avoir accepté d'examiner ce travail. Nous tenons à lui exprimer toute notre gratitude pour nous avoir prodigué son savoir et son soutien sans réserve.

Nous remercions également MM. Y. BOUZAR, Y. CHORFA du Ministère des PTT et A. MORSLI, Directeur du Bureau d'études TTC pour leur précieuse aide.

Enfin, que tous ceux qui ont aidé à réaliser ce modeste travail trouvent ici l'expression de notre gratitude.



SOMMAIRE



Préambule

Introduction

Chapitre I : Généralités sur les télécommunications

I.1 Introduction .

I.2 Evolution des télécommunications .

I.3 Généralités et définitions .

I.3.1 Synoptique fonctionnel d'une liaison .

I.3.2 Rôles des différents constituants de la liaison .

I.3.3 Définitions .

I.4 Réseaux de télécommunications

I.4.1 Réseau téléphonique commuté .

I.4.2 Réseaux téléinformatiques .

Chapitre II : Diagnostic de l'existant et problématique

II.1 Présentation du réseau

II.1.1 Services proposés .

II.1.2 Présentation des équipements .

II.1.3 Topologie du réseau .

II.2 Analyse de la logistique

II.2.1 Répartition et disponibilité des modems .

II.2.2 Répartition et disponibilité des accès .

II.3 Analyse de la demande

II.3.1 Classification de la demande par accès .

II.3.2 Classification de la demande par type de modem utilisé .

II.3.3 Classification de la demande par centre de raccordement .

II.4 Problématique

Chapitre III : Formulation du problème

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

III.1 Introduction.

III.2 Formulation du modèle de dispatching des modems.

III.2.1 Hypothèses

III.2.2 Objectifs

III.2.3 Variables de décision

III.2.4 Contraintes

III.2.5 Modèle

III.3 Formulation du modèle du scénario de l'extension

III.3.1 Hypothèses

III.3.2 Objectifs

III.3.3 Variables de décision

III.3.4 Contraintes

III.3.5 Modèle

III.4 Formulation du modèle du scénario de la ré affectation.

III.4.1 Hypothèses

III.4.2 Objectifs

III.4.3 Variables de décision

III.4.4 Contraintes

III.4.5 Modèle

Chapitre IV : Démarche de résolution

IV.1 Introduction.

IV.2 Présentation de l'application

IV.2.1 Critères d'un choix adéquat

IV.2.2 Hypothèses simplificatrices

IV.2.3 Implémentation

IV.3 Présentation de l'outil de résolution GAMS

IV.3.1 Caractéristiques techniques

IV.3.2 Interface utilisateur

IV.3.3 Présentation de GAMS/ZOOM

IV.4 Résolution du modèle de dispatching des modems

IV.4.1 Hypothèses

IV.4.2 Résultats et interprétation

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

IV.5 Résolution du modèle du scénario de la réaffectation

IV.5.1 Hypothèses

IV.5.2 Résultats et interprétation

IV.6 Résolution du modèle du scénario de l'extension

IV.6.1 Hypothèses

IV.6.2 Résultats et interprétation

Conclusions et suggestions

Bibliographie

Annexes

Annexe A : Glossaire

Annexe B : Recommandations CCITT

Annexe C : Questionnaire pour abonné DZ PAC

Annexe D : Structure de la demande

Annexe E : Caractéristiques techniques du matériel DPS 2500

Annexe F : Programme GAMS et résultats du dispatching des modems

Annexe G : Programme GAMS et résultats du scénario de réaffectation

Annexe H : Programme GAMS et résultats du scénario de l'extension

PREAMBULE



Au sein des organisations l'information est par nature répartie. Elle prend naissance, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'entreprise ou de l'administration. L'outil informatique est un élément qui contribue efficacement à la mise en place de bases de données qui traitent d'importants flux d'information sans lesquels une bonne gestion de l'entreprise n'est guère envisageable. La répartition de ces flux a souvent souffert des contraintes dues à l'utilisation de l'outil informatique. Les coûts importants engendrés par l'utilisation de moyens importants de mémorisation et de traitement de l'information on conduit à rechercher une économie d'échelle par une concentration de ces moyens sans rapport avec les besoins propres aux entreprises. Récemment, le développement de la micro-électronique a fait entrevoir la possibilité de développement et de mise en oeuvre d'une informatique répartie plus conforme à la structure des organisations. On parle alors de circuits de données, de réseaux informatiques, de téléinformatique.

En Algérie, comme ailleurs dans le monde, la téléinformatique est introduite aux moyens de réseaux privés de transmission de données à base de lignes spécialisées. Pour faire face à une demande sans cesse croissante dans ce domaine, l'Administration des Postes et des Télécommunications, a dans une première phase mis en exploitation un réseau de transmission de données basé sur la technique de commutation de circuits. L'évolution rapide des besoins et des exigences en matière de qualité de service, ont conduit au développement de nouvelles techniques, mieux élaborées et plus perfectionnées. La technique de commutation de données par paquets s'est avérée la meilleure réponse aux besoins des utilisateurs [FON,83].

L'Administration des PTT a dans une deuxième phase mis en place un nouveau réseau de transmission de données basé sur cette technique : le Réseau Algérien de Transmission de Données par Paquets DZ PAC.

Ce réseau fera l'objet de la présente étude.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La configuration actuelle des centres du réseau DZ PAC a été établie sur la base d'une étude prévisionnelle, d'estimation de la demande, et du trafic. Cette configuration a engendré des insuffisances pour l'exploitation du réseau. Notre étude se propose de suggérer une nouvelle organisation des accès au réseau, se basant sur, d'une part la logistique existante, et d'autre part de la structure actuelle de la demande. L'analyse de la logistique, fournit l'information sur le niveau d'exploitation des ressources du réseau.

Connaissant la demande actuelle, l'analyse détaillée de cette demande et sa classification, pourrait aussi constituer un outil intéressant, aidant l'organisation du réseau.

Notre approche du problème sera différente de ce qui se fait traditionnellement dans le domaine de planification des réseaux de transmission de données[BUR,86]. Nous adopterons ici une approche de modélisation par la programmation mathématique, plus précisément, la programmation en Nombres Entiers. Ceci est dû à la spécificité de notre problème, qui consiste à optimiser les accès au réseau DZ PAC. L'infrastructure du réseau étant déjà en place, il s'agira de réorganiser les ressources du réseau.

La démarche proposée sera séquentielle, nous formulerons trois problèmes mathématiques pour pallier aux insuffisances remarquées dans l'exploitation du réseau.

Nous avons voulu que cette démarche soit la plus souple possible. Il est vrai qu'elle se propose de résoudre des problèmes conjoncturels qui se présentent à l'exploitation du réseau. Cela ne diminue en rien du caractère général de ces modèles, qui restent valables pour des variations des différents facteurs comme la logistique ou la demande, et suivant les décisions prises par les exploitants du réseau.

Cette étude ayant pour objet l'organisation du réseau de transmission par paquets, un domaine relativement récent nécessitant quelques connaissances préalables de télécommunication et de téléinformatique, le premier chapitre portera sur quelques notions de télécommunications, après avoir tracé son historique.

Nous présentons les principales techniques de transmission et de commutation. Nous insisterons sur la commutation de paquets qui est la technique utilisée par le réseau DZ PAC objet de notre étude.

Dans le chapitre deux, après une présentation du réseau Algérien de commutation par paquets DZ PAC, et sur la base d'une analyse exhaustive des facteurs déterminants pour le dimensionnement du réseau à savoir les moyens disponibles et la demande potentielle, nous dégagerons les problèmes engendrés par la configuration actuelle du réseau.

Le troisième chapitre sera consacré pour la formulation des problèmes soulevés précédemment, définissant les objectifs et les contraintes liées à ces problèmes, nous insisterons sur le fait que ces trois modèles sont étroitement liés. La dernière partie de ce chapitre sera consacrée à la présentation des différentes approches de résolution.

Le chapitre quatre portera sur la démarche de résolution. Nous y explicitons une application permettant la définition des caractéristiques des accès adéquats. Et résolvons les trois modèles à l'aide du progiciel GAMS. Nous terminons le chapitre par l'interprétation des résultats obtenus.

Enfin comme conclusion de cette étude, nous proposons quelques suggestions pour une exploitation optimale des ressources du réseau.

CHAPITRE I :

GENERALITES SUR LES TELECOMMUNICATIONS

Résumé

Dans ce chapitre, nous passons en revue quelques notions de télécommunications, après avoir tracé son historique. Nous présentons les principales techniques de transmission et de commutation. Nous insisterons sur la commutation de paquets qui est la technique utilisée par le réseau DZ PAC objet de notre étude.

I.1. INTRODUCTION

Les télécommunications sont une technique qui permet de satisfaire au mieux les besoins de communication des hommes, besoins inhérents à tous les hommes. Elles ne concernent que l'information à transmettre et non pas son support matériel (disques, papier, etc.). L'utilisateur qui confie son information aux systèmes de télécommunications souhaite qu'elle lui soit restituée sans pertes et sans altérations, et que le service soit permanent et disponible en toute circonstance. Cela renvoie aux exigences de fidélité et de fiabilité.

Les télécommunications sont un service, au sens que leur produit est immatériel et répond à un besoin exprimé ou latent. Leur but n'est pas en premier lieu le profit, mais plutôt la satisfaction des usagers.

La plupart des services de télécommunications touchent un vaste public. Ce qui implique de la part des exploitants et des producteurs un engagement et une responsabilité à l'égard des usagers, cela se reflète à travers les exigences suivantes :

- une qualité de service suffisante doit être garantie,
- un prix de revient minimum doit être recherché,
- une fiabilité des équipements, le service doit être assuré en permanence, etc.

I.2 EVOLUTION DES TELECOMMUNICATIONS

Les débuts des télécommunications électriques remontent au milieu du 19^{ème} siècle dans le contexte de l'expansion industrielle et de l'accélération des moyens de communication matériels. La transmission numérique codée (télégraphe) a précédé la transmission analogique.

Très vite, les moyens de télécommunication ont pris une envergure extraordinaire, peu après, la commutation s'est développée. Arrive ensuite, la transmission sans fil (T.S.F.) et les communications spatiales.

L'histoire des télécommunications est le reflet d'une grande aventure humaine, en voici quelques dates marquantes [FON,83]:

1837 : SAMUEL MORSE invente un système de transmission codée des lettres de l'alphabet, qui deviendra ensuite le télégraphe.

1876 : ALEXANDRE G. BELL dépose un brevet concernant un moyen de transmettre électriquement des sons à l'aide d'une résistance variable. Ceci marque le début du téléphone.

1901 : GUGLIELMO MARCONI transmet un télégramme par ondes d'Angleterre à Terre-Neuve (Télégraphie Sans Fil, T.S.F.).

1907 : Invention de la triode par **LEE De FORREST**, ce qui a permis l' amplification analogique de signaux ouvrant ainsi la voie aux transmissions téléphoniques à longues distances.

1948 : invention du transistor.

1965 : Premier satellite géostationnaire "Early Bird".

II.1.1 perspectives de développement

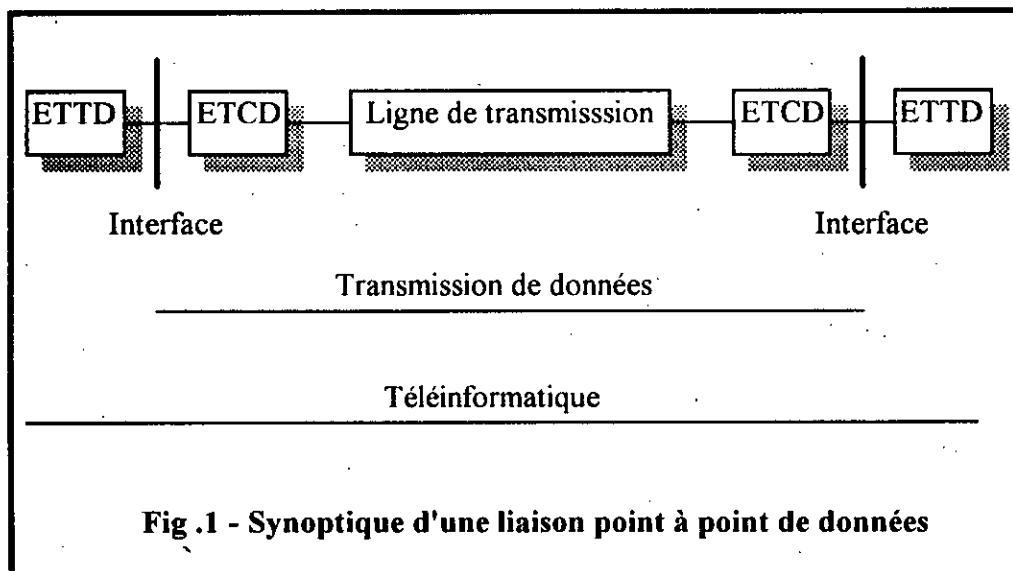
Les développements actuels en micro-électronique, l'intégration à large échelle, le développement des techniques numériques de transmission et de commutation ainsi que l'influence de plus en plus croissante de l'informatique donnent un élan technologique aux télécommunications.

L'on envisage à l'avenir un réseau numérique avec intégration de services (*integrated services digital network*) dans lequel tous les services commutés ainsi que les services de diffusion seraient offerts sous forme numérique.

I.3 GENERALITES ET DEFINITIONS [MAC,87] [SEB,92]

I.3.1 Synoptique fonctionnel d'une liaison

Une liaison simple mettant en oeuvre une communication de données (liaison point à point) est présentée dans la figure 1. Sur cette figure sont mises en évidence les limites respectives de la téléinformatique et de la transmission de données.



Les équipements terminaux de traitement de données (ETTD) génèrent ou reçoivent les messages de données. Les équipements de terminaison de circuits de données (ETCD) réalisent l'adaptation des messages de données à leur transmission en ligne. L'interface ETTD-ETCD matérialise la frontière entre les domaines de la transmission de données et de la téléinformatique.

1.3.2 Rôle des différents éléments constitutifs de la liaison

Le rôle des différents éléments constitutifs de la liaison est le suivant :

- . **L' ETTD** gère les différents phases de communication de données, le contrôle de la transmission, et la libération de la communication.
- . **L' ETCD** réalise l'adaptation entre le message issu de l'ETTD ou qui lui est destiné et le signal en ligne. Cette adaptation est indispensable pour assurer une transmission correcte de l'information binaire entre les ETTD.
- . **Interface ETTD-ETCD** : c'est la frontière entre les domaines télécommunications et informatique, elle permet l'échange de données de signaux de commande et de synchronisation entre les deux équipements ETTD et ETCD.
- . **Ligne de transmission ou réseau** : il peut s'agir là d'une liaison permanente établie entre les deux installations de données (liaison spécialisée) ou d'une liaison établie à la demande (réservation ou commutation). Sont représentés, sous cette appellation, tous les moyens de télécommunications mis en oeuvre pour permettre la communication entre les deux extrémités.

1.3.3 Définitions[SEB 92]

La définition des termes principaux utilisés dans cette étude est rappelée ci-après.

. **Débit binaire** : cette grandeur caractérise la vitesse de transmission des données. Le débit binaire correspond au nombre d'éléments binaires transmis par le signal en une seconde et s'exprime en bits par seconde (bps).

. **Signal asynchrone** : il provient d'un ETTD structurant les données en caractères qui sont émis indépendamment les uns des autres. Le contenu des caractères peut être prélevé dans l'un des alphabets (alphabet international n°2, alphabet international n°5 (code ASCII)..), les bits d'information étant délimités par des éléments de **DEPART** et **ARRET** (**START** et **STOP**).

. **Signal synchrone** : dans ce signal, les éléments binaires sont émis au rythme d'une horloge. L'ETTD, contrairement au cas asynchrone, n'émet pas l'information dès qu'elle se présente. La logique de transmission compose les données en blocs ou trames de longueur prédéterminée avant leur transmission.

. **Exploitation simplex, semi simplex, duplex** : l'adaptation de téléinformatique réalisée peut nécessiter des transferts de messages de données dans un seul sens, dans les deux sens de manière alternée, ou dans les deux sens d'une manière simultanée. On parle alors respectivement d'exploitation en mode simplex, semi duplex, ou duplex.

1.4 Réseaux de télécommunications

La notion de réseau (*network*) apparaît dès que plusieurs sources et/ou plusieurs destinataires se partagent le même service. Avant de passer en revue les différents types de réseaux de télécommunications voici quelques principes de **commutation**.

Dans un réseau, la commutation a deux objectifs fondamentaux :

- Concentrer le trafic en provenance de sources à faible activité sur des moyens de transmission communs.

- Acheminer l'information d'une source vers le destinataire selon un itinéraire fixe ou variable.

I.4.1 Réseau téléphonique commuté

C'est le principal réseau de télécommunications, bien que conçu pour l'acheminement des conversations téléphoniques, l'infrastructure mise en place offre de plus larges possibilités. Le réseau téléphonique sert de base aux services de télégraphie, téléinformatique, télécopie et maintenant à la télématique.

il est composé de :

- centres d'abonnés,
- commutateurs, qui assurent la concentration de trafic et de l'aiguillage des communications,
- supports de transmission, qui permettent la propagation des signaux de parole et de signalisation.

Les caractéristiques du réseau téléphonique commuté sont :

- une vitesse de transmission limitée à 4800 bps; toute fois, cette vitesse ne peut être obtenue qu'avec des modems de haute qualité assurant une correction automatique des erreurs de ligne, les vitesses les plus fréquemment utilisées sont : 1200 bps, 2400 bps.

- une qualité non constante des caractéristiques de la transmission, fonction du chemin établi. Le caractère aléatoire des supports utilisés rend difficile la mise au point d'une transmission de qualité (bruit).

- un coût dépendant de la durée d'utilisation et de la distance; l'utilisation du réseau devient prohibitive pour des durées d'utilisation supérieures à 1^h 30 à 2^h par jour. Cependant, son intérêt repose sur le caractère universel et ouvert du réseau téléphonique et sur la possibilité d'accès à d'autres services tel le service de transmission par paquets.

I.4.2 Réseaux téléinformatiques

La téléinformatique associe le traitement de l'information qui est le domaine propre à l'informatique avec le transport de l'information qui est le domaine traditionnellement réservé aux télécommunications. Un système de téléinformatique est

constitué d'un ou plusieurs ordinateurs reliés par différents moyens de communication à des terminaux ou à des périphériques parfois très éloignés [NUS,87].

Tout système téléinformatique doit comporter des dispositifs de transmission de données qui permettent l'échange physique d'information entre les équipements informatiques. Un circuit de données est constitué de deux équipements de terminaison de circuits de données (ETCD) généralement des modems reliés par une ligne de transmission. Un circuit de données relie entre eux un ou plusieurs équipements informatiques appelés équipements terminaux de traitement de données (ETTD).

Les liaisons peuvent être simplex (*Simplex*), semi-duplex (*Half-Duplex*) ou duplex (*Full-Duplex*) selon qu'elles se font dans un seul sens, dans deux sens à l'alternat ou les deux sens simultanément.

a. Réseau de transmission de données par commutation de circuits

La commutation de circuits est une technique empruntée à la téléphonie. Le principe de la commutation de circuits consiste à établir une liaison par interconnexion de plusieurs circuits bout-à-bout. La liaison dure tant que les usagers le désirent, indépendamment de leur taux d'activité effectif durant la communication. Elle est généralement bidirectionnelle.

b. Réseau de transmission de données par commutation de messages

La commutation de messages (message switching) part d'un autre principe. Chaque bloc d'information ou message est considéré comme un tout et acheminé individuellement à travers le réseau.

En chemin les messages sont triés, entreposés en mémoire en un temps plus au moins long, selon l'état d'encombrement de la suite de l'itinéraire, puis transportés ensemble, comme s'il s'agissait d'un courrier postal. La transmission est typiquement unidirectionnelle.

c. Réseau de transmission de données par commutation de paquets

. *circuit virtuel (CV) :*

Un circuit virtuel est une relation logique entre deux abonnés permettant la transmission de données entre eux. Il est appelé ainsi car établi, il n'a pas de réalité physique.

Il permet l'adressage automatique des paquets relatifs à une communication donnée. La libération du circuit consiste à effacer ce lien logiciel entre l'identité du demandeur et l'adresse du demandé.

Principe de la transmission par paquet

En transmission par paquets, les informations qui se succèdent sur une ligne sont groupées en paquets séparés par des silences plus ou moins longs. Les paquets contiennent des données utiles et des données de services qui permettent l'acheminement des paquets vers la destination choisie. Chaque noeud du réseau (commutateur) joue le rôle d'un aiguilleur de paquets.

Intérêt de la transmission par paquets :

Les principaux avantages de la transmission par paquets sont:

- un multiplexage dynamique, c.à.d la juxtaposition dans le temps, sans discontinuité des paquets d'origine différente et de destinations quelconques, ce qui permet une utilisation optimale du débit binaire des voies.
- une régulation du trafic, une conversion possible de vitesses et de procédures permettant les échanges entre terminaux différents.
- une correction des erreurs de transmission, la sécurité étant l'un des soucis majeurs des usagers en téléinformatique. Une perturbation sur une liaison de transmission peut affecter, soit les données utiles, soit les données de service d'un paquet. Pour éviter les erreurs que cela entraînerait on ajoute aux données des données redondantes telles que la quasi-totalité des erreurs de transmission puissent être détectées.

Les travaux de standardisation dans le domaine de la transmission de données par paquets :

L'ISO (International Standards Organisation) a proposé un modèle de référence standard pour l'interconnexion des systèmes ouverts (OSI) basé sur une architecture à sept niveaux (couches) pour la transmission d'information entre systèmes

hétérogènes, réalisés par différents constructeurs, incompatibles entre eux à l'origine. Le modèle définit sept couches, chacune inter fonctionne directement avec la couche supérieure et avec la couche inférieure pour fournir des services à la couche supérieure à travers des "interfaces" appropriés.

Ces niveaux sont :

- Couche 7 : Application,
- Couche 6 : Présentation,
- Couche 5 : Session,
- Couche 4 : Transport,
- Couche 3 : Réseau,
- Couche 2 : Liaison,
- Couche 1 : Physique.

Les réseaux utilisant la technique de commutation de paquets sont appelés réseaux X.25 dans la mesure où l'interface d'accès à ces réseaux est conforme à l'avis X.25 du CCITT(Comité international Télégraphique et Téléphonique). L'avis X.25 comporte trois niveaux correspondants aux trois couches 1,2,3 du modèle OSI (Open System Interconnexion). La recommandation X.25 définit trois niveaux de protocole :

Niveau 1 (jonction) : Il correspond au niveau physique du modèle OSI. Le protocole décrit les règles d'échange de signaux sur l'interface ETTD/ETCD pour ETABLIR, ECHANGER, ROMPRE la connexion avec un autre ETTD.

Niveau 2 (Trame) : Il correspond au niveau liaison du modèle OSI. Il s'agit ici de décrire les règles et formats :

- d'ouverture et fermeture de liaisons,
- détection de début et fin de trame,
- de contrôle des numéros de séquences,
- de détection et de correction d'erreurs,
- de régulation de flux.

Niveau 3 (Paquet) : Il correspond au niveau réseau du modèle OSI. Le protocole de niveau paquet fournit les procédures nécessaires pour établir, conserver et déconnecter les communications virtuelles. La norme X.25 du niveau 3 décrit aussi :

- le concept de circuit virtuel,
- les types et formats des paquets.

CHAPITRE II :

DIAGNOSTIC DE L'EXISTANT ET PROBLEMATIQUE

Résumé

Dans ce chapitre après une présentation du réseau Algérien de commutation par paquets DZ PAC, et sur la base d'une analyse exhaustive des facteurs déterminants pour le dimensionnement du réseau à savoir les moyens disponibles et la demande potentielle, nous dégagerons les problèmes engendrés par la configuration actuelle du réseau.

II.1 INTRODUCTION

DZ PAC est un réseau public de transmission et commutation de données qui est basé sur la technique de transmission et commutation par paquets . Cette technique permet d'accroître de façon très importante le rendement des ressources du réseau , celles-ci n'étant utilisées qu'au moment où les données sont transmises ; d'où une optimisation des moyens et une économie d'autant plus substantielle que les communications de données ont en moyenne des taux de silence importants.

C'est donc un réseau de transport destiné à véhiculer d'importants flux d'information entre divers équipements informatiques .

Il offre ainsi l'avantage d'utiliser des ordinateurs à distance et avoir accès quelle que soit la situation géographique de l'opérateur , à toutes les possibilités de stockage et puissance de traitement de l'information permises par ces machines .

II.2 PRESENTATION DU RESEAU DZ PAC

II.2.1 Services proposés

a. Circuit virtuel :

Un circuit virtuel est caractérisé par l'établissement et le maintien à travers le réseau d'une relation logique entre deux équipements terminaux de traitement des données (ETTD) raccordés au réseau . Il permet l'échange bidirectionnel simultané des données entre ses extrémités .

Les circuits virtuels sont normalement établis et libérés par les correspondants eux mêmes, ils sont dits *commutés* (CVC) . Les utilisateurs qui ne désirent pas bénéficier des possibilités de commutation de réseau et désirent un maintien de leurs communications 24 h sur 24 peuvent demander un établissement d'un *circuit virtuel permanent* (CVP) .

b. Accès au réseau :

Accès direct : Il donne lieu à un abonnement qui couvre l'ensemble des moyens permettant à l'abonné d'accéder au réseau , à savoir :

- ligne de transmission reliant l'abonné à l'un des points d'accès de DZ PAC;
- Modem installé chez le client.

Dans le cas où l'équipement de transmission du client travaille en asynchrone , celui-ci nécessitera un accès au PAD(Packet assembler disassembler).

. *Accès par réseau téléphonique ou télex* : Un terminal téléphonique ou télex peut, dans le cadre de l'abonnement, accéder au réseau DZ PAC mais il doit détenir un NUI , afin d'être reconnu .

. *Entre deux abonnés DZ PAC* : Au cours du processus de transmission, deux abonnés DZ PAC sont en relation temporaire ou permanente grâce à un circuit virtuel commuté ou permanent .

. *Interface vidéotex* : Le réseau DZ PAC offre un service vidéotex , chaque commutateur ou concentrateur supporte un point d'accès vidéotex intégré . Les terminaux vidéotex sont les terminaux minitel connectés directement ou à travers le réseau téléphonique .

c. Options de service

En complément des services de base offerts par DZ PAC , il est possible de bénéficier de quelques services complémentaires parmi lesquels figurent :

- la location de concentrateurs locaux,
- la sécurisation d'accès direct par réseau téléphonique commuté,
- la constitution de groupes fermés d'abonnés,
- transfert d'appel,
- taille de fenêtre et longueur de paquets.

II.2.3 Topologie du réseau

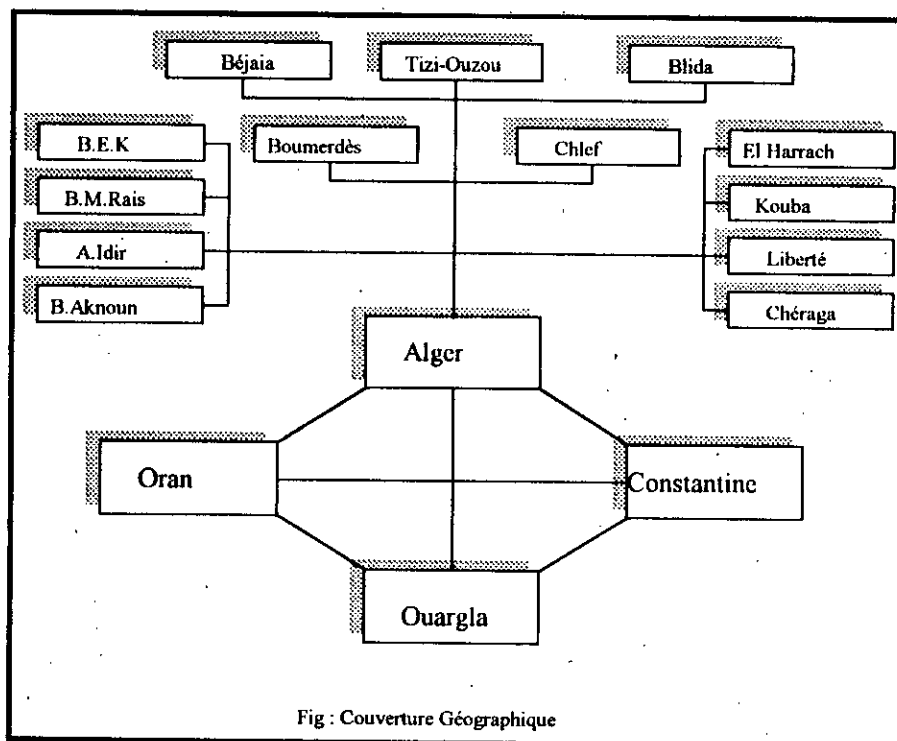
La topologie du réseau Algérien de transmission de données par paquets DZ PAC est organisé autour de 4 sites équipés de commutateurs PSX2 et 30 sites équipés de concentrateurs AC pour une capacité de 1600 accès :

Les quatre sites commutateurs sont :

- Alger
- Constantine
- Oran
- Ouargla

Le centre de gestion (CG), qui assure l'exploitation et le contrôle du fonctionnement du réseau est prévu sur le site d'Alger. Il est raccordé par des liaisons numériques (64 kbps) à deux commutateurs (Alger, Oran).

Des accès internationaux ont été prévus à partir du centre d'Alger (12 accès à 9.6 kbps). Les accès Téléx au nombre de quarante ont été répartis sur les quatre sites où sont installés des commutateurs PSX2.



II.2.2 Caractéristiques des équipements du réseau [BER,88] [DUC,88]:

Le réseau proposé pour répondre aux spécifications du Réseau Public de Données à Commutation par Paquets d'Algérie DZ PAC est réalisé au moyen du produit DPS2500 et des modems ALCATEL CIT.

Le DPS2500 permet le support d'une grande diversité d'applications et procédures de transmission. Il est conforme à la version de 1984 de la recommandation X25 du Comité Consultatif International de Télégraphie et de Téléphonie (CCITT), qui définit l'interface entre l'Équipement Terminal de Transmission de Données (ETTD) et l'Équipement Terminal de Commutation de Données (ETCD) pour l'exploitation des terminaux en mode paquets. Les équipements DPS2500 qui composent le réseau comprennent :

- . des commutateurs PSX2 dupliqués qui forment l'ossature du réseau. Chacun d'eux supporte les fonctions de raccordement d' abonnés et de transit et offre l'ensemble des services réseau ,

- . des concentrateurs d'accès PSXC reliant au réseau terminaux de traitement de données synchrones ou asynchrones en les concentrant sur une liaison d'accès unique

- . un centre de gestion .

Les différents équipements proposés supportent différents types d'extension qui permettront de répondre d'ue manière économique aux besoins futurs du réseau , on citera

- . des extensions en nombre de raccordements et en performances par addition de coupleurs ou d' unités de traitement .

- . la possibilité de migration d'un commutateur PSX2 vers une structure multi-modules de type PSX3 .

- . la mise en place de nouveaux commutateurs ou de concentrateurs de la gamme DPS2500 .

- . le découpage du réseau en zones géographiques

II.3 ANALYSE DE LA LOGISTIQUE

II. 3. 1 Caractéristiques et disponibilité des modems :

a. caractéristiques des modems : Le tableau II.3 précise les caractéristiques des modems fournis en terme de :

- mode de transmission : synchrone ou asynchrone;
- support de ligne : ligne spécialisée, RTC,etc,... ;
- présentation : coffret, carte.

Type	Débit bps	Mode	Support ligne	Présentation	
ER BdB 19 / 25	19.200	Asyn	LS	Carte Coffret	
	9600				
	4800	Syn	LS		
	2400				
1200					
MD 1233	300 /1200	Asyn	LS	RTC	Carte Coffret
	1200 / 75	Syn	LS	RTC	
MD 2433	2400	Asyn	LS	RTC	Carte Coffret
	1200	Syn	LS		
ER 9631	9600	Syn	LS		Carte, Coffret
	7200				
	4800				

Tableau II.3 : LS : Ligne Spécialisée, RTC : Réseau Téléphonique

Commuté

b. répartition des modems : La configuration proposée par l'administration des PTT chargée de la gestion du réseau est :

• Le noeud principal (Rostomia) dispose de 146 modems répartis comme suit :

- 18 modems de type MD 1233,
- 46 modems de type MD 2433,
- 31 modems de type ER 9631,
- 48 modems de type Bande de base 19 / 25.

• Les centres urbains (Liberté, Aissat. Idir ,) sont configurés à 23 accès répartis :

- 8 modems de type MD 1233,
- 6 modems de type MD 2433,
- 3 modems de type ER 9631,
- 6 modems de type Bande de base 19 / 25.

• Pour les centres régionaux (Boumerdès, Blida ,), la répartition est la suivante :

- 3 modems de type MD 1233,
- 6 modems de type MD 2433,
- 3 modems de type ER 9631,
- 6 modems de type Bande de base 19 / 25.

II.2.2. Répartition et disponibilité des accès :

a. caractéristiques des accès : Les abonnés du réseau DZ PAC sont caractérisés au niveau physique par leur mode d'accès, leur interface d'accès ainsi que le protocole de communication utilisé.

Le mode d'accès est dit :

. *direct* : lorsque l'abonné utilise une liaison permanente. Cette liaison doit fonctionner en mode duplex sur le réseau.

. *commuté* : lorsque l'abonné accède par une liaison spécialisée du réseau téléphonique commuté (RTC). Cette liaison peut fonctionner soit en duplex intégral, soit en semi-duplex (half-duplex).

. *en bande de base* : c'est un accès direct qui permet l'échange d'information à courtes distances.

Le mode de transmission peut être de nature :

. *synchrone* : dans ce cas l'abonné émet et reçoit des paquets et le terminal d'abonné est communément appelé ETTD-P. L'accès au réseau se fait alors, par liaison spécialisée pour des débits allant de 2400 bps à 19200 bps, soit par réseau téléphonique commuté pour des débits allant 2400 bps à 19200 bps,

. *asynchrone* : l'abonné émet et reçoit des caractères, le terminal d'abonné est appelé ETTD-C. L'accès au réseau se fait alors, soit par liaison spécialisée pour des débits allant jusqu'à 19200 bps, soit par réseau téléphonique commuté pour des débits allant jusqu'à 9600 bps, soit à partir d'un téléimprimeur du réseau télex à 50 bauds.

Le protocole utilisé : Le CCITT a mis au point des protocoles normalisés pour les terminaux accédant aux réseaux publics à commutation par paquets dans les recommandations suivantes:

- .Recommandation X 25 (pour les terminaux mode paquets),
- .Recommandation X 28 (pour les terminaux mode caractère),
- .Recommandation X 32 (pour les terminaux paquets qui accèdent via le réseau téléphonique commuté ou le réseau public à commutation de circuit);

La classification des abonnés peut être représentée comme suit (tableau II.4) :

Débit (bps)	Abonné asynchrone		Abonné synchrone	
	réseau commuté	accès direct	réseau commuté	accès direct
300	2FD	2FD		
600	2FD	2FD		
1200	2FD	2FD		
1200 / 75	2FD	2FD		
75 / 1200	2FD	2FD		
2400	2FD	2FD	2FA / 2FD	4F
4800	2FD	2FD	2FA / 2FD	4F
9600	2FD	4F	2FD	4F
19200	2FD	4F		

Tableau II.4

Notes : 2FD : 2 fils en duplex, 2FA : 2 fils en semi-duplex, 4F : 4 fils

b. Possibilités des accès pour la région centre :

La configuration proposée par l'administration des PTT chargée de la gestion du réseau est :

• Le noeud principal (Rostomia) est configuré à 143 accès répartis comme suit :

46 accès à un débit de 2400bps,

18 accès à un débit de 1200bps,

31 accès à un débit allant de 4800 bps jusqu'à 9600 bps,

6 accès en bande de base (BdB), à des débits allant de 1200 bps jusqu'à 19200 bps.

• Les concentrateurs urbains (Liberté, Aissat, Idir ,) sont configurés à 23 accès répartis comme suit :

6 accès à un débit de 2400bps,

8 accès à un débit de 1200bps,

3 accès à un débit allant de 4800 bps jusqu'à 9600 bps,

6 accès en bande de base (BdB), à des débits allant de 1200bps jusqu'à 19200 bps.

• Pour les concentrateurs régionaux (Boumerdès, Blida ,), la répartition est la suivante :

6 accès en bande de base, à des débits allant de 1200bps jusqu'à 19200 bps,

6 accès à des débits de 2400bps,

3 accès à des débits de 1200 bps,

3 accès à des débits allant de 4800 bps jusqu'à 9600 bps.

II. 4 CLASSIFICATION DE LA DEMANDE

Nous avons vu précédemment que les raccordements sont effectués par recouvrement géographique, et que la configuration des concentrateurs est figée, nous avons recueilli la demande au niveau des différents noeuds de la région d 'Alger et établi une classification de cette demande selon le niveau actuel de réalisation, selon la nature de la demande (type d'accès, débits). Mais auparavant, nous essayerons de répartir cette demande par secteur d' activité

Banques et organismes financiers	53,8 %
Service public	20,0 %
Administration	10,7 %
Transport	7,7 %
Industrie	4,9 %
Informatique	2,5 %
Autres	0,4 %

II.4.1 Classification de la demande par centre de raccordement

Le tableau II. 5 donne pour chaque centre :

- le code du centre et sa demande totale,
- la demande réalisée et le pourcentage de réalisation,
- la demande en instance,

CODE	PSXC	Demande	Réalisées	Réalisées(%)	Instance
600	Rostomia	27	6	22.2	21
601	Liberté	68	10	14.7	57
602	B. E.K	20	2	10.0	18
603	El Harrach	29	2	6.9	27
604	Kouba	12	2	16.6	10
605	B. M. Rais	17	6	31.2	11
606	Béjaia	26	2	7.7	24
607	Ben Aknoun	4	2	50.0	2
620	Boumerdès	25	3	12.0	22
625	Tizi. Ouzou	46	2	4.3	44
630	Blida	50	6	12.0	44
635	Chlef	54	4	7.4	50
640	Cheraga	34	11	26.5	23
670	A. Idir	29	8	27.6	21
Total		442	66	14.5	376

Tableau II.2.5

Remarques :

- Le taux de réalisation est très faible par rapport à la demande. Sur la région d'Alger sur 442 demandes seuls 66 abonnés ont été raccordés soit 14.5 % de la demande totale, le reste est en instance.

- On observe une disparité de la demande au niveau des centres :

. La demande est très élevée dans certains centres (la demande au niveau du centre Liberté représente presque 15 % de la demande totale, cette demande dépasse les capacités de ce centre en moyens),

. D'autre part, on observe une demande assez faible au niveau de certains centres (le centre de Ben Aknoun).

II.4.2 Classification de la demande par type d'accès:

Le tableau II.6 donne pour chaque centre :

- le nombre d'abonnés raccordés en accès direct (syn, asyn),
- le nombre d'abonnés raccordés en accès indirect (asyn).

PSXC	ACCES DIRECT									ACCES DIRECT	
	accès synch X25				accès asynch X28					accès.asynch X28	
	2.4	4.8	9.6	19.2	1.2	2.4	4.8	9.6	19.2	1.2	2.4
Rostomia	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Liberté	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-
B. E. K	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
El Harrach	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Kouba	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
B.M.Rais	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Béjaia	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
B. Aknoun	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Boumerdès	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Tizi. Ouzou	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Blida	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlef	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
Chéraga	1	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
A.Idir	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau II.6

Remarque :

- Il y a une concentration de la demande sur un seul type d'accès, l'accès direct synchrone au débit de 9600bps. Les autres accès, à savoir l'accès direct asynchrone, et les accès indirects sont quasiment inexploités. Ceci entraîne une non utilisation des modems servant ces types d'accès.

II.4.3 Classification par modems

Le tableau II.8 donne pour chaque type de modems :

- Le nombre total des modems disponibles,
- Le pourcentage par rapport au nombre total des différents modems,
- Nombre de modems exploités, ainsi que le taux d'exploitation.

Types de modems	disponibilité des modems	modems exploités	taux de modems exploités
MD 1233	97	0	0
MD2433	124	1	0,8
ER 9631	70	39	55,7
BdB 19/25	128	26	20,3
TOTAL	419	66	15,8

Tableau II.8

Remarque : on constate un déséquilibre dans l'exploitation des modems, deux types de modems sont utilisés pour répondre à la demande, en l'occurrence le modem ER 9631, et le modem BdB 19/25, cela engendre une immobilisation d'un potentiel important de matériel disponible, plus de 50 % des modems fournis sont de type MD2433 et MD1233 cela est dû essentiellement, à la mauvaise allocation des accès.

II.4 PROBLEMATIQUE

A la lumière du diagnostic de la demande et de la logistique, et à partir des remarques tirées à partir de cette étude, nous avons constaté une sous-exploitation des ressources disponibles du réseau DZ PAC et cela est dû aux problèmes suivants :

.Concentration de la demande sur un type bien déterminé de modems et d'accès ce qui engendre une sous-exploitation du matériel fourni par le constructeur.

Pour cela il faudra envisager une nouvelle répartition du matériel, essentiellement des modems, sur les centres du réseau.

.Le niveau actuel de la demande non satisfaite nous pousse à envisager des solutions. La satisfaction de la demande est le souci majeur des exploitants du réseau. Ainsi, comme nous l'avons déjà constaté, au niveau de certains centres la demande est inférieure au nombre d'accès disponibles, tandis que dans d'autres centres celle-ci est très élevée. Nous pouvons donc penser à réaffecter la demande non satisfaite de ces centres "saturés" vers d'autres centres sous des conditions liées aux distances entre ces centres, et des coûts liés à cette opération de réaffectation. Une extension en accès et en modems est aussi nécessaire.

.L'étude technique des dossiers d'abonnés n'a pas pris en considération le besoin réel des abonnés ainsi que de la structure de la demande pour la configuration des centres. Nous développons une application qui permet l'allocation adéquate des accès aux usagers du réseau selon des critères économiques et techniques rigoureux.

CHAPITRE III :

FORMULATION DU PROBLEME

Résumé

Ce chapitre sera consacré pour la formulation des problèmes soulevés précédemment, définissant les objectifs et les contraintes liées à ces problèmes, nous insisterons sur le fait que ces trois modèles sont étroitement liés. La dernière partie de ce chapitre sera consacrée à la présentation des différentes approches de résolution.

III.1 INTRODUCTION

L'étude précédente fait ressortir quelques problèmes d'exploitation du réseau, notamment, celui de l'affectation des modems aux différents centres. L'exploitation rationnelle du réseau, commence par un dispatching des modems sur les centres du réseau tenant compte du niveau et de la qualité de la demande actuelle au niveau de chaque centre. Dans un souci de rationalité, nous essayons de remédier aux problèmes relevés précédemment par une démarche séquentielle. Cette démarche se présente sous forme d'un enchaînement de modèles qui traduisent les problèmes. Comme indiqué ci dessus le premier modèles est un modèle de dispatching des modems pour satisfaire au mieux la demande totale. Pour faire face à la demande non satisfaite, deux scénarios sont envisageables :

Premier scénario : réaffectation de la demande non satisfaite au niveau des centres saturés vers d'autres non saturés.

Deuxième scénario : éventualité d'une extension dans certains centres saturés en accès. Ce scénario constitue un outil permettant le dimensionnement de cette extension . Il est à noter que le premier modèle est un modèle générique. Les deux derniers modèles exploitent les résultats du premier.

III.2 MODELE DE DISPATCHING DES MODEMS

III.2.1 Hypohèses

On supposera qu'il y a N sites au niveau du réseau DZPAC (centre de gestion et commmutateurs), le centre de gestion ou noeud principal est affecté a l'indice 0, les autres commmutateurs seront indicés de 1 à N . La configuration du réseau est la suivante:

- C_0 : nombre d' accès au niveau du centre de gestion,
- C_l : nombre d' accès au niveau des centres urbains, $l = 1, \dots, N_1$,
- C^l : nombre d' accès au niveau des centres régionaux, $l = N_1 + 1, \dots, N$.

Nous avons m types de modems. La disponibilité en modems est comme suit :

- M_k , nombre total des modems pouvant être utilisé pour un débit k

Un accès au réseau DZPAC est définit par un quadruplet (i, j, k, l) tel que :

- i : type d'accès (synchrone s, asynchrone a),
- j : mode de transmission (direct d, indirect i, en bande de base b),
- k : débit de transmission, $k=1, \dots, A$.
- l : centre de raccordement, $l=1, \dots, N$

III.2.2 Variables de décision

On prendra $X_{i,j,k,l}$ le nombre d'accès de type d'accès i , de mode de transmission j , et de débit k , au niveau du centre l .

III.2.3 Contraintes

a. Disponibilité des accès

Au niveau de chaque centre l (noeud principal, centres urbains, centres régionaux), le nombre total d'accès de type (i,j,k) ne doit pas dépasser le nombre prévu par la configuration, cela se traduit par :

- Pour le noeud principal

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,0} \leq C_0$$

- Pour les centres urbains :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l} \leq C_l \quad l = 1, \dots, N_1$$

- Pour les centres régionaux :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l} \leq C'_l \quad l = N_1 + 1, \dots, N$$

b. Disponibilité des modems

Le nombre total d'accès au niveau de tous les centres à un débit k ne doit pas dépasser à aucun cas le nombre de modems servant à ce type de débits soit M_k cela se traduit par :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l} \leq M_k \quad k = 1, \dots, A$$

c. Demande

La demande au niveau de chaque centre est classifiée, de ce fait elle constitue une borne supérieure de notre variable en d'autres termes :

$$X_{i,j,k,l} \leq D_{i,j,k,l} \quad i = s, a; j = d, i, b; k = 1, \dots, A; l = 0, \dots, N.$$

III.2.3 Objectif

Le problème est de maximiser le nombre total des accès au réseau soit :

$$\text{Max} \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}$$

III.2.4 Modèle

$$\text{Max} \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,0} \leq C_0$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l} \leq C_l \quad l = 1, \dots, N_1$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l} \leq C_l \quad l = N_1 + 1, \dots, N$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l} \leq M_k \quad k = 1, \dots, A$$

$$X_{i,j,k,l} \leq D_{i,j,k,l} \quad i = s,a; j = d,i,b; k = 1, \dots, A; l = 0, \dots, N$$

$$X_{i,j,k,l} \geq 0 \quad i = s,a; j = d,i,b; k = 1, \dots, A; l = 0, \dots, N$$

$$X_{i,j,k,l} \in \text{IN}$$

Le modèle présenté ci-dessus est un programme linéaire en nombre entiers,

dont le nombre de variables $X_{i,j,k,l}$ est : $3 \times 2 \times A \times N + 1$ (variables). Le modèle compte : $N + 1 + A + (3 \times 2 \times A \times N + 1) + (3 \times 2 \times A \times N + 1) * \text{contraintes}$.

* : Nombre de contraintes de non négativité.

III.3 MODELE DU SCENARIO DE REAFFECTATION

Dans ce scénario, nous considérons l'éventualité où certains centres sont saturés, c-à-d que la demande ne peut plus être satisfaite dans ces centres, alors que dans d'autres centres un certain nombre d'accès est encore disponible.

Nous proposons la procédure suivante qui consiste à réaffecter la demande non satisfaite (au niveau d'un centre saturé) vers d'autres centres où les accès sont encore disponibles.

Dans ce deuxième modèle, nous ne considérons que les centres urbains, car l'éloignement des centres régionaux entre eux rend techniquement impossible la réaffectation de et vers ces centres.

III.3.1. Hypothèses

Tout d'abord, il faut préciser les origines et les destinations de cette réaffectation, c'est à dire les centres saturés, et les centres hôtes qui reçoivent l'affectation. Ceci est effectué en égard à quelques critères :

- la saturation des centres d'origine,
- la disponibilité des accès au niveau du centre hôte,
- la disponibilité des modems.

Nous établissons une matrice R d'éléments r_{lm} tels que :

$$r_{lm} = \begin{cases} 1 & \text{si on peut réaffecter la demande du centre } l \text{ vers le centre } m \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Remarque:

Nous posons $r_{lm} = 0$ pour $l=m$, en effet on ne peut réaffecter des accès d'un centre à lui même.

Le nombre d'accès disponibles dans chaque centre est fonction des résultats de la première procédure, nous ne considérons alors que les accès restants dans la contrainte de disponibilité des accès. De même, dans la contrainte de disponibilité des modems, ne sont pris en compte que les modems encore disponibles.

Le nombre d'accès restant dans un centre l est :

$$C_l^r = C_l - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l}^*$$

De même, le nombre de modems de type k au niveau du centre l est :

$$M_k^r = M_k - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$$

$X_{i,j,k,l}^*$ est la solution obtenue par le premier modèle de dispatching.

- Pour tous les centres nous considérons la demande restante :

$$D_{i,j,k,l}^r = D_{i,j,k,l} - X_{i,j,k,l}^* \quad i = s, a; j = d, i, b; k = 1, \dots, A; l = 0, \dots, N$$

III.3.2. Variable

nous appelons $Y_{i,j,k,l,m}$ le nombre d'accès de type i , de mode de transmission j , et de débit k affecté du centre l vers le centre m

III.3.3 Contraintes

a. **Disponibilité des accès** : au niveau d'un centre hôte m , le total des accès provenant des centres originaires ne doit pas dépasser le nombre d'accès restants.

- Pour le noeud principal :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N1} Y_{i,j,k,l,0} \leq C_0^r$$

- Pour les centres urbains:

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N1} Y_{i,j,k,l,m} \leq C_m^r \quad m = 1, \dots, N1$$

b. **Disponibilité des modems** : Le nombre total des accès affectés à un centre m , à un débit k , ne doit pas dépasser le nombre des modems restants permettant ce type de débit

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^{N1} \sum_{m=0}^{N1} Y_{i,j,k,l,m} \leq M_k^r \quad k = 1, \dots, A$$

c. **Demande** : En considérant tous les flux d'accès arrivant sur les centres hôtes, la somme des accès affectés à chaque centre m est inférieure ou égale à la demande restante au niveau de ce centre cela se traduit par :

$$\sum_{l=0}^{N1} Y_{i,j,k,l,m} \leq D_{i,j,k,m}^r \quad i = s,d ; j = d,i,b ; k = 1, \dots, A ; m = 0, \dots, N1$$

.Contrainte de saturation

Pour les centres non saturés, il faut s'assurer que la variable $Y_{i,j,k,l,m}$ est égale à zéro
cela se traduit par :

$$Y_{i,j,k,l,m} = 0 \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{m=0}^{N1} D_{i,j,k,l,m}^r \leq C_l^r \quad *$$

On définit le paramètre δ_l tel que :

$$\delta_l = \begin{cases} 1 & \text{si} \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{m=0}^{N1} D_{i,j,k,l,m}^r \geq C_l^r \\ 0 & \text{sin on} \end{cases}$$

La contrainte (*) peut être écrite comme suit :

$$0 \leq Y_{i,j,k,l,m} \leq \delta_l \times \mathcal{M}$$

\mathcal{M} est un entier positif très grand.

III.3.4 Objectifs

Le problème est de maximiser le nombre total des accès au réseau, sous les contraintes sus-citées.

$$\text{Max} \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N_1} \sum_{m=0}^{N_1} r_{lm} Y_{i,j,k,l,m}$$

III.3.5 Modèle

$$\text{Max} \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N_1} \sum_{m=0}^{N_1} r_{lm} Y_{i,j,k,l,m}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N_1} Y_{i,j,k,l,0} \leq C'_0$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^{N_1} Y_{i,j,k,l,m} \leq C'_m$$

$$m = 1, \dots, N_1$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^{N_1} \sum_{m=0}^{N_1} Y_{i,j,k,l,m} \leq M'_k$$

$$k = 1, \dots, A$$

$$\sum_{l=0}^{N_1} Y_{i,j,k,l,m} \leq D'_{i,j,k,m}$$

$$i = s, a \quad ; \quad j = d, i, b \quad ; \quad k = 1, \dots, A$$

$$0 \leq Y_{i,j,k,l,m} \leq \delta_{l \times m}$$

$$i = s, a \quad ; \quad j = d, i, b \quad ; \quad k = 1, \dots, A \quad ; \quad l = 0, \dots, N_1$$

$$Y_{i,j,k,l} \geq 0$$

$$i = s, a \quad ; \quad j = d, i, b \quad ; \quad k = 1, \dots, A \quad ; \quad l = 0, \dots, N_1$$

$$Y_{i,j,k,l,m} \in \mathbb{N}$$

- Le modèle formulé ci-dessus est un programme linéaire en nombres entiers . Le nombre de variables entières est : $3 \times 2 \times A \times N_1 + 1 \times N_1 + 1$.

Le modèle compte :

$$N_1 + 1 + A + 3 \times 2 \times A + ((3 \times 2 \times A \times N_1 + 1 \times N_1 + 1) + (3 \times 2 \times A \times N_1 + 1 \times N_1 + 1)^*) \text{ contraintes.}$$

* : contraintes de non négativité .

III.4 MODELE DE L'EXTENSION :

Dans ce scénario nous considérons les deux éventualités suivantes

- La saturation de certains centres,
- Un épuisement d'un certain type de modems.

Le modèle proposé dans ce scénario nous permet alors de dimensionner cette extension en identifiant :

- le nombre et le type de modems à acquérir,
- les centres où doit se faire l'extension en nombre d'accès.

III.4.1 Hypothèses :

- Pour un centre non saturé nous devons considérer :

les accès restants dans la contrainte de disponibilité des accès soit :

$$C_l^r = C_l - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A X_{i,j,k,l}^*$$

C_l : le nombre total des accès disponibles au niveau du centre l

de même pour la contrainte de disponibilité des modems, il faut considérer le nombre de modems restants, soit :

$$M_k^r = M_k - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$$

M_k : le nombre total des modems,

$X_{i,j,k,l}^*$: nombre d'accès de type (i,j,k) déjà réalisé au niveau du centre l (solution du problème de dispatching),

- Pour un centre saturé l nous devons considérer le total des accès disponibles en faisant l'extension soit : C_l^r

- Pour tous les centres nous considérons la demande restante :

$$D_{i,j,k,l}^r = D_{i,j,k,l} - X_{i,j,k,l}^* \quad i = s,a ; j = d,i,b ; k = 1, \dots, A ; l = 0, \dots, N$$

III.4.2. Variable

nous appelons $Z_{i,j,k,l,m}$ le nombre d'accès de type i , de mode de transmission j , et de débit k au niveau du centre l

III.4.3 Contraintes

a. Disponibilité des accès

Pour les centres saturés, le nombre total d'accès de type

(i, j, k) ne doit pas dépasser le nombre d'accès prévu par l'extension cela se traduit par:

• Pour le noeud principal :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,0} \leq C_0^r \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,0} \leq C_0^r$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,0} \leq C_0^e \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,0} \geq C_0^r$$

• Pour les centres urbains ($l = 1 \dots N_1$) :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq C_l^r \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \leq C_l^r$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq C_l^e \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \geq C_l^r$$

• Pour les centres régionaux ($l = N_1+1 \dots N$) :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq C_l^r \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \leq C_l^r$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq C_l^e \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \geq C_l^r$$

On introduit les paramètres suivants :

• Pour le noeud principal ($l = 0$) :

$$\delta_0 = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,0} \geq C_0^r \\ 0 & \text{sin on} \end{cases}$$

• Pour les centres urbains ($l = 1, \dots, N_1$) :

$$\delta_l = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \geq C_l^r \\ 0 & \text{sin on} \end{cases}$$

• Pour les centres régionaux ($l = N_1+1, \dots, N$) :

$$\delta_l = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A D_{i,j,k,l} \geq C_l^r \\ 0 & \text{sin on} \end{cases}$$

Et ces contraintes peuvent être formulées comme suit :

• Pour le noeud principal :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,0} \leq \delta_0 C_0^e + (1 - \delta_0) C_0^r$$

• Pour les centres urbains :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq \delta_l C_l^e + (1 - \delta_l) C_l^r \quad l = 1, \dots, N_1$$

• Pour les centres régionaux :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq \delta_l C_l^e + (1 - \delta_l) C_l^r \quad l = N_1 + 1, \dots, N$$

b. Disponibilité des modems

Le nombre total des accès de débit k au niveau de tous les centres ne doit pas dépasser le nombre restant de modems servant à ce type de débit . En cas d'épuisement d'un certain type cette contrainte sera relaxée pour permettre de déterminer le nombre de modems à acquérir de ce type. cela se traduit par :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l} \leq M_k^r \quad \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N D_{i,j,k,l}^r \leq M_k^r$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l} \leq \mathcal{M} \quad \text{sinon}$$

On introduit le paramètre binaire δ_k :

$$\delta_k = \begin{cases} 1 & \text{si} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N D_{i,j,k,l}^r \geq M_k^r \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Et la contrainte peut être formulée comme suit

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l} \leq (1 - \delta_k) \times M_k^e + \delta_k \times \mathcal{M} \quad k = 1, \dots, A$$

\mathcal{M} est un entier positif très grand.

c. Demande

De même que dans les modèles précédents nous avons la contrainte de la demande comme suit :

$$Z_{i,j,k,l} \leq D_{i,j,k,l}^r \quad i = s, a; \quad j = d, i, b; \quad k = 1 \dots A \quad l = 0 \dots N$$

III.4.4 Objectif

Le problème est de maximiser le nombre total des accès au réseau soit :

$$\text{Max} \quad \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l}$$

III.4.5 Modèle

Le modèle de l'extension s'écrit comme suit :

$$Max \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l}$$

sous les contraintes :

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,0} \leq \delta_0 C_0^e + (1 - \delta_0) C_0^r$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq \delta_l C_l^e + (1 - \delta_l) C_l^r \quad l = 1, \dots, N_1$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A Z_{i,j,k,l} \leq \delta_l C_l^e + (1 - \delta_l) C_l^r \quad l = N_1 + 1, \dots, N$$

$$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N Z_{i,j,k,l} \leq (1 - \delta_k) M_k^e + \delta_k M \quad k = 1, \dots, A$$

$$Z_{i,j,k,l} \leq D_{i,j,k,l}^r \quad i = s,a; \quad j = d,i,b; \quad k = 1 \dots A \quad l = 0 \dots N$$

$$Z_{i,j,k,l} \geq 0 \quad i = s,a; \quad j = d,i,b; \quad k = 1 \dots A; \quad l = 0 \dots N$$

$$Z_{i,j,k,l} \in IN$$

• Le modèle formulé ci-dessus est un programme linéaire en nombres entiers. Le nombre de variables entières est : $3 \times 2 \times A \times N + 1 \times N + 1$, Le modèle compte :

$N + A + ((3 \times 2 \times A \times N + 1 \times N + 1) + (3 \times 2 \times A \times N + 1 \times N + 1)*)$ contraintes.

* : contraintes de non négativité .

CHAPITRE IV :

DEMARCHE DE RESOLUTION

Résumé

Le chapitre quatre portera sur la démarche de résolution. Nous y explicitons une application permettant la définition des caractéristiques des accès adéquats. Et résolvons les trois modèles à l'aide du progiciel GAMS. Nous terminons le chapitre par l'interprétation des résultats obtenus.

IV.1 INTRODUCTION

Dans cette dernière partie, nous nous proposons d'entamer la résolution des problèmes soulevés au chapitre précédent. La démarche de résolution s'effectuera de manière séquentielle, étant donné que les modèles proposés sont liés entre eux. Nous exploiterons donc les résultats du premier modèle pour la résolution des problèmes sous-jacents aux deux scénarios envisagés.

L'outil de résolution choisi est le GAMS celui-ci permet de résoudre aisément ce genre de problèmes.

IV.2 HYPOTHESES GENERALES

Le réseau proposé pour répondre aux spécifications du Réseau Public à Commutation par Paquets d'Algérie DZPAC est organisé comme suit :

- Un noeud principal d'indice 0 dont le nombre d'accès $C_0 = 146$,
- Huit (8) centres urbains notés de 1 à 8 dont la capacité de raccordement de chacun est $C_l = 23 \quad l = 1, \dots, 8$,
- Cinq (5) centres régionaux notés de 9 à 13 configurés à 18 accès $C_l = 18 \quad l = 9, \dots, 13$,

Actuellement, il existe quatre types de modems :

- le modem MD1233 pour des débits inférieurs à 1200 bit/s ,
- le modem MD2433 pour des débits inférieurs à 2400 bit/s ,
- le modem ER 9631 pour des débits inférieurs à 9600 bit/s ,
- le modem BdB19/25 pour des débits inférieurs à 19200 bit/s ,

fonctionnant à cinq types de débits ($k = 1, \dots, 5$)

- 1 : débit de 1200 bit/s,
- 2 : débit de 2400 bit/s,
- 3 : débit de 4800 bit/s,
- 4 : débit de 9600 bit/s,
- 5 : débit de 19200 bit/s.

Ces accès peuvent être directs (d) , indirects (i) ou en bande de base (b).

Le mode de transmission peut être synchrone (s) ou asynchrone (a).

Un accès est défini par le quadruplet (i, j, k, l) tel que :

- i : mode de transmission $i = s$ synchrone, a asynchrone,
- j : type d'accès $j = d$ direct, i indirect, b en bande de base,
- k : débit de transmission $k = 1, \dots, 5$
- l : centre de raccordement $l = 0, \dots, 13$,

VI.3 PRESENTATION DE L'APPLICATION

Parmi les problèmes relevés lors l'analyse de la demande, nous citerons celui concernant la définition des accès adéquats pour les organismes demandeurs. Dans ce contexte, nous avons développé une application pour l'allocation des accès aux abonnés en se basant surtout sur l'environnement logistique des organismes demandeurs..

VI.3.1 Critères d'un choix adéquat :

la définition des caractéristiques d'un accès est basée sur les critères suivants:

- Type d'équipement disponible (Parc informatique),
- Trafic : caractérisé par
 - Le type d'application (conversationnel, transfert de fichier),
 - Le volume d'information échangée
 - Le temps d'occupation.
- Importance de l'information échangée (Chiffres, Texte),
- Coût d'installation.

IV.3.2 Hypothèses simplificatrices :

Vu la qualité des organismes demandeurs (Banques, Entreprises), le transfert de fichiers constitue pratiquement la seule application. La nouveauté du service de transmission de données par paquets fait que dans la plupart des cas, les demandes d'accès ne correspondent pas aux besoins spécifiques de chaque demandeur. Nous ne tiendrons compte dans ce qui suit que des facteurs coût et localisation pour la détermination d'accès convenables.

IV.3.4 Structure des coûts :

- Pour un accès direct ou en bande de base : le coût est composé de :
 - Frais d'accès (modems, installation),
 - Redevance mensuelle,
 - Taxe de communication DZPAC.
- Pour un accès indirect : le coût est composé de :
 - Frais d'accès (modems, installation),
 - Redevance mensuelle,
 - Taxe de communication téléphonique,
 - Taxe de communication DZPAC.

Les frais concernant l'acquisition des modems et l'installation constituent la partie fixe du coût d'accès.

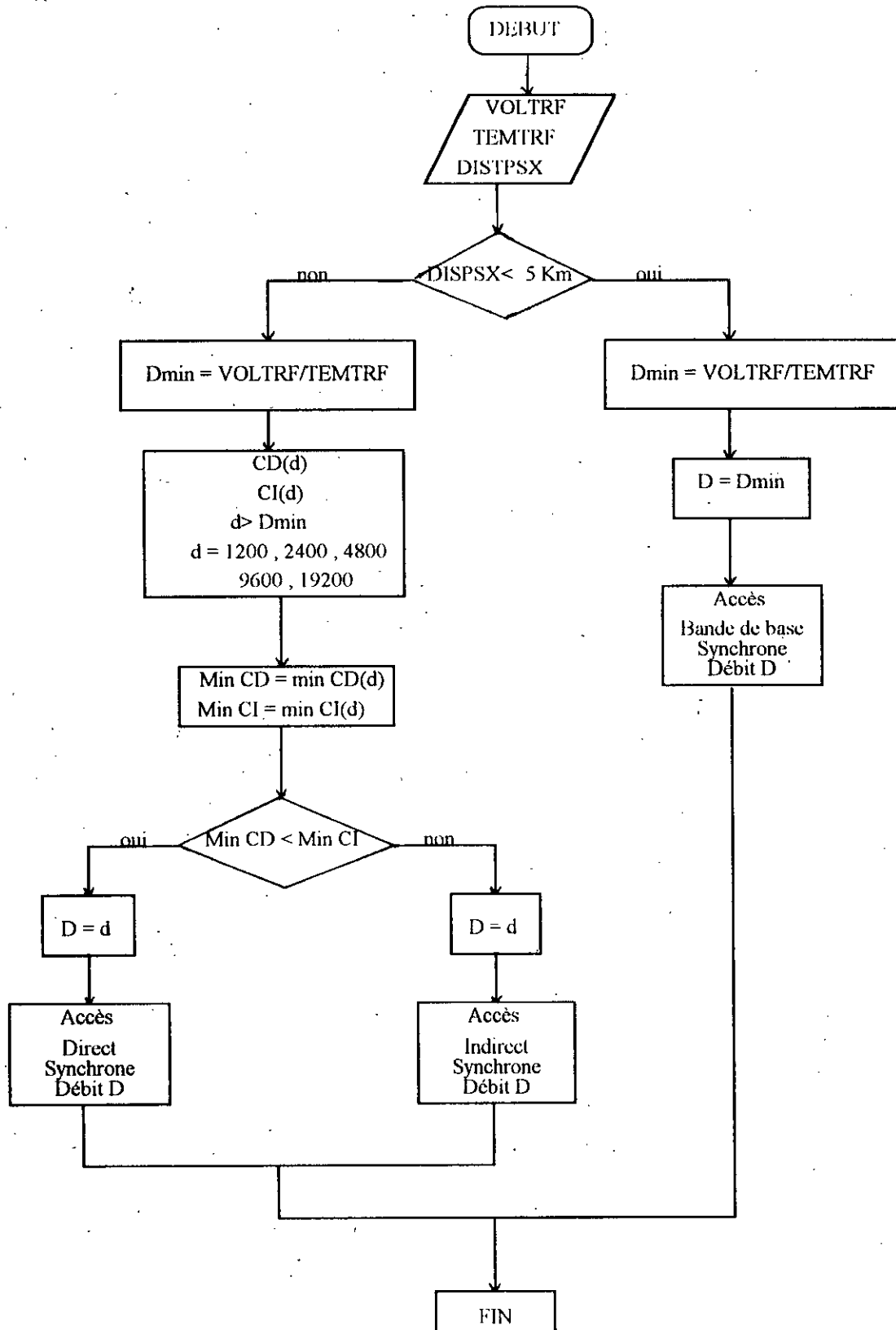
La redevance mensuelle, la taxe DZ PAC dépendent essentiellement du volume du trafic. Pour l'accès indirect caractérisé par un passage dans le réseau téléphonique, une taxe de communication téléphonique est également redevable, celle-ci dépend du temps de trafic.

IV.3.5 Implémentation

a. Inputs.

- Identité de l'organisme demandeur :
 - Organisme
 - Sigle
 - Adresse
- Fiche technique :
 - Code du PSX de rattachement : CODPSX,
 - Distance (en Km) du PSX : DISPSX,
 - Volume de trafic (en KOctets) : VOLTRF,
 - Temps de trafic par jour (en minutes) : TEMTRF.

b. Organigramme de calcul



c. Output

Cette procédure nous permet de faire une allocation des accès aux organismes demandeurs, après le calcul l'accès sera défini par :

- Type d'accès : direct, indirect, bande de base
- Débit d'accès : 1200 bps, 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, 19200 bps
- Mode de transmission : synchrone, asynchrone

IV.3.6 Langage de programmation

Notre application a été développée à l'aide du langage de programmation, Turbo Pascal version 6.0 de BORLAND Corporation, exploitant l'apport de cette version en matière de programmation orientée objets, qui présente d'énormes facilités de point de vue interface utilisateur.

VI.4 PRESENTATION DU GAMS[BRO,87]

Depuis quelques années, et avec l'arrivée des micro-ordinateurs personnels, nous assistons à une prolifération de logiciels de programmation mathématique[WAS,89]. Parmi les logiciels actuellement répandus, le GAMS (General Algebraic Modeling System) présente de grandes facilités d'élaboration et de résolution de problèmes mathématiques.

GAMS est la combinaison, d'une part du langage de modélisation GAMS et d'autre part d'un ensemble de solvers, MINOS (Modular In-Core Non-linear Optimisation System), ZOOM (Zero/One Optimization Methods). Dans ce qui suit nous présentons quelques caractéristiques du GAMS relatives aux méthodes de programmation mathématique, d'interface utilisateur, et les caractéristiques du langage de modélisation.

IV.4.1. Caractéristiques techniques

GAMS peut traiter des problèmes de grande taille. Dans sa version PC une limite de 500 variables (avec 640 K\$ de RAM) peut être largement atteinte.

GAMS peut manipuler un maximum de :

- 32767 lignes,
- 32767 colonnes,

- 32767 éléments non linéaires non nuls.

Comme cité ci-dessus, GAMS est un "package" de plusieurs solvers, associés à différents types de problèmes, nous donnons ci-dessous les types de problèmes pouvant être résolus par le progiciel GAMS, ainsi que les solvers correspondants.

SOLVERS	TYPES DE PROBLEMES RESOLUS (*)
BDML	LP RMIP
ZOOM	LP RMIP MIP
MINOS	LP RMIP RMINLP NLP DNLP
CONOPT	LP RMIP RMINLP NLP
OSL	LP RMIP MIP
DICOPT	MINLP
MPSWRITE	LP RMIP MIP RMINLP DNLP

- (*) LP problèmes de programmation linéaire,
 RMIP problèmes de programmation en nombres entiers relaxée,
 MIP problèmes de programmation en nombres entiers à variables binaires,
 NLP problèmes de programmation non linéaire,
 MINLP problèmes de programmation non linéaire en nombres entiers à variables binaires
 RMINLP problèmes de programmation non linéaire en nombres entiers relaxée.
 DNLP problèmes de programmation non linéaire avec des discontinuités dans les contraintes et/ou dans la fonction objectif.

IV.4.2 Interface utilisateur

a. Introduction des données

GAMS requiert un éditeur externe pour créer un modèle, et permet de nommer les variables ainsi que les contraintes. Il permet de reproduire les données introduites uniquement sur un fichier de résultats sur disque. Cet écho est automatiquement reproduit et ne peut être supprimé par l'utilisateur.

b. Sortie des données

GAMS produit un rapport final détaillé qui contient le modèle initial et les variables de décision. L'option DISPLAY donne une certaine flexibilité dans la conception de l'organisation du résultat final.

GAMS renvoie uniquement les résultats finaux vers un fichier défini par l'utilisateur (le fichier .LST par défaut), c'est peut être là l'une contre performance de GAMS. Celui-ci donne, dans le rapport final, les temps d'exécution et de compilation du programme.

c. possibilité de contrôle par l'utilisateur

GAMS est désigné pour une large variété d'utilisateurs, des experts en programmation mathématique, qui exercent un haut degré de contrôle sur les possibilités de création de modèles et sur le processus de résolution, aux utilisateurs occasionnels pour lesquels GAMS n'est qu'une boîte noire dans laquelle les décisions sont automatiquement prises par le système. Un utilisateur "avisé" peut vouloir choisir les valeurs initiales de ses variables de décision, affecter différentes valeurs aux paramètres de son problème, spécifier le nombre d'itérations, ou le temps d'exécution nécessaire.

Parmi les caractéristiques de GAMS, nous citerons :

- le choix d'un point initial,
- la définition de bornes sur les variables
 - X.LO = borne inférieure,
 - X.UP=borne supérieure.
- la spécification du temps maximal d'exécution, l'option RESLIM permet de définir ce temps,
- la sauvegarde de la dernière exécution et ré-exécution après un certain temps.

IV.4.3 Caractéristiques du langage de modélisation

GAMS présente le modèle sous forme compacte, les données peuvent être représentées sous forme de tableaux (vecteurs ou matrice de coefficients), la fonction objective et les contraintes peuvent être aisément formulées en utilisant les notations de sommation et de produit. La représentation en langage GAMS consiste en quatre points essentiels : SETS, DATA(PARAMETERS et TABLES), VARIABLES et EQUATIONS.

La structure générale d'un programme GAMS se présente comme suit :

Inputs

\$TITLE (titre du programme)

SETS

Déclaration

Affectation des éléments

DATA (PARAMETERS, TABLES, SCALARS)

Déclaration

Affectation aux valeurs

VARIABLES

Déclaration

spécification du type des variables

Affectation des bornes et/ou valeurs initiales (optionnelle)

EQUATIONS

Déclaration

Définition

MODEL (spécification des équations constituant le modèle)

SOLVE -nom du modèle- direction de l'optimisation(max, min)-fonction

objective-type de problème(LP, NLP, MIP, etc)

DISPLAY - élément à afficher-(optionnelle)

Outputs

Echo (GAMS reproduit les inputs dans le fichier des résultats)

Listing des équations (détail des équations)

Résultats.

GAMS contient une librairie de plus de 100 modèles de programmation mathématique (problèmes linéaires, non linéaires, en nombres entiers, etc.). Ces modèles illustrent les techniques de modélisation en langage GAMS.

IV.4.4. GAMS/ZOOM[MAR,87]

Les modèles linéaires et les modèles linéaires entiers mixtes créés avec le langage GAMS peuvent être résolus avec le solveur ZOOM.

GAMS/ZOOM est un progiciel réalisé en langage de programmation FORTRAN pour la résolution de problèmes de programmation en nombres entiers mixte (Mixed Integer programming-MIP), à variables binaires. Il est conçu pour des problèmes de taille moyenne [MAR,87], avec jusqu'à 200 variables zéro/un. Il est aussi capable de traiter les programmes entiers purs en exprimant les variables entières comme des combinaisons de variables binaires. La structure du modèle mathématique MIP est :

GAMS convertit automatiquement les variables entières en variables binaires, de sorte que GAMS/ZOOM puisse résoudre le problème MIP général. Si x_j prend les valeurs $0, 1, 2, \dots, u_j$, on peut alors définir K variables binaires, tel que K est défini par :

$$2^{k-1} \leq u_j < 2^k$$

La variable entière est alors représentée par :

$$x_j = y_{j,1} + 2y_{j,2} + \dots + 2^{k-1}y_{j,k}$$

GAMS/ZOOM commence par la résolution du problème comme un problème linéaire, ensuite il utilise l'heuristique P&C (Pivot and Complement heuristic) due à BALAS et MARTIN (1980) [MAR,87], pour retrouver une solution réalisable entière initiale. GAMS/ZOOM utilise ensuite la méthode de Branch-and-Bound pour améliorer la solution et vérifier l'optimalité.

MARSTEN et SINGHAL rapportent que la méthode P&C est plus rapide que l'application de la procédure Branch-and-Bound dès le début.

GAMS/ZOOM présente des options qui permettent de mieux contrôler l'exécution, comme :

- les options RESLIM et ITERLIM permettent de contrôler les ressources allouées, les options OPTCA et OPTCR contrôlent la fin de l'exécution.
- l'option BRANCH = 'YES' ou 'NO' permet de spécifier si la procédure Branch-and-Bound est exécutée ou non.
- l'option HEURISTIC = 'YES' ou 'NO' permet de spécifier si l'heuristique est exécutée ou non.

IV.5.RESOLUTION DU MODELE DE DISPATCHING DES MODEMS

IV.4.1 Hypothèses

- Les paramètres à introduire dans notre modèle sont
 - le nombre d'accès exploitables,
 - le nombre de modems exploitables,
 - la demande en instance.

Le nombre d'accès exploitables, figurant dans la contrainte de disponibilité des accès, est obtenu en soustrayant le nombre d'accès utilisés du nombre total d'accès.

Ce nombre est donné par le tableau suivant IV.1 :

CODE	PSXC	Nombre D'accès Exploitables
600	Rostomia	140
601	Liberté	13
602	B. E.K	21
603	El Harrach	21
604	Kouba	21
605	B . M . Rais	17
606	Béjaia	16
607	Ben Aknoun	21
620	Boumerdès	15
625	Tizi . Ouzou	16
630	Blida	12
635	Chlef	14
640	Cheraga	14
670	A.Idir	15
Total		353

Tableau VI.1

- Pour la contrainte de la disponibilité des modems, il faut considérer le nombre des modems exploitables de la gamme de modems, qui est obtenu de la même façon que le nombre d'accès exploitables, c-à-d en soustrayant le nombre de modems déjà utilisés du

nombre total de modems. Le tableau IV.2 donne pour chaque type de modems :

- le nombre total de modems,
- le nombre de modems utilisés et le nombre de modems exploitables.

Type de modems	Nombre total des modems	Nombre des modems utilisés	Nombre des modems exploitables
MD1233	97	0	97
MD2433	124	1	123
ER9600	70	39	31
Bdb 19 / 25	128	26	102

Tableau IV.2

- La demande exploitable est obtenue de la même manière que pour les accès, cette demande est détaillée en annexe D (structure de la demande).

IV.5.2 Résultats et interprétation

Nous introduisons les données explicitées ci-dessus dans notre modèle GAMS. La résolution se fait à l'aide du GAMS/ZOOM. Nous obtenons une solution entière optimale de notre problème. L'analyse des résultats obtenus nous permet d'élaborer un plan de reconfiguration du réseau. Ce plan comporte deux volets :

- 1- Détermination du nombre d'accès réalisés au niveau de chaque centre.
- 2- Répartition des modems sur les centres du réseau.

Dans le tableau IV.3, nous donnons pour chaque centre le nombre d'accès réalisés.

CODE	Total des accès exploitables	Demande Exploitable	Demande réalisée
600	140	21	21
601	13	57	13
602	21	18	18
603	21	27	21
604	21	10	10
605	18	11	11
606	17	24	16
607	21	2	2
620	15	22	15
625	16	44	16
630	12	44	12
635	14	50	14
640	14	23	14
670	15	21	15
Total	353	376	198

Tableau VI.3

• Au niveau du noeud principal (code 600), la totalité de la demande n'a pû être satisfaite à cause de l'épuisement des modems correspondants aux accès demandés (Voir Annexe D). Dans tous les centres où le niveau de la demande excède la capacité de raccordement, le total des accès exploitables a été utilisé. D'où la nécessité d'envisager d'autres solutions pour la satisfaction de la demande restante. Nous envisagerons selon le cas un plan de réaffectation ou d'extension.

• La répartition des modems sur les centres du réseau constitue la deuxième partie de notre démarche. Elle est donnée par le tableau IV.4.

Code	BdB 19/25	MD 1233	MD 2433	ER 9600
600	13	3	3	2
601	13	0	0	0
602	6	5	5	2
603	7	6	8	0
604	2	3	2	3
605	6	2	3	0
606	6	2	8	0
607	0	0	0	2
620	4	0	9	2
625	4	2	0	10

630	2	8	0	2
635	4	2	2	6
640	8	0	6	0
670	2	8	3	2
Total	79	41	47	31

Tableau IV.4

Pour montrer l'apport de la reconfiguration proposée, nous comparons ci-après les résultats de cette reconfiguration avec la configuration actuelle du réseau. Comme spécifié au chapitre II, la configuration actuelle proposée par les gestionnaires du réseau prévoit :

En accès:

- Pour les concentrateurs urbains :

6 accès à un débit de 2400bps,

8 accès à un débit de 1200bps,

3 accès à un débit allant de 4800 bps jusqu'à 9600 bps,

6 accès en bande de base (BdB), à des débits allant jusqu'à 19200 bps.

- Pour les concentrateurs régionaux :

6 accès en bande de base, à des débits allant de 1200bps jusqu'à 19200 bps,

6 accès à des débits de 2400bps,

3 accès à des débits de 1200 bps,

3 accès à des débits allant de 4800 bps jusqu'à 9600 bps.

En modems :

- Pour les concentrateurs urbains :

6 modems de type MD2433,

8 modems de type MD1233,

3 modems de type ER9631,

6 modems de type 19/25.

- Pour les concentrateurs régionaux :

6 modems de type MD2433,

3 modems de type MD1233,

3 modems de type ER9631,

6 modems de type 19/25.

Au niveau des accès, nous comparons ici, le nombre d'accès pouvant être réalisés selon les deux configurations, la première configuration (config.1) est celle explicitée ci-dessus (la configuration actuelle), la deuxième configuration (config.2) est celle que nous proposons (Tableau IV.5).

CODE	Demande réalisable config 1	Demande réalisable config 2
600	21	21
601	13	13
602	17	18
603	19	21
604	8	10
605	8	11
606	16	16
607	1	2
620	13	15
625	14	16
630	11	12
635	13	14
640	8	14
670	13	15
Total	175	198

Tableau IV.5

Au niveau de certains centres (603, 620, 625, ...), et bien que le niveau de la demande excède le nombre d'accès disponibles, la configuration actuelle ne permet pas la saturation en accès à cause de l'épuisement des modems alloués à ces centres.

Nous avons calculé quelques paramètres concernant l'exploitation du réseau et nous comparons entre les valeurs données par chaque configuration dans le tableau IV.6. Ces paramètres sont :

- le taux de satisfaction de la demande,

640	1	0	0	0	0	0	1	0	0
670	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Tableau IV.7

Comme nous l'avons précisé au début de ce chapitre, les résultats du premier modèle seront utiles pour la résolution du modèle de la réaffectation ou de l'extension.

La solution optimale du modèle de dispatching $X^*_{i,j,k,l}$ nous permet de calculer :

- Le nombre d'accès restants,
 - Le nombre de modems restants,
 - La demande non réalisée.
- Pour la contrainte de la disponibilité des accès, le nombre d'accès restants est calculé comme suit :

$$C'_l = C_l - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=0}^A X^*_{i,j,k,l}$$

$X^*_{i,j,k,l}$: nombre d'accès de type (i,j,k) déjà réalisé au niveau du centre l (solution du problème de dispatching),

Le tableau IV.7 donne pour chaque centre :

- Le nombre des accès restants
- La valeur de δ_l indiquant la saturation ou non du centre l .

CODE	Nombre D'accès Restants	δ_l
600	119	0
601	0	1
602	3	0
603	0	1
604	11	0
605	6	0
607	19	0
640	0	1
670	0	1
Total	158	

Le tableau IV.7

- Pour la contrainte de la disponibilité des modems, il faut considérer le nombre des modems restants de la gamme de modems de type k en d'autres termes :

$$M_k^r = M_k - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$$

M_k : le nombre total des modems,

$X_{i,j,k,l}^*$: nombre d'accès de type (i,j,k) déjà réalisé au niveau du centre l (solution du problème de dispatching),

Le tableau IV.8 donne pour chaque type de modems :

- le nombre de modems restants
- la valeur de δ_k indiquant l'épuisement ou non du modem de chaque type

Type de modems	Nombre des modems exploitables	Nombre des modems utilisés	Nombre de modems restants	δ_k
MD1233	97	41	56	0
MD2433	123	47	76	0
ER9600	31	31	0	1
Bdb 19 / 25	102	79	23	0

Tableau IV.8

- Pour la contrainte de la demande au niveau du centre l , il faut considérer la demande non réalisée en d'autres termes :

$$D_{i,j,k,l}^r = D_{i,j,k,l} - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$$

$D_{i,j,k,l}$: le total de la demande d'accès de type (i,j,k) au niveau du centre l ,

$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$: le total de la demande de type (i,j,k) réalisée au niveau du

centre l ,

$D_{i,j,k,l}^r = D_{i,j,k,l} - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$: le total de la demande restante de type

(i,j,k) au niveau du centre l

IV.5.2 Résultats et interprétation

Le tableau IV.9 représente les flux de la demande réaffectée entre les différents centres urbains. Le noeud principal (600) présente intuitivement le centre hôte

idéal. La résolution du modèle du scénario de la réaffectation a concrétisé cette remarque, ou que la quasi totalité de la demande a été réaffectée vers ce centre. Cela peut être expliqué par le nombre limité des accès exploitables au niveau des autres centres. La prise en considération de ce scénario peut atténuer l'exigence d'une extension à court terme. La structure de la demande réaffectée se présente comme suit :

- . 32 accès réaffectés du centre 601, dont 9 accès en bande de base, 15 accès directs et 8 accès indirects
- . 8 accès réaffectés du centre 640, dont 2 accès en bande de base, 4 accès directs et 2 accès indirects
- . 6 accès réaffectés du centre 670, les 6 accès sont indirects.

	600	601	602	603	604	605	607	640	670
600	0	0	0	0	0	0	0	0	0
601	32	0	0	0	0	0	0	0	0
602	0	0	0	0	0	0	0	0	0
603	0	0	0	0	0	0	0	0	0
604	0	0	0	0	0	0	0	0	0
605	0	0	0	0	0	0	0	0	0
607	0	0	0	0	0	0	0	0	0
640	8	0	0	0	0	0	0	0	0
670	6	0	0	0	0	0	0	0	0

Tableau IV.9

IV.6. RESOLUTION DU MODELE DE L'EXTENSION

VI.6.1 Hypothèses

Dans le cas d'une extension du réseau en nombre d'accès par l'acquisition de RACKS modems (support de modems), la capacité de raccordement au niveau de chaque centre (concentrateur) ($l = 0, \dots, 13$), augmentera à 32 accès.

- Pour la contrainte de la disponibilité des accès, il faut considérer le nombre des accès restants au niveau du centre l en d'autres termes :

$$C'_l = C_l - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,u,b} \sum_{k=0}^A X^*_{i,j,k,l}$$

$X^*_{i,j,k,l}$: nombre d'accès de type (i,j,k) déjà réalisé au niveau du centre l (solution du problème de dispatching),

Le tableau IV.10 donne pour chaque centre :

- Le nombre d'accès restants.
- Le nombre d'accès rajoutés (en cas d'extension) : C'_l
- La valeur δ_l indiquant la saturation ou non du centre l .

CODE	Nombre D'accès Restants	Nombre d'accès à rajoutés	δ_l
600	119	64	0
601	0	9	1
602	3	9	0
603	0	9	1
604	11	9	0
605	6	9	0
606	0	14	1
607	19	9	0
620	0	14	1
625	0	14	1
630	0	14	1
635	0	14	1
640	0	9	1
670	0	9	1
Total	158	206	-

Tableau IV.10

- Pour la contrainte de la disponibilité des modems, il faut considérer le nombre des modems restants de la gamme de modems de type k , en d'autres termes :

$$M'_k = M_k - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,u,b} \sum_{l=0}^N X^*_{i,j,k,l}$$

M_k : le nombre total des modems,

$X^*_{i,j,k,l}$: nombre d'accès de type (i,j,k) déjà réalisé au niveau du centre l (solution du problème de dispatching),

Le tableau VI.11 donne pour chaque type de modems :

- Le nombre de modems restants,
- la valeur de δ_k indiquant l'épuisement ou non du modems de type k .

Type de modems	Nombre des modems exploitables	Nombre des modems utilisés	Nombre de modems restants	δ_k
MD1233	97	41	56	0
MD2433	123	47	76	0
ER9600	31	31	0	1
Bdb 19 / 25	102	79	23	0

Tableau IV.11

- Pour la contrainte de la demande au niveau du centre l , il faut considérer la demande non réalisée, en d'autres termes :

$$D'_{i,j,k,l} = D_{i,j,k,l} - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$$

$D_{i,j,k,l}$: le total de la demande d'accès de type (i,j,k) au niveau du centre l ,

$\sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^*$: le total de la demande de type (i,j,k) réalisée au

niveau du centre l ,

$$D'_{i,j,k,l} = D_{i,j,k,l} - \sum_{i=s,a} \sum_{j=d,i,b} \sum_{k=1}^A \sum_{l=0}^N X_{i,j,k,l}^* : \text{le total de la demande restante de}$$

type (i,j,k) au niveau du centre l

- Nous détaillons la demande en Annexe D : Structure de la demande

VI.6.2 Résultats et interprétation

Les paramètres qualitatifs du dimensionnement de l'extension sont :

δ_k : l'éventualité d'extension en accès ou non,

δ_l : l'éventualité d'extension en modems ou non.

La résolution de ce modèle par le GAMS/ZOOM, en introduisant ces paramètres, nous permet d'identifier les centres où il est nécessaire de faire l'extension en accès, ainsi que les types modems à acquérir.

Extension en accès

CODE	Extension en accès
600	Non
601	Oui
602	Non
603	Oui
604	Non
605	Non
606	Oui
607	Non
620	Oui
625	Oui
630	Oui
635	Oui
640	Oui
670	Oui

Extension en modems

Type de modems	Extension en modems
Md 1233	Non
MD 2433	Non
Bdb 19 / 25	Non
ER 9631	Oui

La partie quantitative du dimensionnement de l'extension est basée, essentiellement sur les valeurs des variables entières $X_{i,j,k,l}$, qui permettent de définir la configuration correspondant à la satisfaction totale de la demande potentielle actuelle.

Le tableau IV.12 donne pour chaque type de modems :

- Le nombre de modems restants après la procédure de dipatching,
- Le nombre de modems à acquérir.

Type de modems	Nombre de modems restants	Nombre de modems à acquérir
Md 1233	25	-
MD 2433	56	-
Bdb 19 / 25	76	-
ER 9631	0	59

Tableau IV.12

La résolution du modèle nous montre, que le besoin le plus pressant en matière d'acquisition de modems est pour les modems de type ER 9631, pour lequel nous donnons au niveau de chaque centre les quantités à acquérir pour la satisfaction de la demande actuelle (le tableau IV.13).

Code	Nombre de modems
600	0
601	8
602	0
603	6
604	0
605	0
606	10
607	0
620	4
625	10
630	10
635	10
640	1
670	0

Tableau IV.13

CONCLUSION

La motivation principale de notre étude était la détermination d'une nouvelle organisation du réseau DZ PAC. La première procédure a permis de répartir les différents modems sur les centres du réseau, suivant la structure de la demande dans chacun de ces centres.

La deuxième procédure, dans l'éventualité de saturation de certains centres, détermine la dimension et la direction d'une réaffectation de la demande de ces centres vers d'autres centres non saturés.

Enfin, nous avons essayé, toujours dans l'éventualité d'une extension, de déterminer les besoins les plus pressants en matière d'acquisition des modems. Nous suggérons donc l'acquisition d'un nombre de modems en vue d'une satisfaction totale de la demande.

Nous avons constaté, en premier lieu, que la procédure de dispatching permet une meilleure utilisation des ressources du réseau (accès et modems) que la configuration actuelle. Notre démarche ne s'arrête pas à ce stade, mais permet de satisfaire la demande restante par sa réaffectation vers de nouveaux centres non saturés autant que faire se peut. Ceci permet une exploitation optimale des ressources actuellement existantes. Dans le cas d'une extension, nous avons proposé un dimensionnement de cette extension, pour faire en sorte que l'acquisition de ces modems soit en adéquation avec les besoins exprimés par les demandeurs.

Nous tenons à signaler que cette étude devrait être reprise en tenant compte des points suivants :

- Vu la nouveauté du service de transmission de données par paquets, il serait intéressant de développer une étude prévisionnelle sur la demande, car ce paramètre est déterminant pour l'organisation des réseaux de transmission.
- L'on pourrait dans ce sens, essayer de développer des applications pour l'identification de cette demande aux besoins réels des utilisateurs, cela ne pourrait que faciliter la tâche de planification du réseau.

- Il serait intéressant d'associer d'autres considérations à l'étude de l'extension, comme :

- une étude prévisionnelle de la demande,
- une étude de la fonction coût,
- une étude d'implantation de nouveaux sites.

A l'issue de ce travail, et au vu des problèmes que nous avons rencontrés lors de la collecte des données, il est important qu'une base de données concernant les usagers du réseau soit mise en place et constamment mise à jour. Une telle initiative ne pourrait que faciliter les travaux pouvant être entrepris dans ce domaine, de même qu'elle aiderait les gestionnaires au niveau du processus de prise de décision.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

1. [BEN,93] A. BENKIRANE . , "Téléinformatique", Deuxième école maghrébine d'informatique, ANNABA , nov.1993.
2. [BER,88] J.BERTIN ,D, DERVILLE . , "Multiprocesseur Alcatel8300 pour applications de télécommunications " , Revue des télécommunications , n° 2 , 1988 , pp161-168 .
3. [BOC,78] P. BOCKER . , "Potential and limits of packet switching networks " , Telecom.Report, 1978 ,vol.2 , n° 2 ,pp 68-75 .
4. [BRO,87] A. BROOKE, D. KENDRICK, A. MEERAUS . , "GAMS a user's guide " ,The Scientific Press, 1987.
5. [BUR,86] A. BURATTIN, U.MAZZEI, C. MAZZETTI., " Pianificazione di reti pubbliche per dati a commutazione di pacchetto", Electronica e telecomunicazioni, N. 5, 1986.
6. [DEU,79] DEUTSCHE BUNDESPOST. , "Transmission de données par les voies de télécommunications", feuille de renseignements , aout1979.
7. [DUC,88] M.DUCOURANT,R.FRANCOIS .,"Système de commutation de paquets DPS2500 " , Revue des télécommunications, n° 2, 1988, pp178-184
8. [FON,83] P.FONTOLLIET. , " systèmes de télécommunications " , Presses Polytechniques Rommandes, 1983 .
9. [FRA,89]J-L . FRADIN . , " contrôleurs de télécommunications " , Tech.de L'ing. , H3350, 1989.
- 10 [GOL,89] B. GOLDEN et al., " State-of-art in non linear optimization software for the microcomputer", Computers Opns Res Vol.16, N°12 pp 497-512, 1989.
11. [LUS,89] E.J. LUSTIG., " An Analysis of an available set of linear programming test problem", Computers Opns Res Vol.16, N°2 pp 173-184, 1989.
- 12 [MAC,87] S.MACCHI , J-F.GUILBERT . et al. , "Téléinformatique" , DUNOD,1987.

13. [MAR,87] R.E.-MARSTEN, J. SINGHAL., " GAMS/ZOOM" in GAMS a user's guide(4),1987.
14. [MAR,78] A. MARTEL., " Techniques et application de la Recherche Opérationnelle",
2^{ème} édition, Gaëtan-Morin, 1978.
- 15 [MIN,93]MINISTERE DES PTT ., Notices d'informations sur le réseau DZ PAC, 1993.
16. [MON,93] N.MONETON . , " Methodologie de planification d'un reseau de transmission de données par paquets",cpte.rendu cycle d'études . ,Tunisie ,1984 ,pp 165-177.
17. [NUS,87] H.NUSSBAUMER . , " Téléinformatique", 2 vol., Presses Polytech.Rom.,1987.
18. [PUJ,85] G.PUJOLLE , D.SERET, D.DROMARD , E.HORLAIT., " Réseaux et Télématicque", T.1, Eyrolles,1985.
19. [PUJ,86] G.PUJOLLE . , " Télématicque: réseaux et applications " Eyrolles, 1986.
20. [SEB,92] G.SEBEK, "Transmission de données", Tech.de L'ing., E 7810, 1992.
21. [SYS,83] M. SYSLO, N. DEO, J.KOWALIK., " Discrete Optimization Algorithms with Pascal Programs", Prentice-Hall, 1983.
22. [TAH,75] H.TAHA ., " Integer Programming : theory, Application, and Computations",
Academic Press, 1975.
23. [TRA,89] TRANSPAC .," Transpac:spécifications techniques du réseau ",1989 .
24. [TRO,89] J-J. TROTTIN,"Téléinformatique", Tech.de L'ing., H 3200,1989.
25. [ZIM,89] H.ZIMMERMANN, " Reseaux informatiques", Tech.de L'ing., H 3500, 1989.

ANNEXES

Annexe A : Glossaire.

Annexe B : Recommandations CCITT.

Annexe C : Questionnaire pour Abonné DZ PAC.

Annexe D : structure de la demande.

Annexe E : Caractéristiques techniques du produit DPS 2500

Annexe F : Programme GAMS et résultats de dispatching des modems.

Annexe G : Programme GAMS et résultats du scénario de réaffectation

Annexe H : Programme GAMS et résultats du scénario de l'extension.

GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES [MAC 83] [DEU,79]

Alphabet	Jeu de caractères classé selon un ordre convenu ,tel que les lettres ou les chiffres par exemple.
Binaire	Basé sur deux valeurs.
Bit	Elément ,impulsion, abréviation pour élément binaire, dérivé de "binary digit".
Caractères	Signes imprimés tels que lettres,chiffres,punctuation,et par extension,fonction sans impression telle qu'espacement ,retour de chariot,interligne, entrant dans la constitution d'un message.
Code	Répertoire de règles pour l'attribution univoque des caractères d'un jeu de caractères à ceux d'un autre jeu; également la quantité de caractères qui se présentent lors d'un codage.
Concentrateur	Equipement terminal de données regroupant plusieurs voies de télécommunications.
Débit binaire	Vitesse de signalisation globale sur la voie de transmission d'un système de transmission de données,exprimée sous forme normalisée en éléments binaires (bits) par seconde.
Deux fils...	Voie de télécommunications à une station de données ,composée de deux fils.
Données	Informations visant à être traitées.
Données	Messages qui sont transmis de façon analogique c'est à dire de

Données	Informations visant à être traitées.
Données analogiques	Messages qui sont transmis de façon analogique c'est à dire de façon fidèle à l'original. Messages transmis à l'aide de "signaux analogiques".
Données numériques	Données qui sont composées uniquement de caractères.
Duplex	Full Duplex en anglais, exploitation bidirectionnelle au cours de laquelle une station de données effectue des émissions et des réceptions en même temps.
Equipement de terminaison de circuit de données	Equipement installé dans les locaux de l' usager, qui accomplit toutes les fonctions nécessaires pour établir, maintenir et terminer une communication ,la conversion et le codage des signaux entre l'équipement terminal pour données et la ligne.
Equipement terminal de traitement de données	Equipement pour l'emmission et/ou la réception de données.
Interface	Jonction entre l'équipement terminal de traitement de données et l'équipement de terminaison de circuit de données.
Messages	Informations destinées à être transmises.

Modem	Mot artificiel formé avec la première syllabe des deux mots "MO- dulateur" et "DEModulateur". Equipement de terminaison de circuit de données.
Protection contre les erreurs	Méthodes de détection et de correction des erreurs qui se produisent durant smission de données.
Quatre fils...	Voie de télécommunications à la station de données, composée de deux paires de fils.
Réseau télé- phonique public commuté	Réseau commuté pour la transmission de la parole qui permet, à l'aide d'équipements supplémentaires (modems), de transmettre également des données numériques.
Réseau télex	Réseau numérique public commuté pour la transmission à 50 bit/s permettant d'effectuer des transmissions télex dans l'Alphabet international n°2 et, en respectant certains procédés.
Semi-Duplex	Mode de transmission alternant dans une station de données où l'émission et/ou la réception sont effectuées alternativement.
Simplex	Transmission de données unidirectionnelle.
Téléinformatique	Traitement des données utilisant les voies de télécommunications téléinformatique = traitement de données + transmission de données.
Volume de données	Nombre de bits, de caractères ou de blocs.

Recommandations du CCITT

Recommandations du CCITT : Normes concernant les télécommunications émises par le CCITT. Les recommandations de la série V concernent la transmission des données sur le réseau téléphonique commuté et le télex, celles de la série X sont relatives à la transmission de données sur les réseaux publics pour données. Les plus connues sont:

V24 : Liste des définitions des circuits de liaisons à la jonction entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement terminal de circuit de données (ETCD).

X3 : Service d'assemblage et de désassemblage de paquets (ADP) ou (PAD) dans les réseaux publics pour données.

X25 : Interface entre ETTD et ETCD pour terminaux fonctionnant en mode paquets et raccordés au réseau par liaison spécialisée.

X28 : Interface ETTD/ETCD pour l'accès d'un ETTD mode caractère au service ADP au réseau.

X29 : Procédure d'échange de l'information de commande de données de l'utilisateur entre un ADP et un ETTD fonctionnant en mode paquet ou un autre ADP.

X32 : Interface ETTD/ETCD pour terminaux fonctionnant mode paquet et ayant accès au réseau par l'intermédiaire d'un réseau téléphonique commuté ou un réseau public de données à commutation de circuit.

X75 : Procédure de commande des communications terminales et de transit et système de transfert des données sur les circuits internationaux entre réseaux à commutation par paquets.

MINISTERE DES POSTES ET TELECOMMUNICATION
DIRECTION DE LA COMMUTATION
SDCPT / CEICD

QUESTIONNAIRE POUR ABONNE
DZPAC

ORGANISME

DENOMINATION :

ORGANISME :

SECTEUR D'ACTIVITE :

ADRESSE DU SIEGE :

.....

.....

.....

PARC INFORMATIQUE

1. Caractérisation des équipements existants et prévus

Type de l'équipement :

Constructeur :

Protocole supporté (X25 X21 SNA ,....., Autres) :

Nombre de postes :

Vitesse (bps) :

Mode d'exploitation (asynchrone , synchrone) :

Type d'application utilisées (conversationnel , transfert de fichier) :

Volume d'information échangée par mois (en Koctets) :

Temps d'occupation par jour (en minute) :

2. Caractérisation des modems utilisés

Avis de CCITT :

Constructeur :

Site de localisation :

3. Implantation des sites à raccorder :

faites un schéma détaillé indiquant les sites d'implantation de vos unités ou succursales ainsi que les relations fonctionnelles avec le siège et éventuellement entre elles. Préciser s'il y'a lieu d'existence d'un réseau local ou privé.

<i>La demande totale</i>

A.1. En bande de base

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800	2	0	2	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
9600	1	8	0	3	0	2	2	0	0	1	0	3	5	0
19200	7	7	2	0	1	0	2	0	2	3	2	1	3	2

Asynchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
2400	5	1	0	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0
4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A.1.2. Accès direct

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	5	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2400	0	4	2	5	2	1	0	0	0	0	0	0	4	4
4800	0	3	2	3	0	0	4	0	4	3	5	4	1	0
9600	6	18	2	5	5	5	8	4	5	19	16	16	12	12

<i>La demande exploitable</i>

A.2. En bande de base

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800	2	0	2	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
9600	1	8	0	3	0	2	2	0	0	1	0	3	5	0
19200	5	5	2	0	1	0	2	0	2	3	2	1	3	2

Asynchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	3	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0
2400	5	1	0	2	0	3	0	0	2	0	0	0	0	0
4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A.2.2 Accès direct

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	5	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
2400	0	4	2	5	2	1	0	0	0	0	0	0	4	3
4800	0	3	2	3	0	0	4	0	4	3	5	4	1	0
9600	2	10	0	3	3	0	6	2	2	17	10	12	1	2

<i>La demande restante</i>

A.3.1. En bande de base

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9600	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Asynchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
2400	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A.3.2 Accès direct

Synchrone (débit , code du centre) :

	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
1200	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
2400	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4800	0	3	0	3	0	0	4	0	2	0	3	0	1	0
9600	0	10	0	3	0	0	6	0	2	10	10	10	1	0

E.1 - Présentation des équipements DPS2500

Le tableau E.1.1 donne la liste des équipements DPS2500 composant le réseau. Pour chaque équipement, il est donné :

- la configuration simplex ou dupliquée,
- le nombre maximum de portes équipables (accès),
- la présentation en coffret ou en baie.

Référence DPS2500	Configuration	Présentation		
		Coffret	Baie 600	Baie 900
PSX2	Dupliqué	3	-	-
AC	Simplex	-	1	-
CG	simplex	1	-	1

Tableau E.1.1

Le tableau E.1.2 donne pour chaque site :

- la référence de l'équipement DPS2500 installé,
- le nombre maximum de portes équipables,

Site	Référence DPS2500			Equipement proposés	
	type	pps	Nbreporte	pps	portes
ALGER	PSX2	2800	1024	1400	264
CONSTANTINE	PSX2	2800	1024	1050	208
OUARGLA	PSX2	2800	1024	700	132
ORAN	PSX2	2800	1024	1050	208
Sites régionaux (30)	AC 30	100	45 x	100	34

Tableau E.1.2

E.2 - Représentation des accès ETTD et des liaisons inter-noeuds

Le tableau E.2.1 précise :

- La répartition des ETTD sur les différents commutateurs,
- Les liaisons inter-noeud comprennent :
 - . les liaisons entre commutateurs et le Centre de gestion ,
 - . les liaisons entre commutateurs ,
 - . les lignes entre commutateurs et concentrateurs .

Site	Rattachement	Nombre Accès ETTD	Accès ETTD		Accès Télex	Accès X75
			< 19.2	> 19.2		
ALGER	Direct	200	197	3	20	12
	13 x AC	416	416	-	-	-
CONSTANTINE	Direct	168	165	3	10	-
	13 x AC	256	256	-	-	-
OUARGLA	Direct	104	101	3	10	-
	13 x AC	64	64	-	-	-
ORAN	Direct	168	165	3	-	-
	13 x AC	224	224	-	-	-

Tableau E.2.1

E.3.- Présentation des modems

Tableau C.3.1 donne la répartition des modems réseau par type et par sites

Site	Type d'équipement	BdB		V22 bis		V 21	V 29	V 36
		ER 19/25		MD 2433		ER 1230	ER 9631	ER 144/20
		X.25	X.28	X.25	X.28	X.28	X.25	X.25
ALGER	PSX2	38	10	32	14	18	31	3
ORAN	PSX2	34	8	28	12	8	27	3
CONSTANTINE	PSX2	34	8	28	12	8	27	3
OUARGLA	PSX2	22	6	18	8	8	21	3
Sites urbains (12)	AC	4	2	4	2	8	3	-
Sites régionaux (18)	AC	4	2	4	2	3	3	-

Tableau E.1.1

MODELE DE DISPATCHING DES MODEMS

Formulation du problème de dispatching des modems
sur les centres de raccordement
en " GAMS/ZOOM "

Par A.LARIBI.& M.ALLAM
Departement de Génie Industriel
Ecole Nationale Polytechnique
ALGER. MAI 1994

8 * Declaration des indices
9 Option LimRow = 0, LimCol = 0;
10 SETS
11
12 B debit d'accès en bande de base / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 , 19200 /
13 D debit d'accès direct / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 /
14 I debit d'accès indirect / 1200 , 2400 /
15 C centre de raccorDEment / 600 , 601 , 602 , 603 , 604 , 605 , 606 ,
16 607 , 620 , 625 , 630 , 635 , 640 , 670 /
17 M type de Modem / Bdb1925 , MD1233 , MD2433 , ER9631 / ;
18
19 * Declaration des données
20 PARAMETERS
21
22 NbrMD(M) nombre de modems / Bdb1925 102
23 MD1233 97
24 MD2433 123
25 ER9631 31 /
26 CpRac(C) Capacite de Raccordement / 600 140
27 601 13
28 602 21
29 603 21
30 604 21
31 605 17
32 606 16
33 607 21
34 620 15
35 625 16
36 630 12
37 635 14
38 640 14
39 670 15 /
40

41 TABLE DEMSB(B,C) Demande pour un acces synchrone en Bdbase d'un centre

42

43 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

44

45 1200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

46

47 2400 0 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

48

49 4800 2 0 2 2 1 0 2 0 0 0 0 0 0

50

51 9600 1 8 0 3 0 2 2 0 0 1 0 3 5 0

52

53 19200 5 5 2 0 1 0 2 0 2 3 2 1 3 2

54

55 TABLE DEMAB(B,C) Demande pour un acces asynchrone en Bdbase d'un centre

56

57 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

58

59 1200 0 3 2 0 0 1 0 0 0 0 0 0 4 0

60

61 2400 5 1 0 2 0 3 0 0 2 0 0 0 0 0

62

63 4800 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

64

65 9600 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

66

67 19200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

68

69 TABLE DEMSD(D,C) Demande pour un acces Synchrone Direct d'un centre

70

71 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

72

73 1200 0 5 0 3 1 0 0 0 0 0 0 0 2 3

74

75 2400 0 4 2 5 2 1 0 0 0 0 0 0 4 3

76

77 4800 0 3 2 3 0 0 4 0 4 3 5 4 1 0

78

79 9600 2 10 0 3 3 0 6 2 2 17 10 12 1 2

80

81 TABLE DEMAD(D,C) Demande pour un acces Asynchrone Direct d'un centre

82

83 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

84

85 1200 0 2 0 3 2 2 0 0 0 2 2 2 0 3

86

87 2400 3 4 0 3 0 0 0 0 0 0 0 2 2 0

88

89 4800 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

90

91 9600 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

92

93

94 TABLE DEMSI(I,C) Demande pour un acces Synchrone Indirect d'un centre

95

96 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

97

98 1200 3 6 5 0 0 0 6 0 3 8 11 11 0 4

99

100 2400 0 2 3 0 0 2 8 0 9 10 14 15 2 4

101

102 TABLE DEMAI(I,C) Demande pour un acces Asynchrone Indirect d'un centre

103

104 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670

105

106 1200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

107

108 2400 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

109

110

111 VARIABLES

112

113 XSB (B,C) Nombre de raccordement Synchrone en Bdbase dans un centre

114 XAB (B,C) Nombre de raccordement Asynchrone en Bdbase dans un centre

115 XSD (D,C) Nombre de raccordement Synchrone Direct dans un centre

116 XAD (D,C) Nombre de raccordement Asynchrone Direct dans un centre

117 XSI (I,C) Nombre de raccordement Synchrone Indirect dans un centre

118 XAI (I,C) Nombre de raccordement Asynchrone Indirect dans un centre

119 Z Nombre Total de raccordement ;

120

121 Integer variable XSB ,XAB , XSI , XAB , XAD , XAI ;

122

123

124 EQUATIONS

125

126 NbrTotRac Fonction objective

127 NMD12_Ut Nombre de modems fonctionnants a 1200 bps

128 NMD24_Ut Nombre de modems fonctionnants a 2400 bps

129 NMD48_Ut Nombre de modems fonctionnants a 4800 bps

130 NMD96_Ut Nombre de modems fonctionnants a 9600 bps

131 NMD192_Ut Nombre de modems fonctionnants a 19200 bps

132 NAC_Ut(C) Nombre d'accès utilisés dans un centre

133 Nab_SB(B,C) Nombre d'abonnés Synchrone en Bdbase dans un centre

- 134 Nab_AB(B,C) Nombre d'abonnes Asynchrone en Bdbase dans un centre
 135 Nab_SD(D,C) Nombre d'abonnes Synchrones en direct dans un centre
 136 Nab_AD(D,C) Nombre d'abonnes Asynchrones en direct dans un centre
 137 Nab_SI(I,C) Nombre d'abonnes Synchrones en indirect dans un centre
 138 Nab_AI(I,C) Nombre d'abonnes Asynchrones en indirect dans un centre
 139 D_SB(B,C) Demande d'abonnement Synchrone en Bdbase dans un centre
 140 D_AB(B,C) Demande d'abonnement Asynchrone en Bdbase dans un centre
 141 D_SD(D,C) Demande d'abonnement Synchrones en direct dans un centre
 142 D_AD(D,C) Demande d'abonnement Asynchrones en direct dans un centre
 143 D_SI(I,C) Demande d'abonnement Synchrones en indirect dans un centre
 144 D_AI(I,C) Demande d'abonnement Asynchrones en indirect dans un centre;
 145
 146 NbrTotRac.. Z=E=SUM((B,C),XSB(B,C))+SUM((B,C),XAB(B,C))+
 147 SUM((D,C),XSD(D,C))+SUM((I,C),XSI(I,C))+
 148 SUM((D,C),XAD(D,C))+SUM((I,C),XAI(I,C));
 149 NMD12_Ut.. SUM(C,XSD("1200",C))+SUM(C,XSI("1200",C))+
 150 SUM(C,XAD("1200",C))+SUM(C,XAI("1200",C))
 151 =L=NbrMD("MD1233");
 152 NMD24_Ut.. SUM(C,XSD("2400",C))+SUM(C,XSI("2400",C))+
 153 SUM(C,XAD("2400",C))+SUM(C,XAI("2400",C))
 =L=NbrMD("MD2433");
 154 NMD48_Ut.. SUM(C,XSD("4800",C))=L=NbrMD("ER9631");
 155 NMD96_Ut..
 SUM(C,XSD("4800",C))+SUM(C,XSD("9600",C))=L=NbrMD("ER9631");
 156 NMD192_Ut..
 SUM((B,C),XSB(B,C))+SUM((B,C),XAB(B,C))=L=NbrMD("Bdb1925");
 157
 158 * Contraintes de disponibilite des acces au niveau de chaque centre
 159
 160 NAC_Ui(C).. SUM(B,XSB(B,C))+SUM(B,XAB(B,C))+SUM(D,XSD(D,C))+
 161 SUM(I,XSI(I,C))+SUM(D,XAD(D,C))+SUM(I,XAI(I,C))=L=CpRac(C);
 162
 163 * contraintes de la demande par debit et centre de raccordement
 164
 165 D_SB(B,C).. XSB(B,C) =L= DEMSB(B,C);
 166 D_AB(B,C).. XAB(B,C) =L= DEMAB(B,C);
 167 D_SD(D,C).. XSD(D,C) =L= DEMSD(D,C);
 168 D_AD(D,C).. XAD(D,C) =L= DEMAD(D,C);
 169 D_SI(I,C).. XSI(I,C) =L= DEMSI(I,C);
 170 D_AI(I,C).. XAI(I,C) =L= DEMAI(I,C);
 171
 172 * contraintes d'integrite
 173
 174 NAb_SB(B,C).. XSB(B,C) =g= 0;
 175 NAb_AB(B,C).. XAB(B,C) =g= 0;
 176 NAb_SD(D,C).. XSD(D,C) =g= 0;
 177 NAb_AD(D,C).. XAD(D,C) =g= 0;

```

178 NAb_SI(I,C)..      XSI(I,C) =g= 0;
179 NAb_AI(I,C)..      XAI(I,C) =g= 0;
180
181 MODEL ModDispMod / all / ;
182
183 OPTION RMIP = ZOOM ;
184
185 SOLVE ModDispMod USING RMIP MAXIMIZING Z ;

```

COMPILATION TIME = 0.330 SECONDS VERID MW2-00-064

MODEL STATISTICS

```

BLOCKS OF EQUATIONS  19  SINGLE EQUATIONS  636
BLOCKS OF VARIABLES  7   SINGLE VARIABLES  309
NON ZERO ELEMENTS    1527  DISCRETE VARIABLES  252

```

GENERATION TIME = 0.980 SECONDS

EXECUTION TIME = 1.040 SECONDS VERID MW2-00-064

SOLVE SUMMARY

```

MODEL MODDISPMOD      OBJECTIVE Z
TYPE RMIP              DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER ZOOM           FROM LINE 185

```

```

**** SOLVER STATUS  1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS  1 OPTIMAL
**** OBJECTIVE VALUE      198.0000

```

```

RESOURCE USAGE, LIMIT  12.960  1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT  257     1000

```

ZOOM / XMP --- 386 Version 2.2 Nov 1990

Dr Roy E. Marsten and Dr Jaya Singhal,
XMP Optimization Software Inc.
Tucson, Arizona

Work space allocated -- 0.24 Mb

---- VAR XSB Nombre de raccordement Synchrone en Bdbase dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200 .600	.	.	100.000	.
1200 .601	.	.	100.000	.
1200 .602	.	.	100.000	.
1200 .603	.	.	100.000	.
1200 .604	.	.	100.000	.
1200 .605	.	.	100.000	.
1200 .606	.	.	100.000	.
1200 .607	.	.	100.000	.
1200 .620	.	.	100.000	.
1200 .625	.	.	100.000	.
1200 .630	.	.	100.000	.
1200 .635	.	.	100.000	.
1200 .640	.	.	100.000	.
1200 .670	.	.	100.000	.
2400 .600	.	.	100.000	.
2400 .601	.	5.000	100.000	.
2400 .602	.	.	100.000	.
2400 .603	.	.	100.000	.
2400 .604	.	.	100.000	.
2400 .605	.	.	100.000	.
2400 .606	.	.	100.000	.
2400 .607	.	.	100.000	.
2400 .620	.	.	100.000	.
2400 .625	.	.	100.000	.
2400 .630	.	.	100.000	.
2400 .635	.	.	100.000	.
2400 .640	.	.	100.000	.
2400 .670	.	.	100.000	.
4800 .600	.	2.000	100.000	.
4800 .601	.	.	100.000	.
4800 .602	.	2.000	100.000	.
4800 .603	.	2.000	100.000	.
4800 .604	.	1.000	100.000	.
4800 .605	.	.	100.000	.
4800 .606	.	2.000	100.000	.
4800 .607	.	.	100.000	.
4800 .620	.	.	100.000	.
4800 .625	.	.	100.000	.
4800 .630	.	.	100.000	.
4800 .635	.	.	100.000	.
4800 .640	.	.	100.000	.

4800 .670		100.000
9600 .600	1.000	100.000
9600 .601	3.000	100.000
9600 .602		100.000
9600 .603	3.000	100.000
9600 .604		100.000
9600 .605	2.000	100.000
9600 .606	2.000	100.000
9600 .607		100.000
9600 .620		100.000
9600 .625	1.000	100.000
9600 .630		100.000
9600 .635	3.000	100.000
9600 .640	5.000	100.000
9600 .670		100.000
19200.600	5.000	100.000
19200.601	5.000	100.000
19200.602	2.000	100.000
19200.603		100.000
19200.604	1.000	100.000
19200.605		100.000
19200.606	2.000	100.000
19200.607		100.000
19200.620	2.000	100.000
19200.625	3.000	100.000
19200.630	2.000	100.000
19200.635	1.000	100.000
19200.640	3.000	100.000
19200.670	2.000	100.000

---- VAR XAB Nombre de raccordement Asynchrne en Bdbase dans un centre

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1200 .600		100.000	
1200 .601		100.000	EPS
1200 .602	2.000	100.000	
1200 .603		100.000	
1200 .604		100.000	
1200 .605	1.000	100.000	
1200 .606		100.000	
1200 .607		100.000	
1200 .620		100.000	
1200 .625		100.000	
1200 .630		100.000	
1200 .635		100.000	

1200.640	2.000	100.000	
1200.670		100.000	
2400.600	5.000	100.000	
2400.601		100.000	EPS
2400.602		100.000	
2400.603	2.000	100.000	
2400.604		100.000	
2400.605	3.000	100.000	
2400.606		100.000	
2400.607		100.000	
2400.620	2.000	100.000	
2400.625		100.000	
2400.630		100.000	
2400.635		100.000	
2400.640		100.000	EPS
2400.670		100.000	
4800.600		100.000	
4800.601		100.000	EPS
4800.602		100.000	
4800.603		100.000	
4800.604		100.000	
4800.605		100.000	
4800.606		100.000	
4800.607		100.000	
4800.620		100.000	
4800.625		100.000	
4800.630		100.000	
4800.635		100.000	
4800.640		100.000	
4800.670		100.000	
9600.600		100.000	
9600.601		100.000	EPS
9600.602		100.000	
9600.603		100.000	
9600.604		100.000	
9600.605		100.000	
9600.606		100.000	
9600.607		100.000	
9600.620		100.000	
9600.625		100.000	
9600.630		100.000	
9600.635		100.000	
9600.640		100.000	EPS
9600.670		100.000	
19200.600		100.000	
19200.601		100.000	EPS
19200.602		100.000	

19200.603	100.000	
19200.604	100.000	
19200.605	100.000	
19200.606	100.000	
19200.607	100.000	
19200.620	100.000	
19200.625	100.000	
19200.630	100.000	
19200.635	100.000	
19200.640	100.000	EPS
19200.670	100.000	

---- VAR XSD Nombre de raccordement Synchrone Direct dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600	-INF		+INF	
1200.601	-INF		+INF	
1200.602	-INF		+INF	
1200.603	-INF	3.000	+INF	
1200.604	-INF	1.000	+INF	
1200.605	-INF		+INF	
1200.606	-INF		+INF	
1200.607	-INF		+INF	
1200.620	-INF		+INF	
1200.625	-INF		+INF	
1200.630	-INF		+INF	
1200.635	-INF		+INF	
1200.640	-INF		+INF	
1200.670	-INF	3.000	+INF	
2400.600	-INF		+INF	
2400.601	-INF		+INF	
2400.602	-INF	2.000	+INF	
2400.603	-INF	5.000	+INF	
2400.604	-INF	2.000	+INF	
2400.605	-INF	1.000	+INF	
2400.606	-INF		+INF	
2400.607	-INF		+INF	
2400.620	-INF		+INF	
2400.625	-INF		+INF	
2400.630	-INF		+INF	
2400.635	-INF		+INF	
2400.640	-INF	4.000	+INF	
2400.670	-INF	3.000	+INF	
4800.600	-INF		+INF	
4800.601	-INF		+INF	
4800.602	-INF	2.000	+INF	

4800.603	-INF	+INF
4800.604	-INF	+INF
4800.605	-INF	+INF
4800.606	-INF	+INF
4800.607	-INF	+INF
4800.620	-INF 2.000	+INF
4800.625	-INF 3.000	+INF
4800.630	-INF 2.000	+INF
4800.635	-INF 4.000	+INF
4800.640	-INF	+INF
4800.670	-INF	+INF
9600.600	-INF 2.000	+INF
9600.601	-INF	+INF
9600.602	-INF	+INF
9600.603	-INF	+INF
9600.604	-INF 3.000	+INF
9600.605	-INF	+INF
9600.606	-INF	+INF
9600.607	-INF 2.000	+INF
9600.620	-INF	+INF
9600.625	-INF 7.000	+INF
9600.630	-INF	+INF
9600.635	-INF 2.000	+INF
9600.640	-INF	+INF
9600.670	-INF 2.000	+INF

---- VAR XAD Nombre de raccordement Asynchrone Direct dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600			100.000	
1200.601			100.000	EPS
1200.602			100.000	
1200.603		3.000	100.000	
1200.604		2.000	100.000	
1200.605		2.000	100.000	
1200.606			100.000	
1200.607			100.000	
1200.620			100.000	
1200.625		2.000	100.000	
1200.630		2.000	100.000	
1200.635		2.000	100.000	
1200.640			100.000	EPS
1200.670		3.000	100.000	
2400.600		3.000	100.000	
2400.601			100.000	EPS

2400.602		100.000	
2400.603	3.000	100.000	
2400.604		100.000	
2400.605		100.000	
2400.606		100.000	
2400.607		100.000	
2400.620		100.000	
2400.625		100.000	
2400.630		100.000	
2400.635	2.000	100.000	
2400.640		100.000	EPS
2400.670		100.000	
4800.600		100.000	
4800.601		100.000	EPS
4800.602		100.000	
4800.603		100.000	EPS
4800.604		100.000	
4800.605		100.000	
4800.606		100.000	
4800.607		100.000	
4800.620		100.000	
4800.625		100.000	
4800.630		100.000	
4800.635		100.000	
4800.640		100.000	EPS
4800.670		100.000	
9600.600		100.000	
9600.601		100.000	EPS
9600.602		100.000	
9600.603		100.000	EPS
9600.604		100.000	
9600.605		100.000	
9600.606		100.000	
9600.607		100.000	
9600.620		100.000	
9600.625		100.000	
9600.630		100.000	
9600.635		100.000	
9600.640		100.000	EPS
9600.670		100.000	

---- VAR XSI Nombre de raccordement Synchrone Indirect dans un centre

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1200.600 3.000 100.000

1200.601		100.000	EPS
1200.602	5.000	100.000	
1200.603		100.000	EPS
1200.604		100.000	
1200.605		100.000	
1200.606	2.000	100.000	
1200.607		100.000	
1200.620		100.000	EPS
1200.625		100.000	EPS
1200.630	6.000	100.000	
1200.635		100.000	EPS
1200.640		100.000	EPS
1200.670	2.000	100.000	
2400.600		100.000	
2400.601		100.000	EPS
2400.602	3.000	100.000	
2400.603		100.000	EPS
2400.604		100.000	
2400.605	2.000	100.000	
2400.606	8.000	100.000	
2400.607		100.000	
2400.620	9.000	100.000	
2400.625		100.000	EPS
2400.630		100.000	EPS
2400.635		100.000	EPS
2400.640		100.000	EPS
2400.670		100.000	EPS

---- VAR XAI Nombre de raccordement Asynchrone Indirect dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600			100.000	
1200.601			100.000	EPS
1200.602			100.000	
1200.603			100.000	EPS
1200.604			100.000	
1200.605			100.000	
1200.606			100.000	EPS
1200.607			100.000	
1200.620			100.000	EPS
1200.625			100.000	EPS
1200.630			100.000	EPS
1200.635			100.000	EPS
1200.640			100.000	EPS
1200.670			100.000	EPS

2400.600	100.000	.
2400.601	100.000	EPS
2400.602	100.000	.
2400.603	100.000	EPS
2400.604	100.000	.
2400.605	100.000	.
2400.606	100.000	EPS
2400.607	100.000	.
2400.620	100.000	EPS
2400.625	100.000	EPS
2400.630	100.000	EPS
2400.635	100.000	EPS
2400.640	100.000	EPS
2400.670	100.000	EPS

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

---- VAR Z -INF 198.000 +INF

Z Nombre Total de raccordement

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EXECUTION TIME = 1.200 SECONDS VERID MW2-00-064

MODELE DE REAFFECTATION

Formulation du scénario de la réaffectation de la demande
en " GAMS/ZOOM "

Par A.LARIBI & M.ALLAM
 Departement de Génie Industriel
 Ecole Nationale Polytechnique
 ALGER. MAI 1994

8 * Declaration des indices
 9 Option LimRow = 0, LimCol = 0;
 10
 11 SETS
 12
 13 B debit d'accès en bande de base / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 , 19200 /
 14 D debit d'accès direct / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 /
 15 I debit d'accès indirect / 1200 , 2400 /
 16 C centre de raccordement / 600*605,607,640,670 /
 17 M type de Modems / Bdb1925 , MD1233 , MD2433 , ER9631 /
 18 ALIAS (C,CA);
 19
 20 * declaration des données
 21 PARAMETERS
 22 NbrMDR(M) Nombre de Modems Restants/ Bdb1925 25
 23 MD1233 56
 24 MD2433 76
 25 ER9631 0/
 26 CpRacR(C) Capacité de Raccordement / 600 119
 27 601 0
 28 602 3
 29 603 0
 30 604 11
 31 605 6
 32 607 19
 33 640 0
 34 670 0/
 35
 36
 37 TABLE DEMSBR(B,C) Demande pour un accès synchrone en Bdbase d'un centre
 38
 39 600 601 602 603 604 605 607 640 670
 40
 41 1200 0 0 0 0 0 0 0 0
 42
 43 2400 0 0 0 0 0 0 0 0
 44
 45 4800 0 0 0 0 0 0 0 0
 46
 47 9600 0 5 0 0 0 0 0 0
 48

49 19200 0 0 0 0 0 0 0 0 0

50

51 TABLE DEMABR(B,C) Demande Restante en asynchrone en Bdbase d'un centre

52

53 600 601 602 603 604 605 607 640 670

54

55 1200 0 3 0 0 0 0 0 4 0

56

57 2400 0 1 0 0 0 0 0 0 0

58

59 4800 0 0 0 0 0 0 0 0 0

60

61 9600 0 0 0 0 0 0 0 0 0

62

63 19200 0 0 0 0 0 0 0 0 0

64

65 TABLE DEMSDR(D,C) Demande Restante en Synchrone Direct d'un centre

66

67 600 601 602 603 604 605 607 640 670

68

69 1200 0 5 0 0 0 0 0 2 0

70

71 2400 0 4 0 0 0 0 0 0 0

72

73 4800 0 3 0 3 0 0 0 1 0

74

75 9600 0 10 0 3 0 0 0 1 0

76

77 TABLE DEMADR(D,C) Demande Restante en Asynchrone Direct d'un centre

78

79 600 601 602 603 604 605 607 640 670

80

81 1200 0 2 0 0 0 0 0 0 0

82

83 2400 0 4 0 0 0 0 0 2 0

84

85 4800 0 0 0 0 0 0 0 0 0

86

87 9600 0 0 0 0 0 0 0 0 0

88

89

90 TABLE DEMSIR(I,C) Demande Restante en Synchrone Indirect d'un centre

91

92

93 600 601 602 603 604 605 607 640 670

94 1200 0 6 0 0 0 0 0 0 4

95

96 2400 0 2 0 0 0 0 0 2 4

97

98 TABLE DEMAIR(I,C) Demande Restante en Asynchrone Indirect d'un centre

99

100 600 601 602 603 604 605 607 640 670

101

102 1200 0 0 0 0 0 0 0 0 0

103

```

104 2400 0 0 0 0 0 0 0 0 0
105
106
107 TABLE FC(C,CA) matrice des affectations
108      600 601 602 603 604 605 607 640 670
109 600      1                | | |
110 601 1                | | |
111 602                1                | | |
112 603                | 1                | | |
113 604                | 1                | | |
114 605                | 1                | | |
115 607 1                | 1                | | |
116 640 1                | 1                | | |
117 670 1 1 1                | | |
118
119
120
121 PARAMETERS
122 TDEM1
123 TDEM2
124 TDEM3
125 TDEM
126 DELTAF(C);
127     TDEM1(C) = SUM (B, DEMSBR(B,C))+SUM(B, DEMABR(B,C));
128     TDEM2(C) = SUM (D, DEMSDR(D,C))+SUM(D, DEMADR(D,C));
129     TDEM3(C) = SUM (I, DEMSIR(I,C))+SUM(I, DEMAIR(I,C));
130     TDEM(C) = TDEM1(C)+TDEM2(C)+TDEM3(C);
131     DELTAF(C) = 1$(TDEM(C) ge CpRacR(C));
132     DISPLAY DELTAF;
133 VARIABLES
134
135 XSB (B,C,CA) Nombre de raccordement Synchrone en Bdbase a reffecter
136 XAB (B,C,CA) Nombre de raccordement Asynchrne en Bdbase a reffecter
137 XSD (D,C,CA) Nombre de raccordement Synchrone Direct a reffecter
138 XAD (D,C,CA) Nombre de raccordement Asynchrone Direct a reffecter
139 XSI (I,C,CA) Nombre de raccordement Synchrone Indirect a reffecter
140 XAI (I,C,CA) Nombre de raccordement Asynchrone Indirect a reffecter
141 Z      Nombre Total de raccordement ;
142
143 Integer variable XSB ,XAB , XSI , XSD , XAD , XAI ;
144
145 EQUATIONS
146
147 NbrTotRac      Fonction objective
148 NMDR12_Uti     Nombre de modems MD1233 restants a utiliser a 1200 bps
149 NMDR24_Uti     Nombre de modems MD2433 restant a utiliser a 2400 bps
150 NERR96_Uti     Nombre de modems ER9600 restant a utiliser a 9600 bps
151 NBbR19_Uti     Nombre de modems Bdb1925 restant a utiliser a 19200 bps
152 NAcc_Uti(CA)   Nombre d'accès restant a utiliser a reffecter
153 Nab_SB(B,C,CA) Nombre d'abonnes Synchrone en Bdbase a reffecter
154 Nab_AB(B,C,CA) Nombre d'abonnes Asynchrone en Bdbase a reffecter
155 Nab_SD(D,C,CA) Nombre d'abonnes Synchrone en direct a reffecter
156 Nab_AD(D,C,CA) Nombre d'abonnes Asynchrone en direct a
                    reffecter
157 Nab_SI(I,C,CA) Nombre d'abonnes Synchrone en indirect a

```


158 Nab_AI(I,C,CA)	reffecter Nombre d'abonnes Asynchrones en indirect a reffecter
159 D_SB(B,C)	Demande d'abonnement Synchrone en Bdbase a reffecter

160 D_AB(B,C) Demande d'abonnement Asynchrone en Bdbase a
reaffecter

161 D_SD(D,C) Demande d'abonnement Synchrones en direct a
reaffecter

162 D_AD(D,C) Demande d'abonnement Asynchrones en direct a
reaffecter

163 D_SI(I,C) Demande d'abonnement Synchrones en indirect a
reaffecter

164 D_AI(I,C) Demande d'abonnement Asynchrones en indirect a
reaffecter ;

165

166

167 NbrTotRac.. $Z = E = \text{SUM}(B, \text{SUM}((C, CA), (FC(C, CA) * \text{DELTA}F(C) * (XSB(B, C, CA) + XAB(B, C, CA)))) +$
 $\text{SUM}(D, \text{SUM}((C, CA), (FC(C, CA) * \text{DELTA}F(C) * (XSD(D, C, CA) + XAD(D, C, CA)))) +$
 $\text{SUM}(I, \text{SUM}((C, CA), (FC(C, CA) * \text{DELTA}F(C) * (XSI(I, C, CA) + XAI(I, C, CA)))) ;$

170 NMDR12_Uti.. $\text{SUM}((C, CA), XSD("1200", C, CA)) + \text{SUM}((C, CA), XSI("1200", C, CA))$
 $+ \text{SUM}((C, CA), XAD("1200", C, CA)) + \text{SUM}((C, CA), XAI("1200", C, CA))$
 $= L = \text{NbrMDR}("MD1233") ;$

171

172

173 NMDR24_Uti.. $\text{SUM}((C, CA), XSD("2400", C, CA)) + \text{SUM}((C, CA), XSI("2400", C, CA))$
 $+ \text{SUM}((C, CA), XAD("2400", C, CA)) + \text{SUM}((C, CA), XAI("2400", C, CA))$
 $= L = \text{NbrMDR}("MD2433") ;$

174

175

176 NERR96_Uti.. $\text{SUM}((C, CA), XSD("4800", C, CA)) +$
 $\text{SUM}((C, CA), XSD("9600", C, CA)) = L = \text{NbrMDR}("ER9631") ;$

177

178 NBbR19_Uti.. $\text{SUM}((B, C, CA), XSB(B, C, CA)) +$
 $\text{SUM}((B, C, CA), XAB(B, C, CA)) = L = \text{NbrMDR}("Bdb1925") ;$

179

180

181 * Contraintes de disponibilite des acces au niveau de chaque centre

182

183 NAcc_Uti(CA).. $\text{SUM}((B, C), XSB(B, C, CA)) + \text{SUM}((B, C), XAB(B, C, CA)) +$
 $\text{SUM}((D, C), XSD(D, C, CA)) + \text{SUM}((I, C), XSI(I, C, CA)) +$
 $\text{SUM}((D, C), XAD(D, C, CA)) +$
 $\text{SUM}((I, C), XAI(I, C, CA)) = L = \text{CpRacR}(CA) ;$

184

185

186

187

188 * contraintes de la DEMandes (par debit d'accès et centre de
raccordement)

189

190 D_SB(B,C).. $\text{SUM}(CA, XSB(B, C, CA)) = L = \text{DEMSBR}(B, C) ;$

191 D_AB(B,C).. $\text{SUM}(CA, XAB(B, C, CA)) = L = \text{DEMABR}(B, C) ;$

192 D_SD(D,C).. $\text{SUM}(CA, XSD(D, C, CA)) = L = \text{DEMSDR}(D, C) ;$

193 D_AD(D,C).. $\text{SUM}(CA, XAD(D, C, CA)) = L = \text{DEMADR}(D, C) ;$

194 D_SI(I,C).. $\text{SUM}(CA, XSI(I, C, CA)) = L = \text{DEMSIR}(I, C) ;$

195 D_AI(I,C).. $\text{SUM}(CA, XAI(I, C, CA)) = L = \text{DEMAIR}(I, C) ;$

196

197 * contraintes d'integrite

198

199 NAb_SB(B,C,CA).. $XSB(B, C, CA) = g = 0 ;$

200 NAb_AB(B,C,CA).. $XAB(B, C, CA) = g = 0 ;$

201 NAb_SD(D,C,CA).. $XSD(D, C, CA) = g = 0 ;$

```

202 NAb_AD(D,C,CA)..   XSD(D,C,CA) =g= 0 ;
203 NAb_SI(L,C,CA)..   XSI(L,C,CA) =g= 0 ;
204 NAb_AI(L,C,CA)..   XAI(L,C,CA) =g= 0 ;
205
206 MODEL Scenar2 / all / ;
207
208 OPTION RMIP = ZOOM;
209
210 SOLVE Scenar2 USING RMIP MAXIMIZING Z ;
211

```

Execution

--- 132 PARAMETER DELTAF

601 1.000, 603 1.000, 640 1.000, 670 1.000

MODEL STATISTICS

```

BLOCKS OF EQUATIONS  18  SINGLE EQUATIONS  1994
BLOCKS OF VARIABLES  7  SINGLE VARIABLES  1783
NON ZERO ELEMENTS   7187  DISCRETE VARIABLES  1782

```

EXECUTION TIME = 4.390 SECONDS VERID MW2-00-064
SOLVE SUMMARY

```

MODEL SCENAR2      OBJECTIVE Z
TYPE RMIP          DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER ZOOM        FROM LINE 210

```

```

**** SOLVER STATUS  1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS   1 OPTIMAL
**** OBJECTIVE VALUE      46.0000

```

```

RESOURCE USAGE, LIMIT  13.070  1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT  83      1000

```

Work space allocated -- 110 Mb

--- VAR XSB . Nombre de raccordement Synchrone en Bdbase a reaffecter

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

9600 601.600 . 5.000 100.000

--- VAR XAB . Nombre de raccordement Asynchrone en Bdbase a reaffecter

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1200 601.600 . 3.000 100.000

~~1200 601.600 . 3.000 100.000~~

---- VAR XSD Nombre de raccordement Synchrone Direct a reffecter

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.601.600		5.000	100.000	
1200.640.600		2.000	100.000	
2400.601.600		4.000	100.000	

---- VAR XAD Nombre de raccordement Asynchrone Direct a reffecter

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.601.600		2.000	100.000	
2400.601.600		4.000	100.000	
2400.640.600		2.000	100.000	

---- VAR XSI Nombre de raccordement Synchrone Indirect a reffecter

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.601.600		6.000	100.000	
1200.670.600		4.000	100.000	
2400.601.600		2.000	100.000	
2400.640.600		2.000	100.000	
2400.670.600		2.000	100.000	

---- VAR Z -INF 46.000 +INF

Z Nombre Total de raccordement

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EXECUTION TIME = 4.670 SECONDS VERID MW2-00-064

MODELE DE L'EXTENSION

Formulation du modèle du scénario de l'extension

en " GAMS/ZOOM "

Par A.LARIBI.& M.ALLAM
 Departement de Génie Industriel
 Ecole Nationale Polytechnique
 ALGER. MAI 1994

```

8 * Decalaration des indices
9 Option LimRow = 0, LimCol = 0 ;
10 SETS
11 B debit d'accès en bande de base / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 , 19200 /
12 D debit d'accès direct / 1200 , 2400 , 4800 , 9600 /
13 I debit d'accès indirect / 1200 , 2400 /
14 C centre de raccorDEMENT / 600*607, 620, 625, 630, 635, 640, 670 /
15
16 M type de Modem / Bdb1925 , MD1233 , MD2433 , ER9631 / ;
17
18 * declaration des donnees
19 SCALAR
20
21 BIGM / 1E10 / ;
22
23 PARAMETERS
24
25 NbrMDR(M)  Nombre de MoDems Restants / Bdb1925  25
26                                     MD1233  56
27                                     MD2433  76
28                                     ER9631  0 /
29 CpRacRS(C)  Capacité de Raccordement / 600  119
30                                     601  0
31                                     602  3
32                                     603  0
33                                     604  11
34                                     605  6
35                                     606  0
36                                     607  19
37                                     620  0
38                                     625  0
39                                     630  0
40                                     635  0
41                                     640  0
42                                     670  0 /
43
44 CpRacEX(C)  Capacité de Raccordement / 600  64
45                                     601  9
46                                     602  9
47                                     603  9

```

48	604	9
49	605	9
50	606	14
51	607	9
52	620	14
53	625	14
54	630	14
55	635	14
56	640	9
57	670	9
58		

59 TABLE DEMSBR(B.C) Demande pour un acces synchrone en Bdbase d'un centre

60														
61	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
62														
63	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64														
65	2400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66														
67	4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68														
69	9600	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70														
71	19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72														

73 TABLE DEMABR(B.C) Demande Restante en asynchrone en Bdbase d'un centre

74														
75	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
76														
77	1200	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
78														
79	2400	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80														
81	4800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82														
83	9600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84														
85	19200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86														

87 TABLE DEMSDR(D.C) Demande Restante en Synchrone Direct d'un centre

88														
89	600	601	602	603	604	605	606	607	620	625	630	635	640	670
90														
91	1200	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
92														
93	2400	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94														
95	4800	0	3	0	3	0	0	4	0	2	0	3	0	1
96														
97	9600	0	10	0	3	0	0	6	0	2	10	10	10	1
98														

99 TABLE DEMADR(D.C) Demande Restante en Asynchrone Direct d'un centre

103 1200 0 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 104
 105 2400 0 4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 2 0
 106
 107 4800 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 108
 109 9600 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 110
 111

112 TABLE DEMSIR(I,C) Demande Restante en Synchrone Indirect d'un centre

113
 114 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670
 115
 116 1200 0 6 0 0 0 0 4 0 3 8 5 11 0 4
 117
 118 2400 0 2 0 0 0 0 0 0 0 10 14 15 2 4
 119

120 TABLE DEMAIR(I,C) Demande Restante en Asynchrone Indirect d'un centre

121
 122 600 601 602 603 604 605 606 607 620 625 630 635 640 670
 123
 124 1200 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 125
 126 2400 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
 127

121 PARAMETERS

122 TDEM1 ;

123 TDEM2 ;

124 TDEM3 ;

125 TDEM ; DEMD12 ; DEMD24 ; DEMD48 ; DEMD96 ; DEMD192 ;

126 DELTAC(C) , DELTMD12, DELTMD24, DELTMD96, DELTMD192 ;

127 TDEM1(C) = SUM (B, DEMSBR(B,C))+SUM(B, DEMABR(B,C));

128 TDEM2(C) = SUM (D, DEMSDR(D,C))+SUM(D, DEMADR(D,C)) ;

129 TDEM3(C) = SUM (I, DEMSIR(I,C))+SUM(I, DEMAIR(I,C)) ;

130 TDEM(C) = TDEM1(C)+TDEM2(C)+TDEM3(C) ;

131 DELTAC(C) = 1\$(TDEM(C) ge CpRacR(C));

132

133 DEMD12=SUM (C, DEMSDR("1200",C))+SUM(C, DEMADR("1200",C))+

135 SUM (C, DEMSIR("1200",C))+SUM(C, DEMAIR("1200",C)) ;

136 DEMD24 =SUM (C, DEMSDR("2400",C))+SUM(C, DEMADR("2400",C))+

137 SUM (C, DEMSIR("2400",C))+SUM(C, DEMAIR("2400",C));

138

139 DEMD48=SUM (C, DEMSDR("4800",C))+SUM(C, DEMADR("4800",C)+

140 SUM (C, DEMSIR("4800",C))+SUM(C, DEMAIR("4800",C);

141 DEMD96=SUM (C, DEMSDR("9600",C))+SUM(C, DEMADR("9600",C)+

142 SUM (C, DEMSIR("9600",C))+SUM(C, DEMAIR("9600",C));

143

144 DEMD192= SUM (C, DEMSBR(B,C))+SUM(C, DEMABR(B,C));

145 DELTMD12 =1\$ (DEMD12 ge NbrMDR(MD1233));

146 DELTMD24 =1\$ (DEMD24 ge NbrMDR(MD2433));

147 DELTMD96 =1\$ ((DEMD96+DEMD48) ge NbrMDR(ER9631));

148 DELTMD192 =1\$ (DEMD192 ge NbrMDR(BdB1925));

149

150 VARIABLES

151

152 XSB (B,C) Nombre de raccordement Synchrone en Bdbase dans un centre
 153 XAB (B,C) Nombre de raccordement Asynchrone en Bdbase dans un centre
 154 XSD (D,C) Nombre de raccordement Synchrone Direct dans un centre
 155 XAD (D,C) Nombre de raccordement Asynchrone Direct dans un centre
 156 XSI (I,C) Nombre de raccordement Synchrone Indirect dans un centre
 157 XAI (I,C) Nombre de raccordement Asynchrone Indirect dans un centre
 158 Z Nombre Total de raccordement ;
 159
 160 Integer variables XSB ,XAB , XSD , XAD , XSI , XAI ;
 161
 162
 163 EQUATIONS
 164
 165 NbrTotRac Fonction objective
 166 NMDR12 Nombre de Modems Restants fonctionnants a 1200 bps
 167 NMDR24 Nombre de Modems Restants fonctionnants a 2400 bps
 168 NMDR48 Nombre de Modems Restants fonctionnants a 4800 bps
 169 NMDR96 Nombre de Modems Restants fonctionnants a 9600 bps
 170 NMDR192 Nombre de Modems Restants fonctionnants a 19200 bps
 171 NACCRES(C) Nombre d'ACCes REStants dans un centre
 172 Nab_SB(B,C) Nombre d'abonnes Synchrone en Bdbase dans un centre
 173 Nab_AB(B,C) Nombre d'abonnes Asynchrone en Bdbase dans un centre
 174 Nab_SD(D,C) Nombre d'abonnes Synchrones en direct dans un centre
 175 Nab_AD(D,C) Nombre d'abonnes Asynchrones en direct dans un centre
 176 Nab_SI(I,C) Nombre d'abonnes Synchrones en indirect dans un centre
 177 Nab_AI(I,C) Nombre d'abonnes Asynchrones en indirect dans un centre
 178 D_SB(B,C) Demande d'abonnement Synchrone en Bdbase dans un centre
 179 D_AB(B,C) Demande d'abonnement Asynchrone en Bdbase dans un centre
 180 D_SD(D,C) Demande d'abonnement Synchrones en direct dans un centre
 181 D_AD(D,C) Demande d'abonnement Asynchrones en direct dans un centre
 182 D_SI(I,C) Demande d'abonnement Synchrones en indirect dans un centre
 183 D_AI(I,C) Demande d'abonnement Asynchrones en indirect dans un centre
 184
 185
 186
 187
 188 NbrTotRac.. Z =E= SUM((B,C),(XSB(B,C)+XAB(B,C))) +
 189 SUM((I,C),(XSI(I,C)+XAI(I,C))) +
 190 SUM((D,C),(XAD(D,C)+XSD(D,C))) ;
 191 NMDR12.. SUM(C,XSD("1200",C))+SUM(C,XSI("1200",C))+
 192 SUM(C,XAD("1200",C))+SUM(C,XAI("1200",C))
 193 =L=(1-DeltMD12)*(NbrMDR("MD1233"))+deltMD12*BIGM;
 194 NMDR24.. SUM(C,XSD("2400",C))+SUM(C,XSI("2400",C))+
 195 SUM(C,XAD("2400",C))+SUM(C,XAI("2400",C))
 196 =L= (1-DeltMD24)*NbrMDR("MD2433")+deltMD24*BIGM;
 197 NMDR48.. SUM(C,XSD("4800",C)) =L= (1-DeltMD96)*NbrMDR("ER9631")+
 198 deltMD96*BIGM;
 199 NMDR96.. SUM(C,XSD("4800",C))+SUM(C,XSD("9600",C))
 200 =L= (1-DeltMD96)*NbrMDR("ER9631")+deltMD96*BIGM;
 201 NMDR192.. SUM((B,C),XSB(B,C))+SUM((B,C),XAB(B,C))
 202 =L=(1-DeltMD192)*NbrMDR("Bdb1925")+deltMD192*BIGM;
 203
 204 * Contraintes de disponibilite des acces au niveau de chaque centre
 205
 206 NACCRES(C).. SUM(B,XSB(B,C))+SUM(B,XAB(B,C))+SUM(D,XSD(D,C))+


```

207          SUM(I,XSI(I,C))+SUM(D,XAD(D,C))+SUM(I,XAI(I,C))
208          =L= (1-deltAC(C))*CpRacRS(C)+deltAC(C)*(CpRacRS(C)+CpRacEX(C));
209 * contraintes de la demande par debit et centre de raccordement
210
211 D_SB(B,C)..      XSB(B,C) =L= DEMSBR(B,C);
212 D_AB(B,C)..      XAB(B,C) =L= DEMABR(B,C);
213 D_SD(D,C)..      XSD(D,C) =L= DEMSDR(D,C);
214 D_AD(D,C)..      XAD(D,C) =L= DEMADR(D,C);
215 D_SI(I,C)..      XSI(I,C) =L= DEMSIR(I,C);
216 D_AI(I,C)..      XAI(I,C) =L= DEMAIR(I,C);
217
218 * contraintes d'integrite
219
220 NAb_SB(B,C)..    XSB(B,C) =g= 0;
221 NAb_AB(B,C)..    XAB(B,C) =g= 0;
222 NAb_SD(D,C)..    XSD(D,C) =g= 0;
223 NAb_AD(D,C)..    XAD(D,C) =g= 0;
224 NAb_SI(I,C)..    XSI(I,C) =g= 0;
225 NAb_AI(I,C)..    XAI(I,C) =g= 0;
216
217 MODEL ScceEXT / all / ;
218 option RMIP=ZOOM ;
219
220 SOLVE ScceEXT USING RMIP MAXIMIZING Z ;

```

Execution

MODEL STATISTICS

BLOCKS OF EQUATIONS	29	SINGLE EQUATIONS	672
BLOCKS OF VARIABLES	12	SINGLE VARIABLES	327
NON ZERO ELEMENTS	1582	DISCRETE VARIABLES	326

GENERATION TIME = 1.050 SECONDS

EXECUTION TIME = 1.100 SECONDS VERID MW2-00-064

SOLVE SUMMARY

MODEL SCENARIO1	OBJECTIVE Z
TYPE RMIP	DIRECTION MAXIMIZE
SOLVER ZOOM	FROM LINE 220

```

**** SOLVER STATUS 1 NORMAL COMPLETION
**** MODEL STATUS 1 OPTIMAL
**** OBJECTIVE VALUE 94.0000

```

RESOURCE USAGE, LIMIT	134.900	1000.000
ITERATION COUNT, LIMIT	629	1000

---- VAR XSB Nombre de raccordement Synchrones en Bdbase dans un centre

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1200 .600	100.000	1.000
1200 .601	100.000	1.000
1200 .602	100.000	1.000
1200 .603	100.000	1.000
1200 .604	100.000	1.000
1200 .605	100.000	1.000
1200 .606	100.000	1.000
1200 .607	100.000	1.000
1200 .620	100.000	1.000
1200 .625	100.000	1.000
1200 .630	100.000	1.000
1200 .635	100.000	1.000
1200 .640	100.000	1.000
1200 .670	100.000	1.000
2400 .600	100.000	1.000
2400 .601	100.000	1.000
2400 .602	100.000	1.000
2400 .603	100.000	1.000
2400 .604	100.000	1.000
2400 .605	100.000	1.000
2400 .606	100.000	1.000
2400 .607	100.000	1.000
2400 .620	100.000	1.000
2400 .625	100.000	1.000
2400 .630	100.000	1.000
2400 .635	100.000	1.000
2400 .640	100.000	1.000
2400 .670	100.000	1.000
4800 .600	100.000	1.000
4800 .601	100.000	1.000
4800 .602	100.000	1.000
4800 .603	100.000	1.000
4800 .604	100.000	1.000
4800 .605	100.000	1.000
4800 .606	100.000	1.000
4800 .607	100.000	1.000
4800 .620	100.000	1.000
4800 .625	100.000	1.000
4800 .630	100.000	1.000
4800 .635	100.000	1.000
4800 .640	100.000	1.000
4800 .670	100.000	1.000
9600 .600	100.000	1.000
9600 .601	100.000	1.000
9600 .602	100.000	1.000
9600 .603	100.000	1.000
9600 .604	100.000	1.000
9600 .605	100.000	1.000
9600 .606	100.000	1.000
9600 .607	100.000	1.000
9600 .620	100.000	1.000
9600 .625	100.000	1.000
9600 .630	100.000	1.000
9600 .635	100.000	1.000
9600 .640	100.000	1.000
9600 .670	100.000	1.000

9600.630	100.000	1.000
9600.635	100.000	1.000
9600.640	100.000	1.000
9600.670	100.000	1.000
19200.600	100.000	1.000
19200.601	100.000	1.000
19200.602	100.000	1.000
19200.603	100.000	1.000
19200.604	100.000	1.000
19200.605	100.000	1.000
19200.606	100.000	1.000
19200.607	100.000	1.000
19200.620	100.000	1.000
19200.625	100.000	1.000
19200.630	100.000	1.000
19200.635	100.000	1.000
19200.640	100.000	1.000
19200.670	100.000	1.000

--- VAR XAB Nombre de raccordement Asynchrone en Bdbase dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600		100.000	1.000	
1200.601		100.000	1.000	
1200.602		100.000	1.000	
1200.603		100.000	1.000	
1200.604		100.000	1.000	
1200.605		100.000	1.000	
1200.606		100.000	1.000	
1200.607		100.000	1.000	
1200.620		100.000	1.000	
1200.625		100.000	1.000	
1200.630		100.000	1.000	
1200.635		100.000	1.000	
1200.640		4.000	100.000	1.000
1200.670		100.000	1.000	
2400.600		100.000	1.000	
2400.601		100.000	1.000	
2400.602		100.000	1.000	
2400.603		100.000	1.000	
2400.604		100.000	1.000	
2400.605		100.000	1.000	
2400.606		100.000	1.000	
2400.607		100.000	1.000	
2400.620		100.000	1.000	
2400.625		100.000	1.000	
2400.630		100.000	1.000	
2400.635		100.000	1.000	
2400.640		100.000	1.000	
2400.670		100.000	1.000	
4800.600		100.000	1.000	
4800.601		100.000	1.000	
4800.602		100.000	1.000	

4800.603	100.000	1.000
4800.604	100.000	1.000
4800.605	100.000	1.000
4800.606	100.000	1.000
4800.607	100.000	1.000
4800.620	100.000	1.000
4800.625	100.000	1.000
4800.630	100.000	1.000
4800.635	100.000	1.000
4800.640	100.000	1.000
4800.670	100.000	1.000
9600.600	100.000	1.000
9600.601	100.000	1.000
9600.602	100.000	1.000
9600.603	100.000	1.000
9600.604	100.000	1.000
9600.605	100.000	1.000
9600.606	100.000	1.000
9600.607	100.000	1.000
9600.620	100.000	1.000
9600.625	100.000	1.000
9600.630	100.000	1.000
9600.635	100.000	1.000
9600.640	100.000	1.000
9600.670	100.000	1.000
19200.600	100.000	1.000
19200.601	100.000	1.000
19200.602	100.000	1.000
19200.603	100.000	1.000
19200.604	100.000	1.000
19200.605	100.000	1.000
19200.606	100.000	1.000
19200.607	100.000	1.000
19200.620	100.000	1.000
19200.625	100.000	1.000
19200.630	100.000	1.000
19200.635	100.000	1.000
19200.640	100.000	1.000
19200.670	100.000	1.000

---- VAR XSD Nombre de raccordement Synchrone Direct dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600		100.000		1.000
1200.601		100.000		1.000
1200.602		100.000		1.000
1200.603		100.000		1.000
1200.604		100.000		1.000
1200.605		100.000		1.000
1200.606		100.000		1.000
1200.607		100.000		1.000
1200.620		100.000		1.000
1200.625		100.000		1.000

1200.630		100.000	1.000
1200.635		100.000	1.000
1200.640	2.000	100.000	1.000
1200.670		100.000	1.000
2400.600		100.000	1.000
2400.601		100.000	1.000
2400.602		100.000	1.000
2400.603		100.000	1.000
2400.604		100.000	1.000
2400.605		100.000	1.000
2400.606		100.000	1.000
2400.607		100.000	1.000
2400.620		100.000	1.000
2400.625		100.000	1.000
2400.630		100.000	1.000
2400.635		100.000	1.000
2400.640		100.000	1.000
2400.670		100.000	1.000
4800.600		100.000	1.000
4800.601		100.000	1.000
4800.602		100.000	1.000
4800.603	3.000	100.000	1.000
4800.604		100.000	1.000
4800.605		100.000	1.000
4800.606	4.000	100.000	1.000
4800.607		100.000	1.000
4800.620	2.000	100.000	1.000
4800.625		100.000	1.000
4800.630	2.000	100.000	1.000
4800.635		100.000	1.000
4800.640	1.000	100.000	1.000
4800.670		100.000	1.000
9600.600		100.000	1.000
9600.601	8.000	100.000	1.000
9600.602		100.000	1.000
9600.603	3.000	100.000	1.000
9600.604		100.000	1.000
9600.605		100.000	1.000
9600.606	6.000	100.000	1.000
9600.607		100.000	1.000
9600.620	2.000	100.000	1.000
9600.625	10.000	100.000	1.000
9600.630	8.000	100.000	1.000
9600.635	.000	100.000	1.000
9600.640		100.000	1.000
9600.670		100.000	1.000

--- VAR XAD Nombre de raccordement Asynchrone Direct dans un centre

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

1200.600		100.000	1.000
1200.601		100.000	1.000
1200.602		100.000	1.000

1200.603		100.000	1.000
1200.604		100.000	1.000
1200.605		100.000	1.000
1200.606		100.000	1.000
1200.607		100.000	1.000
1200.620		100.000	1.000
1200.625		100.000	1.000
1200.630		100.000	1.000
1200.635		100.000	1.000
1200.640		100.000	1.000
1200.670		100.000	1.000
2400.600		100.000	1.000
2400.601		100.000	1.000
2400.602		100.000	1.000
2400.603		100.000	1.000
2400.604		100.000	1.000
2400.605		100.000	1.000
2400.606		100.000	1.000
2400.607		100.000	1.000
2400.620		100.000	1.000
2400.625		100.000	1.000
2400.630		100.000	1.000
2400.635		100.000	1.000
2400.640	2.000	100.000	1.000
2400.670		100.000	1.000
4800.600		100.000	1.000
4800.601		100.000	1.000
4800.602		100.000	1.000
4800.603		100.000	1.000
4800.604		100.000	1.000
4800.605		100.000	1.000
4800.606		100.000	1.000
4800.607		100.000	1.000
4800.620		100.000	1.000
4800.625		100.000	1.000
4800.630		100.000	1.000
4800.635		100.000	1.000
4800.640		100.000	1.000
4800.670		100.000	1.000
9600.600		100.000	1.000
9600.601		100.000	1.000
9600.602		100.000	1.000
9600.603		100.000	1.000
9600.604		100.000	1.000
9600.605		100.000	1.000
9600.606		100.000	1.000
9600.607		100.000	1.000
9600.620		100.000	1.000
9600.625		100.000	1.000
9600.630		100.000	1.000
9600.635		100.000	1.000
9600.640		100.000	1.000
9600.670		100.000	1.000

--- VAR XSI Nombre de raccordement Synchrones Indirect dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600		100.000	1.000	
1200.601		100.000	1.000	
1200.602		100.000	1.000	
1200.603		100.000	1.000	
1200.604		100.000	1.000	
1200.605		100.000	1.000	
1200.606	4.000	100.000	1.000	
1200.607		100.000	1.000	
1200.620		100.000	1.000	
1200.625	4.000	100.000	1.000	
1200.630	4.000	100.000	1.000	
1200.635	4.000	100.000	1.000	
1200.640		100.000	1.000	
1200.670	4.000	100.000	1.000	
2400.600		100.000	1.000	
2400.601		100.000	1.000	
2400.602		100.000	1.000	
2400.603		100.000	1.000	
2400.604		100.000	1.000	
2400.605		100.000	1.000	
2400.606		100.000	1.000	
2400.607		100.000	1.000	
2400.620		100.000	1.000	
2400.625		100.000	1.000	
2400.630		100.000	1.000	
2400.635		100.000	1.000	
2400.640		100.000	1.000	
2400.670	4.000	100.000	1.000	

--- VAR XAI Nombre de raccordement Asynchrones Indirect dans un centre

	LOWER	LEVEL	UPPER	MARGINAL
1200.600		100.000	1.000	
1200.601		100.000	1.000	
1200.602		100.000	1.000	
1200.603		100.000	1.000	
1200.604		100.000	1.000	
1200.605		100.000	1.000	
1200.606		100.000	1.000	
1200.607		100.000	1.000	
1200.620		100.000	1.000	
1200.625		100.000	1.000	
1200.630		100.000	1.000	
1200.635		100.000	1.000	
1200.640		100.000	1.000	
1200.670		100.000	1.000	
2400.600		100.000	1.000	
2400.601		100.000	1.000	
2400.602		100.000	1.000	

2400.603	100.000	1.000
2400.604	100.000	1.000
2400.605	100.000	1.000
2400.606	100.000	1.000
2400.607	100.000	1.000
2400.620	100.000	1.000
2400.625	100.000	1.000
2400.630	100.000	1.000
2400.635	100.000	1.000
2400.640	100.000	1.000
2400.670	100.000	1.000

LOWER LEVEL UPPER MARGINAL

--- VAR Z -INF 94.000 +INF

Z Nombre Total de raccordement

**** REPORT SUMMARY : 0 NONOPT
 0 INFEASIBLE
 0 UNBOUNDED

EXECUTION TIME = 1.210 SECONDS VERID MW2-00-064