

doc
CA1
EA
87R77
FRE



T É L É C O M M U N I C A T I O N S
R U R A L E S
G U I D E D E
P L A N I F I C A T I O N
D E S P R O J E T S



Canada

Document communiqué en vertu de la Loi sur l'accès à l'information

b2306840 (A)

43-255-85-8

Table des matières

Avant-propos	4
Introduction	5
Étape 1 Aperçu de la planification des projets ruraux	3
Étape 2 Évaluation des avantages socio-économiques	10
Étape 3 Aperçu de la phase d'analyse des besoins	12
Étape 4 Établissement des objectifs du projet et des zones de services	13
Étape 5 Évaluation de la demande des abonnés	15
Étape 6 Prévision de l'intensité du trafic	17
Étape 7 Établissement des objectifs de qualité du service	19
Étape 8 Compilation des exigences générales du projet	22
Étape 9 Aperçu de la phase d'étude de faisabilité	24
Étape 10 Évaluation du matériel et des systèmes disponibles	25
Étape 11 Développement et optimisation d'options de conception	28
Étape 12 Évaluation du rendement financier	29
Étape 13 Évaluation des aspects techniques	31
Étape 14 Préparation de l'étude de faisabilité	33
Étape 15 Analyse des besoins contractuels	34
Étape 16 Préparation du document de définition du projet	36
Étape 17 Aperçu de la phase technique détaillée	37
Étape 18 Préparation des devis techniques	38
Étape 19 Préparation des conditions commerciales	41
Postface	42
Annexes	43
<i>Annexe A: Figures</i>	44
<i>Annexe B: Abréviations</i>	70
<i>Annexe C: Glossaire</i>	71
<i>Annexe D: Bibliographie</i>	72

Avant- propos

La contribution des télécommunications au développement d'un pays est substantielle; de plus, elles accroissent la productivité et le rendement dans d'autres secteurs comme l'agriculture et les transports, tout en rehaussant la qualité de la vie. L'efficacité d'un réseau de télécommunications dépend directement de son importance, tant du point de vue de son envergure géographique que des coûts les moins élevés possibles pour l'utilisateur.

Les Canadiens sont conscients de ces nécessités. L'application de technologies perfectionnées et éprouvées pour étendre les services de télécommunications à l'environnement rural nous a permis de relever ces défis, non seulement au Canada mais aussi dans plusieurs autres pays un peu partout dans le monde.

Le présent document est conçu comme un guide pour les planificateurs et les ingénieurs responsables du développement des projets de télécommunications rurales. Il décrit les étapes et les aspects essentiels à la planification dans ce secteur vital. Afin d'en faciliter la consultation, tous les chiffres mentionnés dans les diverses étapes sont repris dans les annexes, ainsi que les glossaires définissant les abréviations et sigles utilisés.

L'inspiration et les informations formant la base de ce guide proviennent de plusieurs sources au Canada et dans le reste du monde, plus particulièrement des administrations téléphoniques en Afrique et en Asie. Ces sources sont trop nombreuses pour que nous les remercions toutes, mais nous leur dédions ce guide en raison de leur vision collective d'un service de télécommunications global universel.

Introduction

La technologie canadienne dans le domaine des réseaux de télécommunications rurales

Les 25 millions de Canadiens habitent surtout dans quelques grandes villes et dans une multitude de petites collectivités, réparties sur un immense territoire: 6 000 km, de l'Atlantique au Pacifique et presque 5 000 km du Pôle Nord à la frontière avec les États-Unis. Il était naturel que les Canadiens, aux prises avec ce gigantesque défi géographique, soient des pionniers dans le secteur des télécommunications. Depuis l'invention du téléphone en 1874 jusqu'au lancement du premier système national de télécommunications par satellite en 1972, le Canada a été un chef de file en technologie. Ces circonstances ont stimulé le développement et la fabrication de matériel particulièrement adapté aux télécommunications rurales.

Par conséquent, les Canadiens disposent de services de télécommunications perfectionnés. Les services de téléphonie, de communications commerciales et de radiodiffusion sont transmis par câble, par micro-ondes, par fibres optiques et par systèmes à satellite. Plus de 19 millions de postes téléphoniques sont reliés par 160 000 km de trajets micro-ondes et plus de 100 stations terriennes dans l'ensemble du pays.

Expérience nationale

Puisque la faible population du Canada est dispersée sur un vaste territoire, on doit disposer de matériel peu coûteux pour assurer un service de télécommunications à peu de frais. Au début de l'ère des télécommunications, le pays était sillonné par des milliers de kilomètres de lignes à fil aérien sur des poteaux en bois, tandis que les petites collectivités très isolées étaient desservies par la radio HF.

De nos jours, les concepteurs de réseaux disposent de nombreuses techniques qui permettent de réduire les coûts et de maximiser la performance, parmi lesquelles on compte les signaux radio VHF, UHF et micro-ondes, les câbles coaxiaux, à paire torsadée et à fibres optiques, les systèmes radio à accès multiple et le service par satellite à faible trafic.

Le Canada reconnaît depuis longtemps les avantages des télécommunications numériques, ce qui a donné lieu au développement rapide de cette technologie:

- en 1971, notre premier réseau numérique de transmissions micro-ondes a été mis au point;
- en 1976, on a produit la première famille de matériel numérique de central de commutation;
- en 1977, le premier réseau de commutation par paquets public entrainé dans sa phase opérationnelle;
- en 1982, un réseau transcontinental de transmission multiplex entièrement numérique de 6 000 km entrainé dans sa phase de service complet;
- la radio à accès multiplex par répartition dans le temps a été développée vers la fin des années 70 pour remplacer les installations extérieures classiques.

Depuis ces premières réalisations, le Canada est devenu un chef de file dans les domaines de l'ingénierie, de la fabrication et de l'installation de systèmes de ce type. Le premier système a été installé à Terre-Neuve, où il a remplacé un câble sous-marin périmé et a étendu le réseau téléphonique de la province dans un certain nombre de villages.

Un système semblable a été installé au Québec pour assurer le service téléphonique dans des fermes situées sur une petite île. En Ontario, un projet sans précédent a utilisé ce type de système pour le remplacement d'un central de commutation désuet. On trouve maintenant ce type de système dans presque toutes les régions du Canada, depuis l'océan Arctique, où la température peut être inférieure à -60°C , jusqu'aux régions arides plus au sud où la température peut atteindre $+40^{\circ}\text{C}$ pendant l'été.

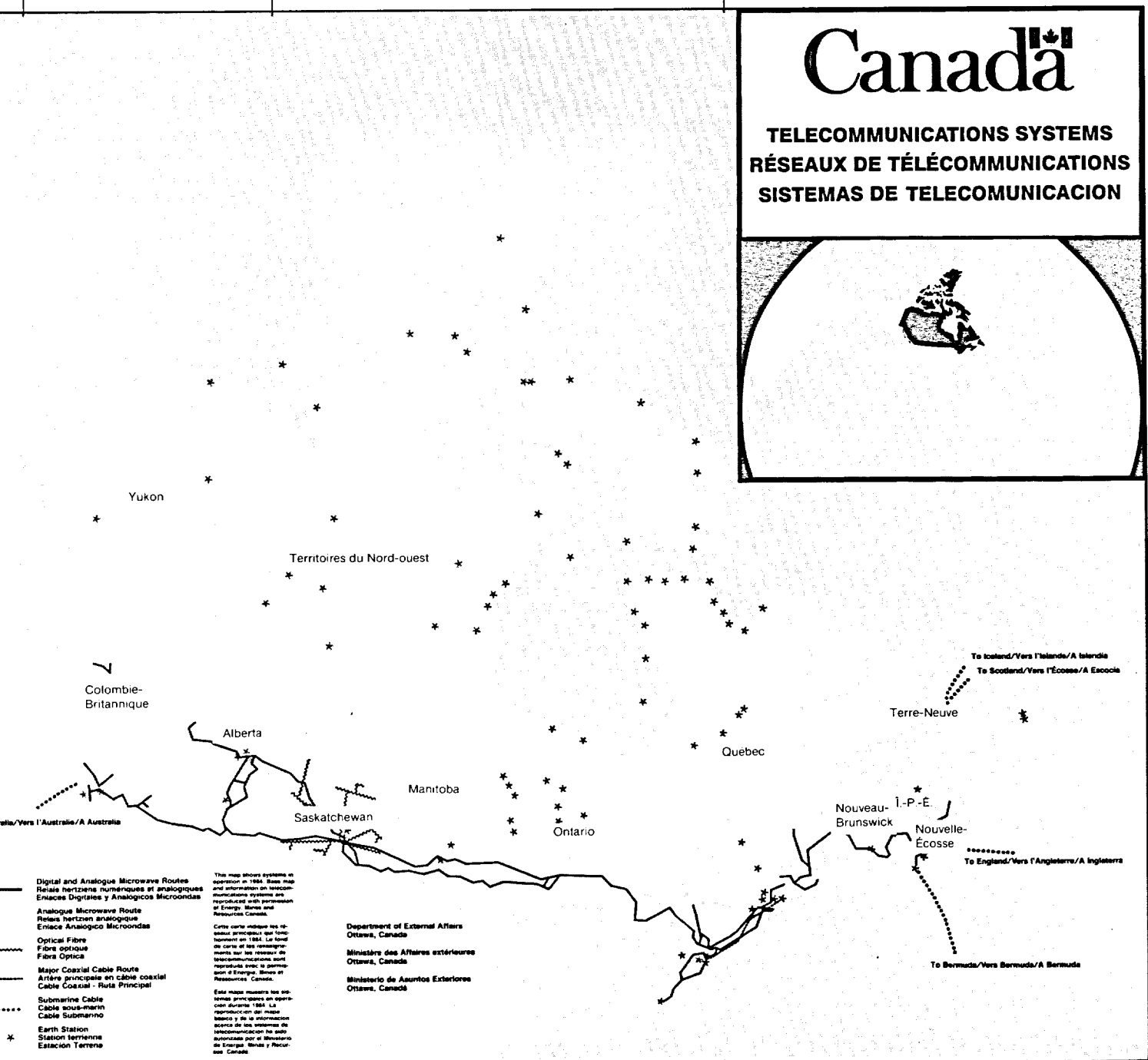
Les stations terriennes de satellite, exploitées en technologie de canal unique par porteuse, constituent maintenant une composante majeure des programmes de télécommunications du Canada. Ces stations, réparties un peu partout au pays, sont reliées au réseau de télécommunications national par l'un des satellites Anik. Ces stations trouvent des applications diverses dans les services de transmission de données et téléphonique, depuis les plates-formes de forage en mer jusqu'au service dans les collectivités éloignées, en passant par les installations d'urgence portatives qui peuvent être rapidement installées dans les zones sinistrées.

La technologie de la câblodistribution s'est développée en parallèle à la technologie de la radio. Bien que les câbles à paire torsadée soient encore très répandus, le câble coaxial est de plus en plus populaire. Ils servent à amener aux petites collectivités les services de télévision, de données et de téléphonie provenant des réseaux nationaux. Même le câble à fibres optiques est pertinent aux communications rurales

en raison de sa capacité de croissance presque illimitée. Avec la réduction des coûts de fabrication et l'augmentation de la distance entre répéteurs, les fibres optiques peuvent pénétrer de plus en plus loin dans le territoire rural tout en restant rentables.

Canada

TELECOMMUNICATIONS SYSTEMS
RÉSEaux DE TÉLÉCOMMUNICATIONS
SISTEMAS DE TELECOMUNICACION



Expérience internationale

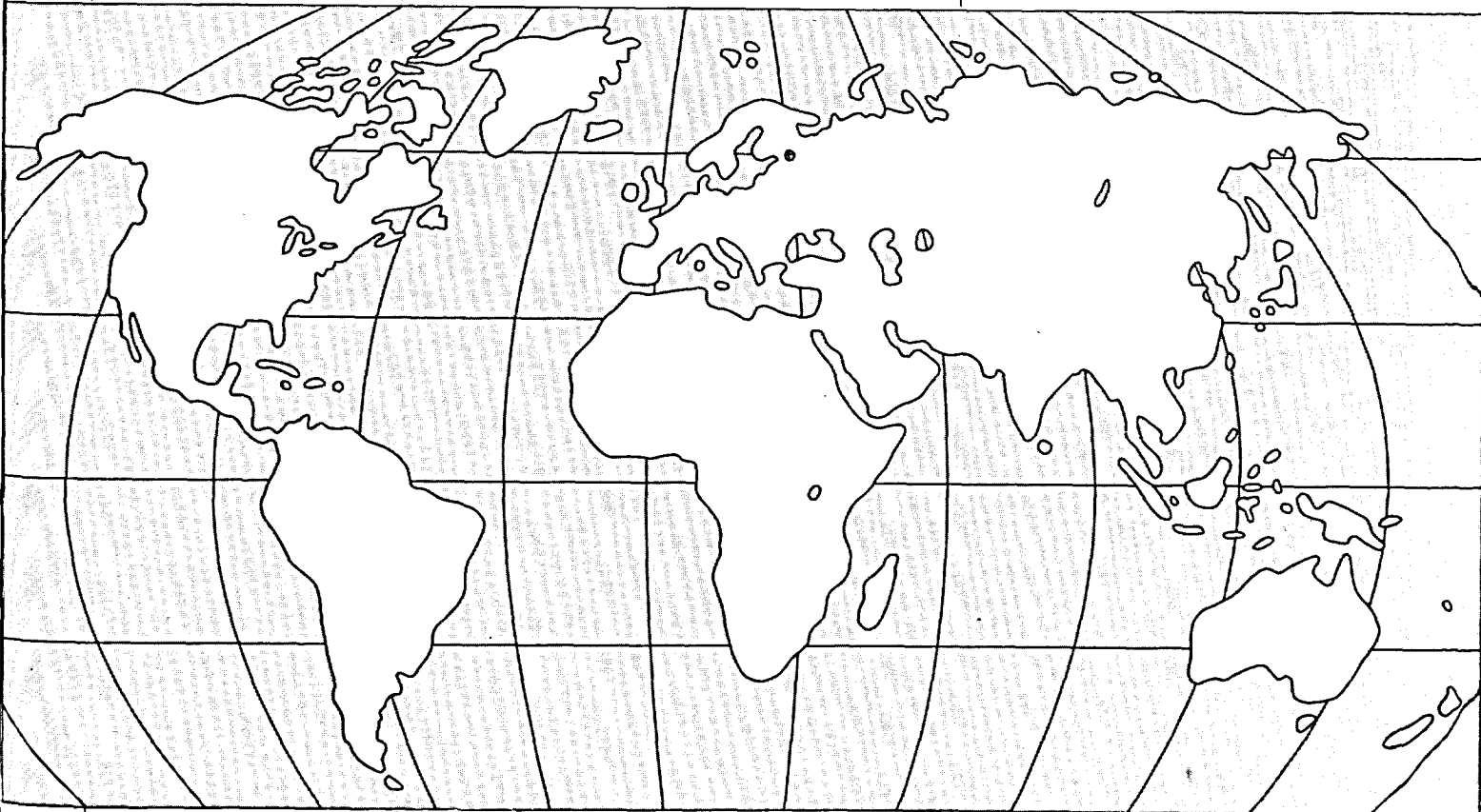
Le succès des produits canadiens au Canada a créé une demande pour ces produits dans plusieurs autres pays, dont les besoins en installations de télécommunications rurales sont semblables. Par exemple, SR Telecom a fourni des systèmes ruraux à environ 50 pays et ce matériel s'est mérité une réputation enviable par suite de son utilisation dans des conditions rigoureuses. Spar a fourni à la Chine des installations perfectionnées de stations terrestres à faible trafic. En fait, 22 stations sont déjà en place et on prévoit en installer 12 autres. Elles joueront un rôle important dans le prolongement du réseau chinois de croissance rapide dans les régions encore non desservies.

■ Le Canada participe activement aux travaux de l'Union internationale des télécommunications (UIT), qui joue le rôle de chef de file dans la coordination et l'aide au développement d'infrastructures de télécommunications modernes partout dans le monde. L'Agence canadienne de développement international (ACDI) a adopté les mêmes priorités que l'UIT en ce qui a trait au développement des ressources

humaines. Le Canada a renouvelé son engagement dans le réseau de formation en partage et appuie l'objectif de l'UIT qui vise à ce que l'humanité entière puisse avoir accès au téléphone au début des années 2000. Le Canada fut et reste encore un pionnier dans le développement des technologies nécessaires aux régions rurales et éloignées.

De plus, le Canada est membre des organismes suivants et participe à leurs travaux:

- la Banque mondiale,
- les banques africaine, asiatique et interaméricaine de développement,
- l'Organisation de télécommunications du Commonwealth,
- le Conseil des télécommunications du Pacifique,
- la Conférence de télécommunications inter-américaine,
- l'Agence de Coopération culturelle et technique, et d'autres organismes régionaux.



Étape 1

Aperçu de la planification des projets ruraux

Une bonne planification est essentielle, puisqu'elle permet de tenir compte efficacement des détails sans perdre de vue l'objectif général. Nous espérons que le présent guide aidera les ingénieurs et planificateurs de projets de télécommunications rurales en leur indiquant les principales étapes, ainsi que les questions et aspects les plus importants.

Dans la première étape, nous

- définirons l'envergure et le sujet du guide,
- identifierons les préalables importants,
- décrirons globalement les étapes d'un projet typique, et
- réviserons la nature générale de l'opération de planification.

1.1 Envergure

Ce livre a été conçu pour aider les ingénieurs et planificateurs en télécommunications dans leurs travaux de planification, de conception et d'implantation des projets de télécommunications en milieu rural.

Le manuel commence par l'étape de l'analyse des besoins, puis passe à la phase de préparation de la documentation. Bien que chaque étape s'inscrive dans le processus global, chacune constitue une section de référence utile.

Nous décrivons des méthodes pratiques, tout en insistant plus particulièrement sur celles dont l'utilité et la valeur sont reconnues. On identifie aussi les facteurs de planification importants et les principaux paramètres. Toutefois, les références spécialisées restent la source unique pour les explications détaillées sur des questions spécifiques comme, par exemple, la conception d'installations à câbles, la propagation des ondes radio, etc. Nous conseillons à nos lecteurs de consulter tout particulièrement les manuels préparés par les groupes de travail de l'Union internationale des télécommunications (UIT). L'Annexe B contient la liste des références pertinentes.

Ce guide traite de manière générale le réseau rural depuis l'abonné jusqu'au central local. La figure 1.1 montre cette approche et définit aussi la structure du réseau rural selon des règles qui correspondent à celles utilisées par le CCITT.

1.2 Aspect rural

En conformité avec l'usage à l'UIT, le terme «rural» désigne une région où se situe un groupe clairsemé d'utilisateurs potentiels des télécommunications et qui comporte au moins une des caractéristiques suivantes:

- faibles possibilités en alimentation électrique,
- faible niveau du savoir-faire technique local,
- topographie accidentée,
- faible activité économique, et
- climat difficile.

Une zone rurale typique est donc relativement éloignée des grands centraux de communication, tandis que la fourniture du service fait face aux obstacles physiques, à une population clairsemée ou à l'absence de justifications financières «directes».

Ces caractéristiques imposent le recours à des solutions techniques rentables du point de vue des coûts et qui tiennent compte de certains facteurs comme la consommation de puissance minimale, les sources d'alimentation appropriées, la polyvalence en vue de l'adaptation à l'évolution de la situation, la protection de l'environnement, la réduction des coûts au cours de la durée de vie utile, l'entretien et la formation.

1.3 Préalables

On suppose que les tâches de planification fondamentales suivantes ont été réalisées et sont relativement à jour avant de passer aux étapes décrites dans le présent guide:

- Les plans techniques et de développement ont été produits, y compris les plans de modernisation et ceux relatifs à la conversion du système analogique au système numérique.
- Les plans maîtres et de planification à long terme du réseau sont complets, y compris le choix des emplacements des centraux et la taille des trajets pour les réseaux interurbains et de raccordement.

Avant d'entreprendre la planification du projet rural, le lecteur doit se procurer ces documents de planification et les lire attentivement. S'ils ne sont pas prêts ou ne sont pas à jour, on doit les compléter avant de passer à l'étape suivante. Le manuel du CCITT «Planification générale du réseau» (Genève, 1983) décrit cette procédure.

1.4 Description générale du projet

Bien que ce guide soit divisé en plusieurs étapes, il couvre les trois phases générales suivantes:

- analyse des besoins: définition des besoins en communications rurales;
- étude de faisabilité: évaluation des options et choix de la meilleure méthode permettant de satisfaire aux besoins définis;
- plan technique détaillé: description détaillée du plan et préparation des énoncés de travail du projet et des devis de système pour les documents d'appels d'offres.

La figure 1.2 décrit les phases typiques et décrit le contenu du manuel.

1.5 Type de planification

En raison des coûts élevés d'implantation et d'exploitation d'un réseau de télécommunications et sa longue durée de vie, la planification est essentielle. Si le processus de planification est déficient, on risque d'exploiter incorrectement les ressources, de nuire à la qualité du service et de réduire le rendement économique en raison des pertes de revenus et des coûts supplémentaires.

Pour terminer cet aperçu, nous réviserons rapidement les caractéristiques et questions générales liées à la planification. Ces paramètres sont décrits en détail dans les autres sections.

Nature itérative. Toutes les étapes du processus de planification sont itératives. Chaque phase doit d'abord être abordée à un niveau élevé pour établir une perspective large et déterminer les solutions possibles et les coûts. On doit ensuite passer à une étude plus détaillée pour raffiner l'analyse et confirmer les résultats. Les décisions ultérieures devront être liées aux premières décisions afin d'assurer leur constance et leur validité.

Chaque itération doit nous rapprocher de la solution optimale et assurer l'adéquation entre l'envergure du projet et le budget disponible.

Multiplcité des solutions. Plusieurs réseaux ruraux comportent plus d'une solution optimale. Deux planificateurs peuvent produire des solutions différentes, mais aussi valides.

Complexité et interdépendance des variables. La planification d'un projet rural suppose la recherche d'une solution optimale à partir d'un grand nombre de variables et paramètres complexes et interdépendants. Le processus de planification doit être organisé de manière à obtenir la solution optimale à partir de tous ces éléments. La séquence d'étapes choisie est souvent importante pour minimiser le nombre d'étapes nécessaires.

Complexité des techniques. Les données nécessaires à la planification d'un réseau rural sont souvent incomplètes et incertaines; par exemple, les prévisions de trafic peuvent être inexactes ou non disponibles. Le degré de complexité des solutions proposées doit tenir compte de ce facteur. Si le niveau d'exactitude est faible, il est peu pertinent d'avoir recours à des méthodes très raffinées comme, par exemple, des algorithmes élaborés ou des programmes informatiques spécialisés. Dans ce cas, il est probable qu'une simple analyse manuelle suffira.

Planification à long terme. Le recours à des solutions à court terme peut nuire à la croissance économique à long terme et la ralentir. L'analyse économique à court terme favorise en général le système actuel. Par conséquent, toute planification doit être suffisamment axée sur le long terme pour que la nature de l'installation actuelle n'ait qu'un effet minimal sur le résultat de l'étude économique.

On doit établir des plans à long terme et les remettre à jour périodiquement. Cette condition est essentielle à leur utilisation efficace et à la préparation de plans à court terme, comme un plan de projet ou un plan de développement gouvernemental quinquennal.

Étape 2

Évaluation des avantages socio- économiques

Le développement rural est d'importance capitale pour les pays du Tiers-Monde puisque le potentiel économique se situe surtout dans les régions rurales, qui produisent une part substantielle du produit national brut et dans lesquelles habite 80 % de la population. Souvent, la plus grande partie des revenus en devises étrangères est attribuable à 2 ou 3 produits majeurs issus des régions rurales. Il est souhaitable qu'une bonne partie de ces revenus soit réinvestie dans les régions productrices.

2.1 Renseignements généraux

Malheureusement, les stratégies de développement à moyen et à long terme négligent souvent les régions rurales malgré leur importance, puisque les besoins urbains sont souvent exprimés avec plus de vigueur. Jusqu'à présent, les donateurs d'aide étrangère et les gouvernements nationaux avaient tendance à entreprendre des projets prestigieux dans les capitales plutôt que des projets dans les régions rurales, ce qui consoliderait les activités rurales agricoles ou d'un autre type. Cette pratique est une des causes du déclin des activités rurales et du besoin sans cesse croissant d'importer des produits agricoles et de recevoir de l'aide alimentaire.

Plusieurs obstacles s'opposent au développement du potentiel rural, en particulier le manque de ressources humaines, l'inadéquation des cadres de travail institutionnels, les problèmes liés aux conditions climatiques et géographiques, la croissance accélérée de la population, les conditions hygiéniques défavorables et l'inadéquation des services et de l'infrastructure.

Il est nécessaire d'accroître l'efficacité des secteurs de production, en particulier en agriculture. On doit mettre sur pied des programmes visant à créer l'infrastructure rurale appropriée pour la fourniture des services fondamentaux dans les secteurs des transports, de l'énergie, de l'eau et de l'hygiène. Nous réalisons de plus en plus que le développement rural est un facteur essentiel à une meilleure exploitation des ressources nationales. Aucune autre solution n'améliorera plus rapidement la performance économique ni ne touchera le plus grand nombre possible de gens.

On néglige souvent la nécessité d'un service de télécommunications dans le cadre d'une structure rurale équilibrée. Mais il est essentiel que les autres régions du globe reconnaissent l'importance des services de télécommunications pour les activités sociales et économiques, surtout avec l'entrée des pays développés dans l'ère des sociétés d'information.

Les frais de fourniture des services de télécommunications dans les régions rurales et éloignées sont plus élevés que dans les communautés urbaines densément peuplées. Les entreprises de télécommunications investissent peu dans les régions rurales en raison d'un rendement financier moindre. Elles sont même parfois obligées d'agir ainsi, puisque leurs règlements internes leur imposent de produire un profit minimal. Mais les projets ne devraient pas seulement être évalués sur la base des revenus directs, mais aussi en fonction de l'impact positif sur l'économie du pays, comme on l'a fait pour d'autres éléments de l'infrastructure.

2.2 Avantages socio-économiques

Le rôle des télécommunications dans le développement socio-économique a fait l'objet de nombreuses études. L'une d'entre elles, réalisée par l'Union internationale des télécommunications a identifié les avantages potentiels des télécommunications. Nous résumons ci-dessous les plus importants:

- Un service de télécommunications rurales fiable et d'un bon rendement économique peut accroître la productivité, l'emploi et les revenus en devises étrangères (dans les secteurs de l'exportation) par une utilisation plus efficace des ressources.
- Le personnel spécialisé et les autres ressources peu abondantes - par exemple le pétrole et les services de transport - peuvent être utilisés plus économiquement si un réseau de télécommunications de base est en place, grâce à la coordination des activités de prise de décision aux divers stades de la production, de la distribution et des échanges.
- On peut accroître le taux de transfert des informations et des transactions d'affaires, tout en exploitant plus efficacement la machinerie et les autres biens d'investissements.

■ Les télécommunications rurales peuvent aider à réduire les coûts dans tous les secteurs et, en particulier, améliorer la fourniture et la livraison des services publics dans les secteurs de la santé, de l'éducation et de l'agriculture.

Les avantages peuvent s'appliquer à un bon nombre de secteurs, y compris l'agriculture, l'industrie forestière, les pêcheries, les mines, la fabrication, l'infrastructure (par exemple le réseau électrique, la météorologie, l'aviation civile et les travaux publics), les institutions bancaires et financières, toutes les formes de transport, le commerce, le tourisme, l'administration, la santé et l'éducation.

Les avantages externes des télécommunications rurales sont donc substantiels. Bien qu'ils soient difficiles à quantifier, on ne doit pas négliger leur envergure. Après les avoir identifiés, on doit mettre sur pied les outils politiques appropriés pour encourager le développement des infrastructures de télécommunications dans les régions rurales. Les propositions de projets et analyses de faisabilité doivent contenir les remarques appropriées sur les avantages socio-économiques potentiels, tandis que les preneurs de décision doivent prévoir l'interfinancement et des conditions de financement favorables.

Étape 3

Aperçu de la phase d'analyse des besoins

La résolution efficace d'un problème nécessite au départ sa compréhension totale.

L'analyse des besoins consiste à définir un besoin prévu, dans notre cas la nécessité d'un service de télécommunications. La figure 3.1 montre les principales étapes à suivre. Les procédures et les facteurs à envisager pour la réalisation des tâches sont décrits dans les étapes 4 à 8 du présent guide.

Les résultats de l'analyse des besoins seront consignés dans un document appelé «Définition des exigences», qui doit déterminer les besoins ruraux d'après les facteurs suivants:

- les types d'abonnés et les services dont ils ont besoin;
- le nombre et l'emplacement des nouveaux abonnés;
- la quantité et le trajet du trafic;
- les objectifs en matière de qualité du service;
- les caractéristiques et besoins généraux.

La figure 3.2 montre une structure typique de définition des besoins. À mesure que nous avancerons dans la phase de l'analyse des besoins, nous recueillerons les renseignements nécessaires à ce document.

La «Définition des besoins» constituera un document de référence primaire pour la phase de planification suivante: l'étude de faisabilité.

Étape 4

Établissement des objectifs du projet et des zones de service

L'établissement des objectifs du projet ou la révision des objectifs déjà en place constituent le point de départ de l'analyse des besoins. À partir de ces objectifs, il est possible de déterminer les zones et emplacements de service. La présente section traite d'objectifs de projet types et présente une méthode de sélection des zones potentielles de service.

4.1 Objectifs du projet

L'étape de formulation des objectifs permet de cibler dès le départ le projet par la définition des facteurs suivants:

- les zones et types de zones à desservir;
- l'envergure du service (le nombre de nouvelles lignes, le niveau de la demande à satisfaire, la pénétration à réaliser, ou d'autres indicateurs);
- les types d'abonnés à desservir (abonnés résidentiels, d'affaires, téléphones publics, postes téléphoniques publics);
- le type de service à offrir (ligne individuelle, ligne partagée, transmission de données dans la bande vocale, transmission de données à vitesse moyenne, télex/gentex, télécopie, service mobile, etc.).

La figure 4.1 montre des facteurs typiques utilisés pour établir les objectifs du projet. On peut voir que les objectifs sont déterminés par l'étude de l'ensemble des politiques, des questions et des exigences de haut niveau pertinentes. Les politiques et plans de développement peuvent provenir de ministères du pays ou de l'Administration des télécommunications. Ces documents peuvent définir les besoins en télécommunications rurales du point de vue d'objectifs spécifiques ultérieurs ou établir des lignes directrices et priorités générales.

Les lignes directrices générales peuvent imposer des améliorations générales en matière de disponibilité du service, de la qualité du service et du rendement économique. Les objectifs de projet plus spécifiques peuvent s'apparenter à certains des énoncés typiques suivants:

- Desservir toutes les collectivités qui comptent plus de 10 000 habitants.
- Accroître la pénétration du téléphone dans le secteur rural de manière à obtenir un rapport de 1 téléphone par 1000 habitants.
- Fournir 1 poste téléphonique public (PTP) par groupe de 10 000 personnes dans le secteur rural.

- Mettre un téléphone à la disposition de tout habitant d'une région rurale dans un rayon de 10 km ou moins.

- Assurer seulement le service téléphonique courant et le télex.

En raison des importants investissements nécessaires pour les programmes de télécommunications rurales et de leur faible rendement financier, ces objectifs seront probablement justifiés par les avantages socio-économiques.

En général, les programmes ruraux initiaux sont conçus afin d'assurer les services fondamentaux seulement, de manière que les budgets puissent assurer le plus de services possible et à maximiser leur rentabilité.

Si les échelons administratifs appropriés (planification par les ministères ou par l'entreprise) ne formulent pas des objectifs clairs, il sera nécessaire de préciser ces objectifs et de les faire approuver par les échelons appropriés avant de passer à l'étape suivante.

4.2 Emplacements de service

Si les échelons administratifs supérieurs n'ont pas identifié les emplacements ruraux spécifiques devant recevoir des services nouveaux ou de plus grande envergure, il sera nécessaire d'identifier les régions potentielles de service.

Les paragraphes suivants décrivent une méthode générale pour la compilation d'un inventaire relativement détaillé des régions qui nécessitent des services de télécommunications. Cet inventaire peut être réparti en priorité et peut donc former la base d'un plan rural à long terme. L'inventaire peut être remis à jour périodiquement et servir au lancement de projets.

1. Développement d'un critère de sélection fondé sur les objectifs du programme rural.
2. Préparation de feuilles de travail qui décrivent les caractéristiques pertinentes au critère de sélection. La figure 4.2 montre une feuille de travail typique.

3. Compilation, à partir des feuilles de travail, d'une liste des communautés dans les régions rurales et préparation d'un inventaire de l'activité économique et des installations locales pertinentes.

4. Application d'une échelle de pondération pour la sélection des emplacements potentiels et, au besoin, assignation de priorités.

Le critère de sélection est déterminé par les objectifs du programme rural, qui peuvent dans certains cas lui imposer une forme stricte. La sélection se fonde souvent sur une série de facteurs qui sont répertoriés individuellement, puis combinés selon une pondération en fonction de leur importance respective (par exemple 60 % pour l'activité économique et 40 % pour la taille de la population). Le regroupement de la liste des emplacements par état, district ou division administrative peut aider à cette procédure.

Le budget réservé au projet ou les contraintes de temps peuvent imposer l'assignation de priorités, ce qui peut se faire pour assurer une plus grande répartition du service à des points très dispersés (par exemple dans l'ensemble du pays) ou pour fournir un service plus complet sur une base régionale.

L'implantation région par région assure habituellement un meilleur rendement des investissements; toutefois, il peut être nécessaire d'adopter une approche visant une large distribution pour satisfaire à la nécessité d'une couverture initiale étendue; par exemple, pour répondre aux exigences liées à la sécurité nationale et aux programmes administratifs et sociaux du gouvernement.

4.3 Sources d'information

On mentionne ci-dessous des références typiques; si on dispose de celles-ci, on peut les utiliser pour dresser une liste des emplacements potentiels:

- publications et études gouvernementales (cartes, tableaux, données provenant de tous les échelons et ministères du pays);
- plans de développement nationaux (portant sur les aspects économiques et sociaux, ainsi que sur une infrastructure spécifique comme les routes, les ressources en eau, le réseau électrique et le tourisme);
- les études démographiques;
- les études et prévisions économiques;
- les cartes topographiques, les cartes routières, les photographies aériennes;
- les études et plans préparés par les consultants et agences externes comme, par exemple, les organismes de coordination régionaux et l'UIT.

On peut recueillir ces renseignements dans les régions rurales en distribuant aux gouvernements locaux en cause des questionnaires soigneusement rédigés. Lorsque les sources fiables sont limitées, il est souvent justifié de dépenser l'argent nécessaire au déploiement d'une équipe d'enquête.

L'envergure de la recherche à réaliser dépend du degré de détermination des objectifs du projet. S'ils sont généraux, on doit obtenir plus de renseignements pour choisir les emplacements où les services doivent être implantés ou accrus.

Étape 5

Évaluation de la demande des abonnés

L'étape suivante de l'analyse des besoins est l'évaluation de la demande des abonnés dans les zones choisies. Dans la présente section, nous traitons de l'impact des investissements sur la demande, sur les taux de croissance et sur l'exactitude des résultats.

5.1 Demande et investissements

Lorsque les investissements sont suffisants, les lois du marché régissent le nombre d'abonnés desservis, de sorte que les coûts des services en regard du revenu personnel des abonnés restent le facteur déterminant.

Toutefois, dans les régions rurales la difficulté de réunir les investissements limite habituellement la satisfaction possible de la demande des abonnés. Dans ce cas, le montant des investissements et les objectifs du projet déterminent le nombre d'abonnés desservis.

Le nombre d'abonnés doit être compilé pour chaque emplacement (la figure 5.1 montre un exemple de feuille de travail) et être porté sur une carte. Il peut être commode lors de la préparation d'un tableau de ces données d'extraire les parties pertinentes de la feuille de travail produite au cours de la section précédente (étape 4, figure 4.2).

5.2 Prédiction de la croissance

Comme dans le cas de la demande initiale des abonnés, les taux de croissance dans le secteur rural dépendent souvent de la disponibilité des investissements.

Lorsque le montant des investissements suffit pour satisfaire à la demande, on doit évaluer les taux de croissance en fonction des facteurs suivants: le taux de croissance historique du réseau téléphonique, les tendances et prévisions de croissance économique, la croissance de la population et les mouvements de population dus, par exemple, à l'urbanisation ou à la décentralisation. Le manuel du CCITT « Planification générale des réseaux » (Genève, 1983) donne des détails permettant de guider l'utilisateur dans la prévision de ce type de croissance.

Toutefois, la croissance d'un réseau rural est souvent limitée par le montant des investissements, surtout dans les premiers stades du développement. Dans ce cas, les estimations de croissance doivent être fondées sur les prévisions et politiques gouvernementales.

Les estimations de croissance doivent couvrir une période suffisante pour que les décisions liées au réseau puissent s'appuyer sur une période d'étude économique valide. (Nous discutons de cette question plus loin dans le guide.) Les prévisions couvrent en général de 15 à 25 ans. La figure 5.2 montre les courbes de la croissance possible et la figure 5.3 un exemple de tableau des taux de croissance annuels.

Les taux de croissance annuels typiques peuvent se situer de 2 à 25 %, selon les conditions particulières à chaque réseau. Les taux de croissance les plus faibles indiquent en général que les investissements étaient plutôt limités. Par contre dans le cas d'un réseau bien développé, un faible taux de croissance peut résulter de la saturation du marché. Les taux de croissance les plus élevés indiquent en général que les investissements ont été assez substantiels et que la demande latente a été satisfaite.

Les prévisions de croissance doivent être appliquées aux valeurs initiales de la demande des abonnés. La figure 5.4 montre la feuille de travail précédente à laquelle on a ajouté ces données.

5.3 Exactitude

La prise de décisions se fonde sur les estimations de la demande des abonnés, du trafic et de la croissance. Puisque ces décisions auront éventuellement un impact sur la satisfaction du client, il est important d'obtenir des résultats exacts.

Pour améliorer l'exactitude et le niveau de confiance, on peut comparer les estimations à d'autres prévisions et résoudre les contradictions.

Une vérification courante consiste à comparer les tendances de prévisions locales aux tendances ou objectifs nationaux. On peut par exemple comparer:

- les niveaux prévus de pénétration locale du service téléphonique (par exemple le nombre de lignes par 100 personnes) par rapport aux tendances ou objectifs nationaux dans le secteur rural;
- les prévisions des mouvements et des tendances de la population locale par rapport aux tendances nationales;

- les prévisions de la croissance de l'activité économique locale par rapport à la croissance nationale prévue ou planifiée (en particulier dans le secteur rural).

Une autre vérification passe par la comparaison des estimations à court, à moyen et à long terme, en supposant qu'elles ont été réalisées indépendamment. Toute divergence doit être résolue et harmonisée pas lissage de chaque courbe d'estimation.

La comparaison des taux de croissance de pénétration prévus à ceux obtenus dans d'autres pays, en particulier les pays voisins ou les pays qui connaissent des conditions semblables, constitue un autre vérification valide.

Lorsque les estimations sont fondées sur des données d'entrée peu fiables, on doit évaluer le niveau d'exactitude des taux de croissance et du nombre d'abonnés. Le taux de croissance est souvent la source d'erreurs la plus fréquente puisque c'est le paramètre le plus difficile à évaluer et que l'effet des erreurs du taux de croissance peut rapidement devancer l'effet de toute autre erreur dans les données de départ.

Une manière commode d'évaluer l'exactitude globale consiste à estimer chacun des taux de croissance suivants:

- la croissance la plus probable (meilleure estimation);
- la croissance maximale probable; et
- la croissance minimale probable.

Les estimations à haute et faible probabilités pourront servir plus tard à l'étude de faisabilité lorsqu'on étudiera jusqu'à quel point les options de conception sont sensibles aux variations de la croissance du point de vue économique.

Étape 6

Prévion de l'intensité du trafic

Dans un réseau rural, le trafic doit être évalué de manière à pouvoir prévoir l'affectation des ressources appropriées pour tous les éléments liés au trafic. Dans la présente étape, nous traitons des méthodes d'estimation de l'intensité du trafic, de sa répartition dans le réseau et de sa croissance. Normalement, l'intensité du trafic est mesurée en erlangs (E) pendant l'heure chargée. Un erlang pendant l'heure chargée équivaut à un circuit totalement occupé pendant une heure. On appelle souvent «heure chargée» l'heure d'occupation moyenne pendant la saison chargée.

6.1 Estimations de trafic

Idéalement, les estimations du trafic doivent être fondées sur des statistiques de trafic pour des cas semblables. Si on ne dispose pas de données appropriées, on doit envisager un essai sur le terrain, en particulier si le projet de réseau rural prévoit l'implantation d'un gros réseau.

Si on ne peut obtenir de statistiques pertinentes, on doit se contenter d'estimations raisonnables. Une des méthodes utilisables passe par le développement de modèles de trafic représentant chaque type d'abonné. Le modèle estime le nombre d'appels (N) pendant l'heure chargée et leur durée moyenne (D) en minutes. Le trafic de l'heure chargée (HC) se calcule donc de la manière suivante:

$$\text{trafic HC} = (N \cdot D) / 60 \text{ erlangs}$$

Le modèle peut aussi estimer le trafic d'une journée normale (un jour ouvrable pour les clients d'affaires) et appliquer un certain pourcentage de ce trafic total à l'heure chargée. Typiquement, 8 à 12 % du trafic quotidien total se produit pendant l'heure chargée, tandis que 10 % constitue une bonne valeur empirique.

Lorsqu'on ne dispose que d'un nombre limité de postes téléphoniques, le niveau d'utilisation peut être relativement élevé. Dans un poste téléphonique public, dans lequel les clients doivent attendre, le niveau d'utilisation par ligne téléphonique peut s'approcher du maximum théorique de 1 erlang (occupation de 60 minutes pendant l'heure chargée).

Si le trafic est évalué à partir de modèles, il peut être utile de comparer les estimations à certaines valeurs typiques suggérées par d'autres sources, comme, par exemple, les autres Administrations, les consultants et les fournisseurs des systèmes. La figure 6.1 montre les plages typiques pour divers types d'utilisateurs. Ces valeurs de trafic ne sont présentées qu'aux fins de comparaison. Leur représentativité dépend des conditions propres à une situation spécifique.

6.2 Répartition

Pour évaluer le nombre de faisceaux de circuits et examiner l'impact du trafic rural sur le réseau interurbain, il est nécessaire d'estimer la répartition du trafic local par rapport au trafic interurbain (voir la figure 6.2).

Si le réseau rural est petit par rapport au réseau interurbain national, le trafic rural n'aura probablement que peu d'impact sur le réseau actuel.

L'intensité du trafic interne dépend de facteurs propres à chaque communauté comme, par exemple, les relations et coutumes sociales et familiales dominantes, et la présence de grandes institutions industrielles, commerciales, éducatives ou militaires.

En général, une part substantielle du trafic des réseaux ruraux est consacrée au trafic interurbain (supérieure à un réseau urbain comparable). Ce trafic est généralement dirigé vers le central commercial principal de cette région ou de la capitale. Ici aussi, en l'absence de statistiques, on peut utiliser un modèle pour déterminer la proportion du trafic interurbain. Pour un réseau rural typique, une valeur raisonnable serait 50 %.

6.3 Autres services

Si on doit assurer d'autres services que le service téléphonique de base, on doit tenir compte de la part de trafic due à ces services.

En général, le télex ajoute un autre circuit aux quantités de commande puisqu'il peut y avoir jusqu'à 24 circuits télex multiplexés dans une seule voie téléphonique.

Si on doit installer des liaisons de données ou des services spéciaux comme, par exemple, des émissions audio, des lignes privées et d'autres circuits non commutés, on doit prévoir des voies supplémentaires pour répondre à ces besoins pendant l'évaluation de la taille des groupes de circuits.

6.4 Prévisions

Puisque les prévisions de fourniture du matériel doivent tenir compte du facteur de croissance, on doit établir les estimations du trafic futur. Si on prévoit que le trafic par abonné restera constant, il suffit de multiplier les estimations de trafic (par type d'abonnés) par le nombre d'abonnés prévu. Mais si on prévoit que le trafic par abonné variera substantiellement dans l'avenir (ce qui pourrait être le cas, par exemple, par suite de l'introduction de l'accès des abonnés à l'interurbain ou d'une modification des tarifs), on doit prévoir cette variation du trafic par abonné et l'inclure dans la prévision.

On peut prévoir le trafic futur en prolongeant la feuille de travail existante. Voir la figure 6.3, qui montre une prévision dans laquelle on suppose que le trafic par abonné reste essentiellement identique.

Matrices de trafic

Le présent manuel ne traite pas de la préparation des matrices de trafic, pour les raisons suivantes:

- Les plans de développement du réseau national sont essentiels au niveau de planification décrit dans le présent guide; par conséquent, on aura préparé l'emplacement des centraux ainsi que la structure et les dimensions du réseau pour la jonction et les réseaux interurbains.
- Ce guide considère chaque réseau rural comme un réseau local dans le contexte de planification d'un plan de réseau national.
- Le réseau rural à développer prend en général une configuration simple en étoile ou arborescente en raison de la configuration du trafic et de la volonté de réduire le plus possible les coûts d'implantation.

Étape 7

Établissement des objectifs de qualité du service

En plus des types et de l'envergure du service nécessaire, on doit envisager et justifier par écrit la qualité du service dans le cadre de l'analyse des besoins. La figure 7.1 illustre les facteurs qui déterminent le niveau fondamental de qualité du service.

Pour garantir la réalisation des objectifs fondamentaux, on doit consulter les plans et politiques de base lors de l'établissement des objectifs liés à chacun de ces facteurs. Bien que les objectifs ruraux doivent correspondre aux objectifs urbains, on peut apporter certaines corrections si on adopte comme priorités la nécessité de réduire les coûts, la possibilité que les abonnés puissent tolérer plus facilement les dégradations du service et le fait que l'on prévoit ou projette des améliorations futures.

Les sous-sections qui suivent formulent certains objectifs typiques pour les systèmes d'accès des abonnés. Les objectifs des systèmes interurbains doivent être plus rigoureux, puisqu'un nombre plus important d'abonnés serait touché par un simple problème de système. Les objectifs liés aux réseaux interurbains font partie des politiques de l'Administration; ils sont décrits en détail dans les Avis et Rapports du CCITT et CCIR.

7.1 Qualité du service

La qualité du service est habituellement exprimée en termes de la probabilité qu'une demande d'appel sera bloquée ou non satisfaite en raison de la carence des ressources du réseau pendant l'heure chargée normale.

Si les appels bloqués par une carence de ressources sont éliminés du système (non gardés en attente), les objectifs typiques de qualité du service s'étendent de $P = 0,01$ à $P = 0,05$ (ce qui signifie que la probabilité qu'un appel soit bloqué s'étend, respectivement, de 1 à 5 %). Les probabilités supérieures sont souvent appliquées à des petits groupes de circuits et peuvent être pertinentes aux conditions rurales lorsque la capacité en voies est limitée.

On doit procéder avec circonspection lorsqu'on veut adopter des probabilités plus élevées à titre d'objectifs de conception. Les appels qui ne sont pas éventuellement acheminés représentent des pertes de revenus et entraînent l'insatisfaction des clients. Si la probabilité de blocage dépasse environ 10 % ($P = 0,10$), la congestion du réseau s'accroît rapidement avec la répétition des tentatives d'appels. Il se peut qu'une proportion importante des clients soit incapable d'acheminer ses appels.

Si les appels bloqués sont mis en garde jusqu'à ce que les ressources réseau nécessaires soient disponibles, la qualité du service est souvent exprimée sous forme d'un rapport entre la moyenne du temps d'attente et le temps de mise en garde moyen. On utilise typiquement un rapport de 1/10 (souvent exprimé en pourcentage, c'est-à-dire 10 %). Ce chiffre correspond à une durée d'attente moyenne de 12 à 18 secondes si la durée de mise en garde moyenne s'étend de 120 à 180 secondes.

Si les appels sont mis en garde, on peut aussi établir l'objectif de qualité du service sous forme de la probabilité que le retard dépassera un intervalle pré-établi. Par exemple, si la probabilité est de 1 %, les appels bloqués seront retardés de plus de 10 secondes. En d'autres termes, 99 % de tous les appels retardés seront acheminés en moins de 10 secondes.

On doit choisir avec soin l'objectif de qualité du service puisque cet objectif et les estimations de trafic régissent l'établissement de la taille du réseau et que cette opération nécessite des coûts substantiels. Si la confiance dans les estimations de trafic est faible, il est probablement préférable d'adopter un objectif prudent pour la qualité du service, car il donne une certaine marge de manoeuvre.

7.2 Disponibilité du matériel

La disponibilité du matériel est habituellement exprimée sous forme de la probabilité que le système ne sera pas dégradé par un problème ou une défaillance liée au matériel. La dégradation peut être une diminution de qualité du circuit ou une interruption du service. L'objectif lié à ce facteur doit être établi exactement en fonction de la définition choisie.

Par exemple, la disponibilité du matériel pour un système rural d'accès des abonnés peut être définie comme «la probabilité (avec un niveau de confiance de 90 %) que tout le matériel nécessaire à la liaison avec un abonné est en bon état de fonctionnement, en conformité avec les limites liées à l'entretien».

D'après cette définition, on peut choisir un objectif d'environ 99,9 %, ce qui équivaut à prévoir une moyenne des temps de bon fonctionnement extrémité à extrémité de 20 000 heures et à une moyenne des temps de réparation de 24 heures - un objectif raisonnable dans le contexte d'un système radio non protégé. On peut aussi établir d'autres définitions de la disponibilité, mais l'objectif devrait alors être modifié.

7.3 Fiabilité de la propagation

Dans le cas des systèmes de radiocommunications, les trajets doivent être établis en fonction d'un objectif précis de la fiabilité de propagation. Ces objectifs sont habituellement formulés sous forme de la probabilité qu'un certain taux de bruit ou d'erreurs sur les bits ne sera pas dépassé pendant une période d'un mois (c'est-à-dire le mois de pire propagation).

En général, on adopte deux objectifs: le premier correspond à la probabilité que la qualité d'un circuit tombe au-dessous d'un niveau acceptable pré-établi, tandis que le second correspond à la probabilité que la qualité d'un circuit diminue tellement que l'on considère la voie inutilisable et donc en panne.

Les objectifs liés au premier facteur (probabilité de la dégradation de la qualité au-dessous d'un niveau de qualité raisonnable du circuit) sont traités dans la prochaine sous-section («Bruit ou taux d'erreurs sur les bits»).

Les objectifs liés au second facteur (voie utilisable) peuvent être de l'ordre de 99,5 à 99,95 % pour un système d'accès des abonnés. La valeur choisie dépend du type de matériel, des trajets et des attentes des abonnés.

Si la qualité d'un circuit tombe plus bas qu'un des niveaux ci-dessous, on considère généralement ce circuit inutilisable (en panne):

- bruit de 10^6 pW0 pour les systèmes analogiques, et
- taux d'erreurs sur les bits de 10^{-3} ou 10^{-4} pour les systèmes numériques.

7.4 Bruit ou taux d'erreurs sur les bits

Puisqu'un réseau rural comporte en général plus de matériel de transmission entre le central et l'abonné qu'un réseau urbain, le bruit admissible dans un réseau rural peut être supérieur à celui dans un réseau urbain. Le manuel du CCITT «Télécommunications rurales» (Genève, 1979) suggère que la distribution de bruit de la figure 7.2 peut constituer une norme pratique.

Puisque les niveaux de bruit sont mesurés par rapport au point de test zéro (OTLP), le niveau de bruit du point de vue d'un abonné est réduit par le niveau d'atténuation dans la boucle de l'abonné. Par conséquent, l'abonné peut tolérer des niveaux de bruit plus élevés si l'atténuation sur sa ligne est plus élevée.

Le bruit suit une distribution statistique, ce qui est évident plus particulièrement lorsque la liaison comporte des postes radio analogiques. Par conséquent, on doit formuler les objectifs de bruit sous forme de probabilités. Normalement, ces valeurs sont exprimées comme une valeur de bruit à ne pas dépasser pendant un certain pourcentage du temps. On utilise souvent 20 % d'un mois, mais on utilise également souvent 50 % ou une valeur médiane puisqu'elle est commode dans les calculs de propagation.

Dans le cas des liaisons numériques, on doit envisager la notion du bruit selon une autre perspective puisque la relation entre le bruit et le niveau du signal reçu n'est pas linéaire, ce qui est le cas dans les installations analogiques. En présence d'un signal d'arrivée de niveau descendant (décroissant), le niveau de bruit d'une installation numérique est faible, bien qu'on entende un nombre croissant de «clics», jusqu'à ce qu'éventuellement le taux d'erreurs sur les bits atteigne une valeur critique peu élevée à laquelle le système cesse d'être en synchronisation et ne transmet plus (valeur typique: environ 10^{-3} ou 10^{-4}). On considère souvent qu'un taux d'erreurs sur les bits de 10^{-6} ou 10^{-8} correspond à une bonne qualité pour la voix; habituellement, les plans de transmission visent à dépasser ces valeurs plus de 99 % du temps chaque mois.

Puisque le bruit est une mesure plus directe des perceptions de l'abonné (par opposition au taux d'erreurs sur les bits), il est probablement souhaitable de formuler au moins un objectif de bruit à ce stade de la planification. Toutefois, puisque les liaisons numériques sont de plus en plus répandues dans les systèmes ruraux d'accès des abonnés, on doit aussi prévoir des objectifs de taux d'erreurs sur les bits.

7.5 Pertes admissibles

La perte admissible est la quantité d'atténuation permise entre le central et l'abonné. L'objectif pertinent doit être tiré des références correspondant aux plans de transmission fondamental (voir la figure 7.3).

La perte maximale admissible dans le réseau d'abonnés couvre typiquement une plage de 6 à 8 dB. Pour les longues boucles, il peut être difficile de satisfaire à l'objectif de pertes maximales. Par conséquent, on peut formuler un second objectif moins exigeant, adapté à chaque cas particulier. Cet objectif moins exigeant peut atteindre jusqu'à 10 à 12 dB, selon les autres facteurs liés au réseau national comme, par exemple, le nombre de commutateurs à 4 fils dans la structure.

7.6 Réponse en fréquence

La réponse en fréquence est une caractéristique importante du réseau. Toutefois, dans la boucle de l'abonné, on peut réduire les exigences de performance de réponse en fréquence par rapport aux normes très exigeantes des installations de transmission interurbaines.

Dans la boucle d'abonné, on doit suivre les règles de l'art liées à l'installation de câbles en fréquences vocales. Lorsqu'on utilise des systèmes peu coûteux multiplex d'abonnées ou à porteuses, on doit préciser la réponse en fréquence correspondant aux techniques les plus récentes pour ces classes de systèmes.

Étape 8

Compilation des exigences générales du projet

L'étape finale de l'évaluation des besoins en télécommunications rurales est l'examen des conditions générales qui influent sur le plan du système, parmi lesquelles on compte les conditions environnementales, l'infrastructure, les exigences de conception du système, les exigences opérationnelles et les exigences liées au matériel. La présente section décrit chacune de ces conditions.

8.1 Conditions environnementales

L'environnement influe sur de nombreux aspects de la conception du système et de la sélection du matériel. Par conséquent, on doit réaliser une évaluation détaillée de l'environnement. Typiquement, celle-ci doit couvrir les sujets suivants:

- les maximums, les minimums et les extrêmes mensuels de la température moyenne;
- la combinaison maximale d'humidité relative et de température;
- la vitesse du vent maximale (vent constant et bourrasques) et la direction dominante;
- la fréquence des orages (foudre);
- les taux de précipitation (pluie, grêle, neige);
- la poussière, les insectes, les champignons;
- les polluants et produits corrosifs dans l'atmosphère;
- les conditions d'ensoleillement (pour l'alimentation solaire); et
- l'activité sismique.

On doit recueillir si possible des données sur la répartition annuelle et géographique de ces conditions. Les valeurs maximales et minimales de conception doivent être celles que l'on rencontre en conditions normales puisqu'il est en général peu commode de concevoir un système en vue des conditions extrêmes, peu fréquentes.

8.2 Infrastructure

L'infrastructure actuelle et l'infrastructure à créer influent grandement sur le plan de conception du système, la sélection du matériel et les coûts du projet. On doit tenir compte plus particulièrement des facteurs suivants:

- l'infrastructure de télécommunications existante, y compris toutes les installations de transmission et tous les centraux pertinents;
- la disponibilité de l'alimentation électrique provenant de sources commerciales et sa qualité du point de vue des variations de tension et de fréquence, de la probabilité des pannes et de leur durée moyenne;
- l'accès physique aux emplacements pour les travaux de construction, d'installation et d'exploitation; et
- l'acquisition des terrains pour les édifices et les tours, ainsi que les droits d'accès pour les câbles, les lignes de transport et les routes d'accès.

8.3 Exigences de conception du système

La liste qui suit donne les éléments dont on doit tenir compte pour l'identification des exigences de conception d'un système:

- la répartition de la demande du point de vue de la taille des groupes d'abonnés (le nombre d'abonnés et le rayon du groupe), ainsi que la distance entre les groupes;
- la topographie et la géographie, y compris le type et la conductivité du sol, afin de déterminer l'adéquation des systèmes à câbles ou de radiocommunications;
- la disponibilité des fréquences radio en canaux individuels ou en plages, ainsi que les organismes responsables de leur coordination et de leur assignation; et
- les politiques et les plans, y compris les plans techniques fondamentaux, les plans de développement fondamentaux, les plans de modernisation, les plans de conversion analogique-numérique, les plans maîtres, etc.

18.4 Exigences opérationnelles

Les exigences opérationnelles correspondent aux préoccupations de l'administration et à ses politiques. Elles influent sur l'exploitation et l'entretien du réseau. On ne doit pas sous-estimer l'importance des facteurs d'exploitation suivants:

- la structure organisationnelle fondamentale de l'administration des télécommunications;
- la compétence du personnel actuel, la disponibilité des installations de formation et des autres types de formation, le potentiel de recrutement du personnel; et
- les politiques d'implantation et d'entretien, y compris l'emplacement des centres d'entretien, les méthodes de rapport des alarmes et des dérangements, la politique sur l'entretien et l'installation d'entretien, la politique sur les niveaux des pièces de rechange en stock, le matériel de test et la politique d'étalonnage, etc.

18.5 Exigences matérielles

Les éléments matériels suivants peuvent être importants, selon les conditions particulières de chaque réseau:

- la conception en fonction des normes matérielles générales du CCITT/CCIR et de l'Administration ou en vertu de la compatibilité avec le matériel déjà normalisé;
- la conception en vue de l'exploitation sans surveillance (haute fiabilité, modes de défaillance avec sécurité intégrée et protection contre le vandalisme), et
- la conception dans un format modulaire propre à faciliter le transport, l'installation, l'expansion et l'entretien du matériel.

Étape 9

Aperçu de la phase d'étude de faisabilité

Après la fin de la phase d'analyse des besoins (étapes 4 à 8) et l'assemblage des documents décrits dans la définition des exigences (étape 3), la phase suivante consiste en une étude de faisabilité. Cette section donne un aperçu des tâches de l'étude de faisabilité décrite dans les étapes 10 à 14 et définit les intervalles de temps pertinents.

9.1 Généralités

L'étude de faisabilité vise à trouver des méthodes appropriées du point de vue technique et économique pour satisfaire aux besoins décrits dans la définition des exigences.

L'étude de faisabilité est essentielle au succès du projet global puisque les gestionnaires utiliseront ses résultats pour décider de la pertinence des actions subséquentes et de leur nature. La figure 9.1 montre les principales tâches de l'étude de faisabilité; les plus importantes sont expliquées dans les étapes 10 à 14.

Un étude de faisabilité repose essentiellement sur une définition exacte des exigences, avec une évaluation complète des installations existantes (d'après la phase d'analyse des besoins), un examen complet du matériel et des systèmes disponibles et une réflexion approfondie sur la possibilité d'inexactitudes dans les données d'entrée et de leurs effets sur les résultats de l'étude.

Le temps est au centre de l'étude de faisabilité; la quantité de matériel à installer au départ pour satisfaire aux besoins de croissance, le nombre d'années de croissance prévue pour le matériel avant qu'il atteigne sa capacité nominale et l'intervalle sur lequel l'évaluation économique doit porter. La figure 9.2 répartit ces notions en fonction du temps, tandis que les sous-sections suivantes les décrivent plus en détail.

9.2 Période d'étude

L'intervalle pendant lequel se déroulera l'étude de faisabilité est appelé en général la période d'étude. L'étude économique portera sur les coûts du cycle de vie pendant cette période. Habituellement, cette période n'est pas plus courte que la durée de vie nominale du matériel en question. Elle doit en fait être suffisamment longue pour que la valeur des installations

actuelles soit alors négligeable, ce qui garantit que l'analyse économique ne favorisera pas injustement les installations existantes.

9.3 Durée de vie nominale du matériel

Habituellement, le matériel est choisi en fonction de la croissance possible pendant sa durée de vie utile nominale (la figure 12.1 dans l'étape 12 présente les durées de vie utiles typiques de divers éléments d'une installation).

Toutefois, il peut être avantageux pour le développement de certains réseaux ruraux de permettre une croissance qui dépasse la capacité maximale du système avant la fin de sa durée de vie utile. Parmi ces situations typiques, on compte:

- la croissance est incertaine (par exemple en raison de données de prévision insuffisantes ou peu fiables); ou
- la demande s'accroît subitement (par exemple après la découverte d'une nappe de pétrole).

Dans ces situations, on doit assurer le service avec du matériel qui peut être facilement mis hors service, transporté, puis installé à de nouveaux emplacements.

9.4 Période d'approvisionnement

Si la demande des abonnés vient à croître (ce qui génère une augmentation du trafic), il est nécessaire d'agrandir plus ou moins régulièrement les installations et de les remplacer éventuellement. Le matériel initial et chaque expansion suffiront à compenser la croissance pendant une certaine période. Bien sûr, la période d'approvisionnement préférable est celle pour laquelle les coûts globaux sont les plus faibles.

Logiquement, les petites expansions correspondent aux périodes de fourniture les plus courtes et aux coûts les plus faibles pour chaque expansion; toutefois, si on les répartit sur une période plus longue, les coûts d'immobilisation nécessaires à chaque expansion favorisent les périodes d'approvisionnement plus longues.

La période d'approvisionnement optimale varie selon le type d'installation et le taux de croissance prévu. En général, on préfère les périodes d'approvisionnement plus longues lorsque les coûts en matériel de l'expansion des installations sont peu élevés mais que les coûts en main-d'oeuvre sont importants et que le taux d'intérêt sur le capital est faible.

Étape 10

Évaluation du matériel et des systèmes disponibles

La première étape majeure de l'étude de faisabilité consiste à étudier les solutions techniques qui s'offrent au concepteur du système. Il est commode de les regrouper selon les catégories suivantes (voir la figure 10.1):

- matériel de l'abonné;
- systèmes d'accès des abonnés;
- systèmes à points de service local et de collecte;
- systèmes de transfert et de transmission interurbaine; et
- systèmes d'alimentation éloignés (s'il y a lieu).

La présente section décrit brièvement les divers types de matériel et suggère certains facteurs à envisager lors de l'évaluation.

10.1 Types de matériel

Chaque catégorie comporte de nombreux types de matériel convenant aux applications rurales. La liste ci-dessous donne quelques-uns des types les plus courants:

Matériel de l'abonné

- postes téléphoniques standard et muraux,
- postes téléphoniques à encaissement,
- postes téléphoniques à compteur,
- postes téléphoniques à ligne partagée;

Accès de l'abonné

- lignes en fils nus,
- câbles aériens et enfouis,
- radio HF,
- radiocommunications à canal unique VHF et UHF,
- radiocommunications par accès multiple à répartition en fréquence,
- radiocommunications par accès multiple à répartition dans le temps, et
- communications par satellite;

Point de service local et de collecte

- centraux ruraux,
- centraux de communications par satellite,
- unités de commutation éloignées,
- unités de ligne éloignées, et
- multiplex d'abonnés;

Interurbain et transfert

- porteuse en fil nu,
- câble MIC (modulation par impulsions et codage),
- radiocommunications analogiques à faible trafic,
- radiocommunications numériques à faible trafic, et
- satellite;

Systèmes d'alimentation éloignés

- cellules solaires photovoltaïques,
- éoliennes,
- pile thermo-électrique,
- groupe électrogène à moteur diesel, et
- systèmes hybrides.

Le manuel du CCITT sur les télécommunications rurales et son supplément contiennent la liste et les descriptions complètes des systèmes destinés aux réseaux ruraux.

On doit réunir les renseignements pertinents sur les systèmes appropriés, y compris en ce qui a trait aux coûts de l'installation et du matériel. Communiquez avec les fournisseurs pour obtenir ces renseignements.

10.2 Facteurs d'évaluation

L'adéquation du matériel et des systèmes doit être déterminée d'après les critères des besoins exprimés et de la disponibilité réelle pour chacun des facteurs suivants:

- capacité: minimums, maximums et incréments d'expansion en lignes ou en voies;
- portée: distances minimales et maximales typiques ainsi que les facteurs qui influent sur la portée, comme le terrain et le recours à des répéteurs;
- spectre: la bande de fréquences et le rendement spectral du matériel, compte tenu du spectre disponible;
- compatibilité: la compatibilité technique avec les installations existantes du réseau; en conformité des normes établies par l'Administration, ainsi que par le CCITT et le CCIR; et en conformité des plans de modernisation du réseau et de conversion analogique-numérique;
- plan général: adéquation aux conditions locales comme l'environnement, l'alimentation et les compétences techniques disponibles; et
- disponibilité commerciale: matériel déjà fabriqué, éprouvé sur le terrain et vendu par plusieurs sources de manière à permettre une certaine concurrence entre les fournisseurs.

Lors de la compilation de l'inventaire des solutions techniques disponibles, on doit établir les caractéristiques de chaque produit en rapport avec ces facteurs. La figure 10.2 montre des exemples de feuilles de travail pour certains produits typiques.

Étape 11

Développement et optimisation d'options de conception

L'étude de faisabilité est le processus logique par lequel on développe des options de rechange pratiques, on les évalue du point de vue technique et économique, puis on choisit l'option la plus avantageuse aux fins de son implantation. Dans la présente étape, nous proposons des méthodes pour le développement et l'optimisation des options de rechange (voir la figure 11.1).

Notre méthode est un processus interactif qui nécessite un bon jugement ainsi que de bonnes connaissances des besoins, des installations existantes et des solutions techniques disponibles. Cette méthode passe fondamentalement par l'identification des systèmes adaptés aux éléments suivants du réseau:

- le moyen d'accès de l'abonné;
- le matériel ponctuel du service local et de collecte; et
- le matériel interurbain et de transfert.

On choisit un système intéressant pour chaque élément consécutivement, puis on applique un processus d'optimisation pour garantir que l'on trouve la configuration dont les coûts du cycle de vie sont les plus faibles pendant la période d'étude. La sous-section qui suit explique brièvement ce processus d'optimisation.

S'il s'agit d'un projet d'envergure, c'est-à-dire qu'il comporte plusieurs réseaux locaux, l'étude de faisabilité doit utiliser le modèle d'un réseau rural local ou, si la variabilité des conditions le justifie, une série de modèles. Les modèles doivent être élaborés avec soin pour garantir que l'on choisit les options de conception appropriées, car elles serviront aux extrapolations des coûts et celles-ci doivent être exactes.

Le recours aux ordinateurs

Les programmes informatiques d'analyse des réseaux peuvent aider à optimiser le réseau, à condition que le programme puisse s'adapter aux caractéristiques d'un réseau rural. Toutefois, on doit interpréter les résultats avec prudence si les données d'entrée sont fondées sur des estimations d'exactitude inconnue ou comportant une marge d'erreur importante.

Les ordinateurs peuvent aussi accélérer les calculs répétitifs et minimiser les erreurs de calcul. On recommande l'utilisation d'un bon tableur informatique tournant sur micro-ordinateur.

11.1 Le processus d'optimisation

Le processus d'optimisation vise à identifier la configuration offrant les plus faibles coûts du cycle de vie pendant la période d'étude. Les étapes suivantes donnent un aperçu de la procédure.

1. Description du plan à l'essai du point de vue des types de matériel, des quantités, de la capacité et des emplacements.
2. Estimation des coûts d'implantation, y compris les terrains, les droits de passage, l'alimentation, la construction, l'achat du matériel, l'installation et la mise en service.
3. Estimation des coûts et du calendrier d'expansion, en fonction des prévisions de croissance.
4. Estimation des coûts de remplacement et de la valeur résiduelle, s'il y a lieu.
5. Si la modification de la configuration fait varier certains frais récurrents, comme l'entretien ou la consommation en alimentation commerciale, on doit alors évaluer ces coûts. Note: tous les coûts et revenus communs à chaque configuration doivent être omis des calculs d'optimisation puisqu'ils n'influent pas sur l'ordre relatif lorsqu'on fait les comparaisons.
6. Préparation d'un budget annuel, calcul de la valeur actuelle du total annuel et addition de ces frais sur la période d'étude pour établir la valeur accumulée totale.
7. Examen de la configuration et décision quant à l'existence de modifications à apporter aux types de matériel, aux quantités, à la capacité ou aux emplacements qui pourraient permettre de réduire les coûts. S'il existe de telles modifications, les apporter et reprendre à l'étape 2. Mais si on semble avoir établi un minimum, choisir la solution la moins coûteuse.

Les configurations du système d'accès des abonnés, du matériel ponctuel de service local et de collecte, et du système de transfert et d'interurbain doivent être optimisées séparément pour réduire le plus possible le nombre de variables à manipuler pendant les calculs.

Il s'agit d'un processus interactif d'essais et d'erreurs. On peut réduire le travail en préparant soigneusement les équations de coûts pour les diverses solutions en matériel (voir la figure 11.2) et par le recours à un ordinateur (voir les renseignements dans l'encadré plus haut). Le temps consacré à la recherche d'une solution optimale sera presque inévitablement rentabilisé plusieurs fois par les économies résultant de l'option optimale.

11:2 Accès des abonnés

La répartition des abonnés dans la zone de desserte est le principal facteur du processus de sélection d'un système d'accès des abonnés. La répartition des abonnés couvre les éléments suivants:

- le nombre total d'abonnés dans la zone à desservir;
- les dimensions physiques de la zone de desserte;
- le nombre de groupes d'abonnés;
- la demande des abonnés (nombre de lignes téléphoniques nécessaires) dans chaque groupe;
- les dimensions physiques (rayon) des groupes;
- les distances entre les groupes; et
- toutes les caractéristiques de répartition importantes.

La figure 11.3 montre quelques formes possibles de répartition.

L'examen de la répartition des abonnés vous permet de choisir un système d'accès des abonnés potentiel et de prévoir une configuration éventuellement avantageuse. Si le parc d'abonnés total dans la zone de desserte est important (par exemple supérieur à 200), on doit envisager l'utilisation de tous les gros groupes (contenant par exemple plus de 50 abonnés) à titre de points de cueillette ou de centraux ruraux.

L'organigramme de la figure 11.4 décrit un processus de prise de décision typique. Chaque plan de système doit être testé en regard des exigences clés, parmi lesquelles on compte:

- la croissance future (capacité nécessaire dans 5 à 10 ans);
- l'affaiblissement dans la boucle de l'utilisateur et les limites de signalisation;
- l'adéquation du spectre disponible (pour les systèmes radio);
- la capacité de traitement du trafic (pour les systèmes avec concentration); et
- la consommation de puissance.

Comme nous l'avons décrit dans la sous-section précédente, il est possible que l'on doive avoir recours à quelques étapes supplémentaires pour optimiser la configuration du système d'accès des abonnés.

11:3 Centraux et points de cueillette

Si l'optimisation du réseau d'abonnés indique que l'on doit envisager l'utilisation des gros groupes d'abonnés à titre de points de cueillette ou de matériel de central, la prochaine étape consiste à choisir le matériel destiné à ces emplacements. Idéalement, ces emplacements doivent être à proximité des installations de transmission existantes, tandis que le terrain disponible doit permettre la mise en place d'un édifice, d'un conteneur ou d'une armoire.

Les systèmes multiplex d'abonnés, les unités à lignes éloignées, les unités de commutation éloignées et les centraux de satellite peuvent être utilisés aux points de cueillette. La distinction entre ces divers systèmes est quelque peu arbitraire. Les systèmes multiplex numériques de pointe peuvent assurer avec souplesse les fonctions de concentration, de commutation autonome, et d'interfaçage numérique direct aux centraux maîtres appropriés, ainsi que l'interfaçage de ligne analogique standard avec tout central. Le recours à cette classe de matériel peut réduire les inventaires en matériel de divers types tout en assurant la polyvalence maximale.

Il peut être préférable d'avoir recours à un central rural, plutôt qu'à des unités éloignées ou à un système multiplex d'abonnés, si les conditions suivantes se présentent:

- la demande des abonnés est forte ou le taux de croissance est élevé;
- la collectivité est très intéressée par le service, auquel cas le taux d'appels locaux sera substantiel; et
- le trajet de transmission jusqu'au central maître le plus proche est long ou peu commode.

Lorsqu'un central maître existant est de type analogique, il peut être avantageux du point de vue des coûts d'arrêter sa croissance et d'installer un central numérique adjacent. Le central numérique peut jouer le rôle de central maître pour les unités éloignées et éventuellement remplacer le central analogique. Le choix final d'un système sera probablement lié aux coûts pendant la période d'étude et aux questions découlant des politiques éventuelles de conversion analogique-numérique.

11.4 Équipement de liaison et transfert

Un réseau rural présente en général les caractéristiques suivantes:

- les densités d'abonnés et de trafic sont trop faibles pour justifier le recours à un trajet alternatif ou à trafic élevé;
- les coûts des installations de transmission sont relativement élevés par rapport à ceux du matériel de commutation; et
- le plus gros du trafic se situe en général entre les grands et les petits centres plutôt qu'entre des petits centres.

Dans ces conditions, l'acheminement du trafic est en général optimisé par le recours à une configuration en étoile ou en arborescence de longueur minimale (voir la figure 11.5). Après avoir établi les dimensions de chaque liaison d'après les niveaux du trafic, il est possible de choisir un milieu de transmission et un trajet physique.

Comme nous l'avons dit plus haut, on doit effectuer quelques itérations pour rechercher la configuration optimale pendant la période d'étude.

11.5 Options finales

Le système d'accès des abonnés, le matériel de central et de point de cueillette, ainsi que les systèmes interurbains et de transfert doivent être optimisés indépendamment de manière que le nombre total de variables à manipuler en tout temps reste raisonnable. Cette procédure conduit en général à une solution optimale globale. Toutefois, il est à conseiller à ce stade de déterminer si certains compromis par rapport à ces conditions optimales permettraient d'obtenir un avantage net.

Logiquement, le processus d'optimisation doit éliminer les solutions de conception de réseau difficilement réalisables et améliorer les solutions réalisables. Il est toutefois probable qu'à ce stade on aura obtenu plus d'une solution réalisable. Puisque les problèmes techniques trouvent rarement une seule solution, on doit retenir deux options ou plus et en faire une analyse financière et technique plus détaillée.

Par exemple, les options par satellite et terrestres doivent être étudiées et comparées plus en détail; on peut aussi, par exemple, comparer un système de radiocommunications cellulaire aux systèmes radio avec services mobile et fixe distincts. Souvent, les solutions alternatives doivent être examinées avec soin pour déterminer, par exemple, si les coûts d'investissement de l'une sont faibles tandis que les coûts périodiques sont élevés, alors que l'autre offre les caractéristiques opposées, c'est-à-dire des coûts d'investissement élevés mais des coûts périodiques annuels faibles.

Les deux prochaines étapes du présent guide décrivent comment réaliser une analyse financière et technique des diverses options.

Étape 12

Évaluation du rende- ment financier

Cette étude permet d'évaluer l'impact financier sur l'Administration des diverses options de conception finales retenues pendant l'étape précédente.

Dans cette section, nous ne parlerons que du rendement financier direct. Si le rendement financier est faible, il peut être nécessaire d'identifier les avantages sociaux et économiques indirects pour justifier la solution choisie (voir l'étape 2).

Afin de simplifier le processus, on utilise la méthode du flux monétaire actualisé, et on applique un calcul de valeur actuelle (PW) au flux de caisse annuel du projet pendant la période de l'étude. On recommande le recours à cette méthode, sauf si l'Administration ou les organismes subventionnaires exigent un autre méthode. Cette méthode est décrite en détail dans n'importe quel bon texte sur l'analyse des coûts techniques.

12.1 Évaluation financière

Pour déterminer l'impact financier sur l'Administration, on doit répondre à certaines questions similaires aux suivantes:

- Quel est le montant du capital d'investissement nécessaire à l'implantation initiale du projet?
- Quel est le montant du capital d'investissement qui sera nécessaire à l'avenir?
- Quels sont les coûts estimés d'exploitation et de maintenance?
- Quels revenus le projet générera-t-il?
- Devra-t-on verser des subventions pour compenser l'insuffisance des revenus (et, le cas échéant, quel en sera le montant)? (Il peut être nécessaire d'identifier des avantages socio-économiques pour quantifier ou justifier les subventions — voir l'étape 2).
- Le projet est-il financièrement réalisable?

Les options comparées doivent assurer un même niveau de service et se terminer à la fin de la période d'étude, avec une certaine valeur résiduelle. On doit tenir compte de tous les coûts et revenus.

Coûts d'investissement. Les coûts initiaux et d'expansion comprennent ceux nécessaires à tous les différents types de matériel de commutation et de transmission, les pièces de rechange, le matériel d'essai, le transport, les travaux de génie civil, les immeubles, les terrains, les droits de passage, l'installation, les travaux techniques, la formation et la gestion du projet.

Coûts d'exploitation. On compte parmi ceux-ci la consommation d'alimentation, le personnel d'entretien, les réparations en usine, les coûts d'exploitation des véhicules, les pièces consommables, l'entretien et l'étalonnage du matériel d'essai, les loyers, etc.

Valeur résiduelle. Utiliser un amortissement linéaire, sauf si l'Administration a adopté une politique différente, et déduire les coûts de récupération ou d'enlèvement s'il y a lieu. Consulter la figure 12.1 pour déterminer les durées de vie utile moyennes typiques.

Revenus. Les revenus comprennent les frais de service ponctuels, les frais de services mensuels, les frais d'interurbain estimés, les subventions (au besoin), etc.

On doit établir un flux de caisse détaillé pour chaque option envisagée. Les figures 12.2 et 12.3 montrent la feuille de développement d'un flux de caisse typique et le diagramme à barres correspondant. Si la valeur actuelle accumulée de l'encaisse à la fin de la période d'étude est positive, le projet est donc réalisable (au taux d'actualisation ou d'intérêt choisi). Toutefois, si la valeur accumulée est négative, il faut alors verser des subventions. Les subventions nécessaires peuvent être justifiées par les avantages socio-économiques décrits dans l'étape 2 du présent guide.

12.2 Prix fictif

Pour évaluer la valeur d'une pièce importée par rapport aux frais liés au taux de change imposé par la banque centrale, le gouvernement multiplie parfois le prix local de la pièce (en devises locales) par un facteur quelconque, qu'on appelle parfois le prix fictif.

Si le prix fictif est pertinent, on peut avoir à l'utiliser dans l'évaluation économique pour ajuster le coût en devises étrangères, ce qui pourrait modifier les conclusions de l'analyse et favoriser les options dont le contenu local est le plus important.

12.3 Sensibilité

L'analyse économique est entièrement fondée sur diverses séries d'hypothèses, y compris les suivantes:

- le taux d'actualisation;
- la durée de vie moyenne;
- la période d'étude;
- les coûts d'investissement;
- les coûts d'exploitation;
- les revenus estimés;
- les valeurs résiduelles; et
- la demande et les prévisions du trafic.

Il est important de savoir pour chacune des options si l'analyse est particulièrement sensible aux erreurs dans l'une des principales hypothèses. Pour évaluer cette sensibilité, faire varier indépendamment chaque paramètre de, par exemple, 1 % puis examiner le pourcentage de variation correspondante du résultat pour chaque option. Les valeurs obtenues sont appelées «coefficients de sensibilité».

Si on a établi des marges d'erreur pour certains éléments, la sensibilité peut être vérifiée par l'examen de l'effet des erreurs extrêmes sur les résultats de chaque option. Spécifiquement, l'ordre de priorité des options change-t-il? Si tel est le cas, réexaminer la probabilité de ce niveau d'erreur. Si on ne peut améliorer l'exactitude, on doit envisager sérieusement l'option la plus souple (la souplesse est traitée dans la prochaine étape du présent guide).

12.4 Plans de financement

Le plan de financement est un élément nécessaire à l'étude de faisabilité et à la constitution de l'étude de faisabilité en général (voir la figure 9.1). Normalement, le financement du projet se fera partiellement en fonds étrangers et partiellement en fonds locaux.

Les fonds étrangers peuvent provenir des agences d'aide étrangère, des banques de développement et parfois du crédit accordé par le fournisseur (financement par l'entrepreneur).

Au Canada, la Société pour l'expansion des exportations (SEE) prête l'argent pour le financement des produits et des services canadiens destinés aux projets internationaux. L'Agence canadienne de développement international (ACDI) fournit aussi des fonds pour les projets internationaux, habituellement sous forme de subventions. L'ACDI accorde des contributions financières non liées aux organismes de l'ONU et aux institutions financières internationales pour le développement. On peut se procurer les renseignements pertinents dans tout Haut-commissariat ou Ambassade du Canada.

Il existe plusieurs banques de développement dont le mandat est d'envergure nationale ou mondiale. Généralement, une banque de développement exige la réalisation de certaines évaluations et la cueillette de certaines informations pendant l'étude de faisabilité. La banque peut aussi utiliser l'étude de faisabilité pour aider à l'évaluation du projet, en évaluer l'admissibilité et déterminer son intérêt au projet.

La banque peut aussi imposer certaines conditions au projet, parmi lesquelles l'engagement de consultants, des exigences de formation et le recours à des appels d'offres concurrentiels, facteurs qui peuvent tous influencer sur les travaux de planification et d'implantation du projet.

Étape 13

Évaluation des aspects techniques

En plus de réaliser une évaluation financière, vous devez aussi évaluer certains aspects techniques intangibles, qui ne peuvent être ramenés facilement à des valeurs monétaires, comme, par exemple:

- le risque lié à l'implantation;
- la souplesse;
- les facteurs opérationnels; et
- la fiabilité.

L'évaluation de chaque option en fonction de chacun de ces facteurs permet d'identifier les options à valeur ajoutée et permet de garantir que chaque option retenue corresponde aux exigences.

13.1 Risque lié à l'implantation

Le risque lié à l'implantation peut être étudié en posant certaines questions comme, par exemple:

- Est-ce que l'ensemble du matériel a été éprouvé sur le terrain ou une partie est-elle en cours de développement ou encore à développer? Dispose-t-on d'une liste d'utilisateurs et de Dispose-t-on d'une liste d'utilisateurs desquelles on pourra vérifier la performance sur le terrain?
- L'option retenue dépend-elle de la réalisation en temps opportun d'autres projets?
- L'implantation dépend-elle de la disponibilité de matériel spécial, du transport, de la main-d'oeuvre ou de conditions météorologiques favorables?
- Quel est le niveau de complexité des procédures d'installation et d'alignement sur le terrain?

13.2 Souplesse

La souplesse est la facilité technique et économique avec laquelle une solution peut s'adapter aux variations des conditions ou des exigences ou être modifiée en fonction de ces changements.

Il est nécessaire d'adopter des systèmes souples en raison des incertitudes qui entachent les prévisions de la demande, des besoins en services, des changements technologiques, etc. Plus la durée de vie est longue, plus les prévisions sont incertaines et, par conséquent, plus la solution retenue doit être souple.

Lors de l'analyse de la souplesse, vous devez poser des questions telles que:

- Quels sont les incréments de croissance minimaux et quel sera leur coût d'achat et d'installation?
- Quelle est la capacité maximale avant que le remplacement soit nécessaire?
- Le produit choisi peut-il être amélioré de manière à lui ajouter de nouvelles fonctions et caractéristiques, comme le RNIS?
- Le fournisseur assurera-t-il le soutien par évolutivité amont?
- Quels seront les coûts en matériel et en main-d'oeuvre des travaux de reconfiguration ou de modification des circuits?
- Le système peut-il facilement être mis hors service et relocalisé ou utilisé pour l'expansion d'installations à d'autres emplacements?

13.3 Compatibilité

On peut étudier la compatibilité en posant les questions suivantes:

- Le matériel est-il compatible avec les installations actuelles pour l'interconnexion des réseaux (signalisation, numérotation, facturation, etc.)?
- Le matériel est-il conforme aux recommandations du CCITT et du CCIR de manière à assurer la compatibilité avec les développements à venir?
- Le matériel est-il conforme aux normes techniques de l'Administration ainsi qu'aux normes nationales et aux codes de sécurité?
- Le matériel est-il conforme aux politiques et contraintes découlant de la réglementation?

13.4 Facteurs opérationnels

On compte parmi les facteurs opérationnels la formation, l'entretien, les opérations et les pièces de rechange.

Le recours à de nouvelles technologies signifie l'adoption, à des degrés divers, de nouvelles exigences en formation et peut-être l'emploi de personnel d'entretien et de réparation détenant de nouvelles compétences. Quoi qu'il en soit, on doit envisager la croissance du personnel et l'étude de faisabilité doit couvrir spécifiquement ces exigences.

L'éventail et la quantité totale des pièces de rechange en stock augmentent si on accroît la variété et les versions du matériel dans le réseau.

En général, les facteurs opérationnels encouragent la maximisation de la normalisation. Toutefois, les facteurs favorisant la normalisation ne doivent pas nuire à l'évolution à long terme et au bon rendement économique du réseau entier.

13.5 Fiabilité

La fiabilité est une question complexe. On compte parmi les questions à poser:

- Les défaillances sont-elles progressives ou instantanées (dégradation de la performance ou panne totale)?
- Quelles sont les durées et fréquences probables des défaillances? Existe-t-il des solutions de diversité ou de protection?
- Quelle est la rapidité de remise en service compte tenu des méthodes de détection et de signalisation des problèmes ainsi que de la durée du transport et des procédures de réparation ou de remise en service sur place?
- A-t-on fait la preuve de la fiabilité opérationnelle dans les conditions de votre environnement d'exploitation?

Étape 14

Préparation de l'étude de faisabilité

L'étape finale de la phase d'étude de faisabilité consiste à consigner les résultats dans un rapport. La direction étudiera ce rapport et décidera de l'avenir du projet. Le rapport doit donc décrire clairement ce qui doit être fait et la meilleure manière de le faire.

L'Administration peut imposer des formats spécifiques pour la présentation du rapport, tandis que l'organisme subventionneur peut aussi avoir des exigences spécifiques; normalement toutefois, le rapport de faisabilité doit contenir au moins les renseignements décrits dans les sous-sections qui suivent.

Résumé. Le rapport de faisabilité doit débuter par une brève description de l'objet du projet, des principaux résultats et des principales recommandations.

Généralités. Le rapport lui-même doit contenir au début les renseignements suivants:

- les raisons de l'étude;
- le mandat et les autorisations qui ont permis cette étude;
- la description de l'état des télécommunications rurales; et
- l'envergure générale de l'étude.

Définition des besoins. Une section du rapport doit décrire succinctement le besoin défini, de préférence avec des cartes et des tableaux. On peut annexer au rapport, aux fins d'exhaustivité, la définition complète des besoins, produite et approuvée dans le cadre de la phase de l'analyse des besoins.

Options de conception. Les options retenues doivent être décrites du point de vue fonctionnel, avec une description du calendrier des expansions et remplacements nécessaires, les schémas et les listes d'équipement appropriés.

On doit justifier l'élimination des principales options de rechange non retenues pendant la première partie de l'étude et qui n'ont été ni évaluées ni comparées en détail.

Données de l'étude. Pour nuancer les résultats de l'étude et ajouter à leur crédibilité, toutes les hypothèses doivent être précisées et justifiées, de même qu'on doit identifier les sources dont sont tirées les données et les informations comme, par exemple, les autres ministères, les organismes gouvernementaux, les prévisions budgétaires des entrepreneurs, etc.

Méthodologie. Les méthodes et critères utilisés pendant les évaluations financières et techniques doivent être expliqués et décrits clairement.

Résultats. Les résultats correspondant à chaque option doivent être compilés et illustrés de manière à faciliter leur consultation et comparaison. En général, on utilise des graphiques pour comparer la valeur actuelle accumulée, les coûts d'investissements, les coûts d'exploitation annuels pendant la période d'étude et les analyses de sensibilité (voir la figure 14.1). On doit aussi traiter de l'exactitude des résultats.

Recommandations. On recommande l'une des options aux fins d'implantation. Le choix doit être évident et être justifié directement par les résultats. On doit aussi recommander les autres gestes à poser pour implanter l'option choisie, y compris ce qui doit être fait, quand on doit le faire et comment le faire.

Étape 15

Analyse des besoins contractuels

L'analyse des besoins contractuels détermine de quelle manière le projet doit être réparti en contrats, la nature de ces contrats, et s'il est nécessaire d'adopter des procédures de sélection préliminaire. Les résultats de l'étude de faisabilité servent de données d'entrée au document de définition du projet, lequel est décrit dans l'étape suivante.

L'analyse des besoins contractuels peut se répartir en 3 étapes.

1. Division du projet en ses tâches élémentaires et examen des relations fonctionnelles de ces tâches (voir la figure 15.1).
2. Révision des ressources internes pour déterminer leur capacité et leur disponibilité du point de vue de la réalisation de chacune de ces tâches (l'Administration doit entreprendre à l'interne au moins la fonction de gestion du projet).
3. Regroupement logique des diverses tâches en contrats individuels.

L'envergure de chaque contrat doit permettre de maximiser la concurrence constructive, tout en regroupant les tâches associées pour en faciliter la gestion et le contrôle. Habituellement, des contrats distincts peuvent être accordés pour la fourniture du matériel électronique, du matériel d'alimentation, et de certains travaux de génie civil comme la préparation de l'emplacement, des immeubles, des routes d'accès, des tours et des clôtures.

La répartition du travail parmi les entrepreneurs dépend surtout de la disponibilité du personnel de l'Administration en vue de la gestion et du contrôle des contrats. Plus on accorde de contrats, plus les ressources de gestion devront être importantes.

15.1 Classification des contrats

Les contrats peuvent être classés d'après le service à fournir, toutes les combinaisons étant possibles:

- travaux techniques;
- matériel;
- installation;
- travaux techniques et fourniture;
- fourniture et installation;
- travaux techniques et installation; et
- travaux techniques, fourniture et installation.

Habituellement, la disponibilité des ressources de l'Administration détermine les fonctions à inclure dans chaque contrat.

Les contrats visant toutes les tâches liées aux travaux techniques, à la fourniture et à l'installation (clés en main) sont avantageux puisqu'on confie alors à un seul entrepreneur toute la responsabilité de réalisation du travail et de la performance. Mais ces contrats peuvent être difficiles à contrôler si les spécifications ne sont pas vraiment complètes, exactes ou claires. De plus, les contrats clés en main réduisent souvent le degré et la qualité de la concurrence.

Le choix des travaux techniques confiés à chaque entrepreneur et de leur envergure respective doit être fait avec soin. L'ingénieur de l'entrepreneur n'est pas vraiment objectif face au contrat, ce qui peut influencer sur le contrat lui-même. Soyez particulièrement attentif aux éléments spécifiques non mesurables pendant la durée du contrat, comme la propagation et la performance en présence de bruit.

Les contrats de fourniture et d'installation peuvent être avantageux, ou même obligatoires, lors de l'installation du matériel spécialisé. Ils ont de plus l'avantage de rendre l'entrepreneur responsable de la performance du matériel après l'installation. Toutefois, la séparation des phases de fourniture et d'installation en contrats distincts accroît souvent la concurrence.

Lorsque l'Administration dispose de la main-d'oeuvre nécessaire à l'installation d'un système mais non du savoir-faire spécialisé, elle peut envisager de réaliser les travaux d'installation sous la supervision d'experts fournis par le fabricant.

On peut aussi retenir les services d'ingénieurs indépendants dans le cadre de contrats (indépendamment du contrat de fourniture et d'installation du matériel). Ces services peuvent être assurés avec souplesse à l'Administration pour satisfaire à ses besoins spécifiques - depuis la responsabilité technique complète du projet jusqu'à la fourniture de conseillers ou de services techniques additionnels. On doit bien réfléchir lorsque l'on retient de tels services fondés sur les compétences, puisque la correction éventuelle d'une erreur peut être beaucoup plus coûteuse que les dépenses techniques originales.

15.2 Procédures d'évaluation préalable

Selon la répartition de contrats retenus et les exigences de l'Administration et de l'organisme subventionneur, il peut être préférable d'évaluer au préalable les entrepreneurs. En général, les grands projets qui comprennent des services d'installation, comme les contrats clé en mains ou de fourniture et installation, doivent prévoir l'évaluation préalable des entrepreneurs.

Cette procédure vise à limiter les soumissions aux entrepreneurs qui peuvent mener à bien le projet. L'évaluation préalable de chaque entreprise intéressée doit être fondée sur les critères suivants:

- son expérience et sa performance antérieure dans le cadre de contrats semblables;
- ses compétences du point de vue du personnel, du matériel et de l'installation; et
- sa situation financière.

L'invitation à l'évaluation préalable doit décrire les travaux à effectuer, contenir un devis abrégé et définir clairement les exigences minimales de l'évaluation préalable.

Étape 16

Préparation du document de définition du projet

Après l'approbation par les gestionnaires du plan de système recommandé aux fins d'implantation et après la réalisation de l'analyse des besoins contractuels, l'étape suivante consiste à préparer un document de définition du projet.

À cette étape, on doit nommer un gestionnaire de projet, si ce n'est déjà fait. Ce poste doit détenir suffisamment d'autorité pour attribuer les ressources budgétaires pour le compte de l'Administration.

La définition de projet décrit le système du point de vue du plan du projet, du calendrier de réalisation et des exigences en matière de ressources. On doit couvrir les sujets suivants.

- *Description du plan du système*: les emplacements, la technologie, les descriptions du système, les listes de matériel, etc., avec les cartes, diagrammes et tables appropriés.
- *Répartition du travail*: la structure fonctionnelle du projet, sa répartition en tâches spécifiques et le regroupement des tâches en contrats. (La figure 15.1 montre une structure de répartition typique et la figure 16.1 un diagramme de tâches typique.)
- *Organisation et personnel*: tableau de l'organisation du projet avec les assignations du personnel, y compris une brève description de fonctions pour chaque poste et une note indiquant le moment où chaque position doit être créée.

- *Calendrier*: un calendrier du projet, indiquant les tâches, les activités et les principales étapes (on peut indiquer les exigences en personnel ou d'autres natures). Il est approprié d'inclure un diagramme à barres de haut niveau, mais il doit être accompagné du chemin critique correspondant ou d'un diagramme du réseau avec les priorités.

- *Besoins en ressources*: Budgets globaux, projections budgétaires, besoins en personnel et en matériel spécial, et toute répartition requise par l'Administration ou par l'organisme subventionneur.

- *Contrôle du projet*: méthodes de gestion des coûts et du calendrier, comme le contrôle des résultats réels et la mise à jour des prévisions par rapport aux budgets et calendriers de départ.

Étape 17

Aperçu de la phase technique détaillée

Pendant la phase technique détaillée, on doit convertir la définition du projet en devis techniques et en conditions commerciales assez détaillés pour permettre aux entrepreneurs de préparer des soumissions pour tous les services et matériels nécessaires.

Ces conditions et devis techniques forment les documents de soumission du contrat, c'est-à-dire les demandes de propositions (RFP). La présente étape traite du contenu des RFP et de l'étude préalable ainsi que du travail de conception nécessaire.

Les parties du projet à implanter avec les ressources internes, c'est-à-dire les parties non confiées à un entrepreneur, doivent aussi faire l'objet des devis techniques appropriés, mais les conditions commerciales ne sont pas requises.

17.1 Demande de propositions

La préparation de la RFP passe par le développement des documents suivants pour chaque contrat identifié dans la définition du projet:

- envergure du travail;
- exigences techniques;
- spécifications du matériel;
- renseignements connexes;
- exigences liées à la soumission; et
- formulaires de contrats et conditions du contrat.

Ces documents doivent être rédigés avec soin afin de garantir qu'ils

- décrivent exactement le travail et le niveau de performance nécessaire;
- favorisent la présentation de soumissions concurrentielles par les fournisseurs admissibles;
- permettent l'évaluation efficace et efficiente des propositions; et
- créent un cadre de travail pratique pour le contrat.

Les étapes 18 et 19 contiennent des listes de contrôle et certains critères pour aider l'ingénieur à rédiger les devis et exigences dans le contexte des soumissions internationales concurrentielles.

17.2 Études et plan final

Selon le type de contrat à accorder, divers travaux techniques seront nécessaires avant la rédaction des devis techniques. Les contrats de fourniture seulement nécessitent la plus forte proportion des travaux techniques internes et les contrats clé en mains, la plus faible proportion.

Les études sur le terrain sont nécessaires à la vérification des hypothèses de conception antérieures et à l'obtention des données suivantes:

aux emplacements existants

- l'espace disponible pour à une salle de matériel;
- la capacité de l'alimentation disponible et ses caractéristiques;
- l'adéquation de la tour pour d'autres antennes et lignes d'alimentation (charge et espace libre);
- possibilité d'installation des conduites et chemins de câbles; et
- ouvertures dans l'immeuble pour l'entrée des guides d'ondes;

aux nouveaux emplacements

- accès à l'emplacement pour l'installation et l'entretien;
- puissance;
- profil du trajet si on utilise les radiocommunications;
- acheminement du câble si on utilise la transmission par câble;
- type de sol pour les fondations; et
- tout obstacle, condition spéciale, question de sécurité; etc.

Si un modèle a été utilisé lors de l'étude de faisabilité, étudiez chaque zone de service et spécifiez en détail les quantités de matériel, les emplacements et les trajets physiques. Si on n'a pas eu recours à un modèle, révissez et vérifiez les quantités du plan original, les emplacements, etc.

Étape 18

Préparation des devis techniques

Les devis techniques de la demande de propositions comportent habituellement les parties suivantes:

- envelopure des travaux;
- exigences techniques (pour les services fournis);
- devis du matériel (pour les biens fournis); et
- renseignements supplémentaires.

Dans la présente section, nous décrivons l'objet et le contenu de chacune de ces divisions.

18.1 Envergure des travaux

La section de l'envergure des travaux est un document clé de la demande de propositions en général et plus particulièrement du devis technique. Par conséquent, rédigez-la en premier puisqu'il est alors plus facile d'organiser et de formuler les autres documents de la demande de propositions.

Le document d'envergure des travaux spécifie les prévisions de quantités de matériel, l'envergure des services, les emplacements des travaux et les calendriers de réalisation. Habituellement, ce document se subdivise de la façon suivante :

- aperçu du projet;
- énoncés de travail;
- quantités du matériel;
- calendrier; et
- responsabilités.

Les demandes de ventilation des coûts et les conditions de paiement du contrat doivent correspondre aux tâches, aux quantités de matériel et aux étapes majeures précisées dans la section «Envergure des travaux».

Énoncés de travail. Les travaux doivent être divisés en deux séries de tâches spécifiques:

- celles qui portent sur la fourniture de produits, et
- celles qui portent sur la fourniture de services.

Chaque tâche doit être reliée à des sections spécifiques qui décrivent et qualifient complètement les travaux à réaliser. Par conséquent, les tâches portant sur la fourniture de produits font référence aux sections des spécifications du matériel, tandis que les tâches portant sur la fourniture de services font référence aux sections des exigences techniques (lorsque les attributions de tâches correspondantes sont précisées).

Les tâches optionnelles doivent être identifiées à ce titre. Il doit être précisé clairement si le soumissionnaire peut décider de les offrir ou non ou si l'acheteur peut choisir de les accepter ou non, l'offre étant obligatoire.

Quantités de matériel. On peut utiliser des tableaux pour présenter les quantités de matériel et la documentation. On peut utiliser des matrices pour montrer comment le matériel doit être réparti parmi les divers emplacements.

Calendriers. Les principales étapes du contrat et les dates de fin du contrat (ou les zones) de ces étapes doivent être stipulées. Les dates de révision du plan et les dates de présentation de soumissions doivent être incluses. On peut les associer aux étapes majeures du contrat; par exemple, les procédures recommandées d'acceptation peuvent être exigées 4 semaines avant la date d'acceptation finale.

Responsabilités. Le document doit décrire les responsabilités propres à chaque intervenant au contrat: l'acheteur, l'entrepreneur, l'organisme subventionneur (s'il y a lieu) et l'ingénieur (s'il y a lieu).

On doit décrire clairement les responsabilités dans les zones de recouvrement des juridictions. Par exemple, où et comment l'entrepreneur communique avec les installations existantes ou avec les installations fournies par d'autres groupes.

18.2 Exigences techniques

Les sections des «Exigences techniques» doivent contenir des attributions de tâches qui décrivent exhaustivement les exigences de chaque service que l'entrepreneur doit fournir. Selon le type de contrat envisagé, il est possible de ne pas rédiger d'exigences techniques pour les services suivants:

- services techniques;
- travaux de génie civil;
- installation;
- pièces de rechange et matériel d'essai;
- documentation;
- formation; et
- soutien technique.

Services techniques. Si le contrat est du type clé en mains, on doit définir les responsabilités techniques de l'entrepreneur et formuler tous les objectifs de conception technique nécessaires ainsi que les exigences de performance du système. Selon l'envergure des travaux techniques confiés à l'entrepreneur, on peut inclure les éléments suivants:

- objectifs de performance de transmission d'une extrémité à l'autre, du point de vue du bruit et/ou du taux d'erreurs sur les bits;
- objectifs de classe du service; et
- équivalents de référence pour l'affaiblissement dans le circuit.

Installation. Afin d'éviter les confusions quant aux méthodes et à la qualité escomptées, on doit fournir des instructions d'installation générales pour les éléments suivants:

- planification et coordination;
- pratiques générales en matière de pose des câbles, de mise à la terre, d'inscriptions sur le matériel, d'étiquettes de câbles, etc.;
- tests d'installation;
- fourniture des outils et du matériel d'essai;
- modifications et ajouts au devis et dessins approuvés; et
- supervision du personnel ou formation sur le tas, s'il y a lieu.

Essais de réception. On peut exiger de l'entrepreneur qu'il procède à des essais de réception en usine ou de réception sur le terrain, ou aux deux types d'essais, selon le type de contrat.

Les exigences en matière de préavis pour les tests de réception en usine et sur le terrain, ainsi qu'en matière de fourniture des procédures, du matériel, des formulaires et des rapports doivent être précisées.

On demande habituellement que soient produits des certificats relatifs aux tests en usine et on doit se réserver le droit d'assister aux tests en usine. On peut spécifier un nombre minimal de tests en usine.

Les essais sur le terrain peuvent être réalisés indépendamment ou en commun. Ils doivent démontrer que les exigences du contrat ont été entièrement satisfaites. On peut spécifier un niveau minimal de tests fonctionnels et de performance. Les essais de réception doivent vérifier les éléments suivants:

- que les quantités et types appropriés de matériel ont été fournis;
- que l'installation est complète et de qualité acceptable;

- que la fonctionnalité du système a été démontrée; et
- que le système satisfait aux spécifications de performance (preuve de performance).

Formation. Puisque le personnel doit être prêt à l'exploitation et à l'entretien des systèmes dès leur mise en service, il est presque toujours nécessaire d'assurer sa formation. Lorsqu'on introduit du nouveau matériel ou de nouvelles technologies, la formation devient essentielle. On doit demander la tenue de cours afin d'assurer les cours de formation suivants et les implanter s'il y a lieu:

- cours technique: vise à assurer la planification de l'expansion;
- cours d'entretien sur le terrain: pour les travaux de réparation et de recherche des défaillances sur le terrain;
- cours au centre de réparations: si on prévoit la réalisation de réparations au niveau du composant;
- cours d'installation: si on prévoit des travaux d'installation; et
- cours d'instructeur.

Tout le personnel qui participera aux travaux d'installation ou de réception du projet doit suivre la formation appropriée avant le début de ces phases.

On doit préciser le nombre de candidats pour chaque cours ainsi que leur niveau d'éducation et d'expérience.

Documentation. L'entrepreneur doit être tenu de soumettre au moins les manuels portant sur le matériel fourni. Selon le type de contrat, on peut exiger de l'entrepreneur qu'il soumette aussi les dessins d'atelier, les procédures d'essais, la documentation sur l'emplacement, les pièces de rechange recommandées et les listes du matériel d'essais. On peut exiger la soumission de certains de ces documents sous forme préliminaire avec la soumission.

On doit demander à l'entrepreneur de soumettre des procédures d'installation et des dessins de l'emplacement aux fins de révision et d'approbation avant l'installation de tout nouveau matériel. L'entrepreneur doit aussi soumettre ses procédures pour les essais de réception avant le début de ceux-ci.

Les exigences liées aux dessins généraux de l'emplacement doivent être stipulées afin que l'information essentielle soit bien fournie et que les formats standard ou préférés soient respectés. On doit demander la soumission d'originaux grande nature reproductibles de tous les dessins de construction à la fin du contrat.

18.3 Spécifications du matériel

Les spécifications du matériel doivent être réparties en sections commodées selon les unités d'achat ou de fabrication. S'il pouvait s'avérer nécessaire de se procurer plus tard un élément matériel ou une installation en dehors du contrat, par exemple les antennes, les câbles ou les génératrices, on doit développer une section de spécifications relativement indépendante qui couvre cet élément. Si un type ou une classe de matériel est fabriqué par un seul fabricant, on doit alors développer une section de spécification relativement indépendante pour cet élément aussi. Par exemple, en général les fabricants de batteries ne fabriquent pas les chargeurs, et vice-versa. La répartition selon ce critère assure une certaine souplesse dans la rédaction et la réutilisation des spécifications et aide aussi l'entrepreneur dans la répartition du travail parmi les sous-entrepreneurs.

Si on rédige les exigences techniques de manière qu'elles contiennent les exigences de performance du système et de conception technique (pour un contrat clé en mains) et si la section «Envergure des travaux» définit les quantités et emplacements du matériel, on peut rédiger les spécifications du matériel sous forme de simples spécifications d'achat-seulement. C'est souvent une bonne idée, puisque cela simplifie les révisions de l'envergure du contrat et facilite la réutilisation des spécifications du matériel.

Normalement, chaque spécification du matériel doit être répartie en certaines sections majeures, comme les suivantes:

- Envergure;
- Références;
- Exigences/conditions environnementales;
- Exigences opérationnelles/fonctionnelles;
- Exigences mécaniques/physiques;
- Exigences en alimentation électrique;
- et
- Performance, y compris les paramètres, les unités, ainsi que la méthode de mesure.

Habituellement, les articles de spécification du matériel peuvent être divisés en exigences obligatoires, exigences souhaitables et en demandes d'informations.

Exigences obligatoires. Une exigence obligatoire correspond à une spécification de performance ou à une caractéristique fonctionnelle minimale qu'on doit atteindre ou dépasser. Si l'entrepreneur ne satisfait pas à ces exigences, sa soumission peut être rejetée.

Les exigences obligatoires peuvent comprendre des options que l'entrepreneur peut offrir mais dont l'acceptation est laissée à la discrétion de l'acheteur.

Exigences souhaitables. Les exigences souhaitables sont des spécifications de performance ou des caractéristiques fonctionnelles qui seront étudiées favorablement au cours de l'évaluation, mais qui ne sont pas considérées essentielles. On les considère comme laissées à la discrétion du soumissionnaire. On doit demander au soumissionnaire de préciser si le respect de ces exigences est inhérent au matériel ou si on peut l'obtenir en option, contre des frais supplémentaires.

Demandes d'informations. Les demandes d'informations portent en général sur les possibilités secondaires ou les spécifications de performance. Ces informations sont habituellement nécessaires pour aider à l'évaluation de la soumission et pour garantir que l'on publie des spécifications complètes. Le soumissionnaire retenu doit présenter des spécifications complètes puisqu'en plus de satisfaire aux exigences obligatoires, son travail doit être évalué en fonction de ces autres paramètres de spécification et niveaux de performance.

18.4 Informations connexes

L'information complémentaire comprend toutes les données connexes que les soumissionnaires doivent préparer pour formuler leurs propositions. La liste qui suit contient des éléments typiques:

- cartes;
- statistiques et données climatologiques;
- descriptions détaillées des interfaces avec les installations existantes;
- les profils du trajet;
- les plans de l'emplacement; et
- les rapports d'analyse du sol.

Étape 19

Préparation des conditions commerciales

Les conditions commerciales qui font partie de la demande de propositions peuvent habituellement être réparties en exigences de soumission et en questions liées au contrat. Dans la présente section, nous traiterons de l'objet et du contenu de chaque division.

19.1 Exigences de soumission

On doit formuler des instructions détaillées quant au contenu et au format des propositions. Cette section couvre habituellement les sujets suivants:

- invitation à soumissionner;
- instructions générales;
- instructions spéciales;
- formulaire de soumission; et
- tables de prix.

Invitation à soumissionner. L'invitation doit contenir au moins les informations suivantes:

- le nom et le lieu du projet;
- une brève description des travaux à réaliser (type de contrat, application, technologies, échelle approximative, etc.); et
- le lieu et la date de réception des soumissions.

Instructions aux soumissionnaires. Ces instructions doivent décrire en détail les exigences relatives à la présentation des soumissions. Souvent, on les répartit en instructions générales et en instructions spéciales. Ces instructions spéciales portent sur la préparation de la proposition de gestion, la proposition technique et la proposition de prix.

La liste suivante décrit les éléments à inclure dans les instructions au soumissionnaire:

- sélection ou admissibilité des soumissionnaires;
- visites de l'emplacement;
- l'examen et la familiarisation avec les documents du contrat;
- la date et le lieu de présentation de la soumission, le nombre de copies et, s'il y a lieu, le mode de transmission (par exemple, livraison de main à main);
- l'ouverture des soumissions (privée ou publique);
- le droit de rejet;
- les soumissions partielles ou complètes;
- le droit d'acceptation partielle;
- la période de validité des soumissions;
- les questions financières (monnaie, taux de change, augmentations, sommes forfaitaires, coûts à l'unité, taxes, tarifs douaniers, expédition);

- substitutions;
- options;
- demandes et éclaircissements (contacts, dates limites, réunions);
- évaluation;
- calendrier proposé (invitation à soumissionner, fermeture des soumissions, choix du soumissionnaire);
- garantie de soumission;
- formulaire de soumission;
- préparation de la proposition (facteurs administratifs, techniques, financiers, utilisation des formulaires et des tables);
- exigences à respecter (définition des exigences à utiliser).

Tables de prix. Les tables de prix doivent ventiler suffisamment les coûts pour permettre de corriger la soumission pendant les négociations et de corriger le contrat après le choix de l'entrepreneur. Par conséquent, la répartition des coûts doit correspondre aux tâches de l'entrepreneur décrites dans l'énoncé de travail ainsi que les coûts à l'unité du matériel et des services.

19.2 Formulaires et conditions de contrat

On doit inclure un contrat pro forma que le soumissionnaire pourra étudier et commenter. Le département des achats doit fournir les conditions générales du contrat ainsi que des exemples de conditions supplémentaires.

Vérifiez que les conditions standard s'appliquent au type de contrat envisagé (par exemple, clé en mains).

- Habituellement, les conditions supplémentaires doivent être étudiées et annexées au besoin au contrat en fonction des besoins spécifiques. Les conditions de paiement doivent en particulier refléter les principales étapes du contrat.

Postface

Le présent guide se termine là où commencent les tâches de sélection de l'entrepreneur et d'implantation matérielle du projet.

L'expérience démontre que les entrepreneurs arrivent toujours à surprendre l'acheteur pendant l'exécution du contrat, et ce de maintes façons. Certaines surprises sont plaisantes, d'autres malheureusement pas. Toutefois, des travaux de conception et de planification correctement entrepris et l'élaboration d'un contrat clairement défini et contenant des spécifications complètes, contribueront pour beaucoup à la réduction du nombre de surprises déplaisantes et faciliteront le contrôle de celles qui se produiront.

Pour bien guider le déroulement du projet dans la phase d'implantation, on doit voir plus spécifiquement à:

- contrôler l'évolution et surveiller la réalisation des principales étapes;
- inspecter les constructions de génie civil et l'installation du matériel; et
- rechercher les défauts et procéder aux essais de réception à la fin des travaux.

Le meilleur outil de gestion de l'implantation reste probablement la rédaction de rapports d'étape concis mais complets, à intervalles réguliers. On doit souligner et traiter en particulier les problèmes qui peuvent survenir ou qui sont déjà survenus.

Le présent guide aura joué son rôle s'il vous aide à suivre les étapes nécessaires pour amener un projet de télécommunications rurales de la phase de planification jusqu'au début de l'implantation.

Annexe A

Figures

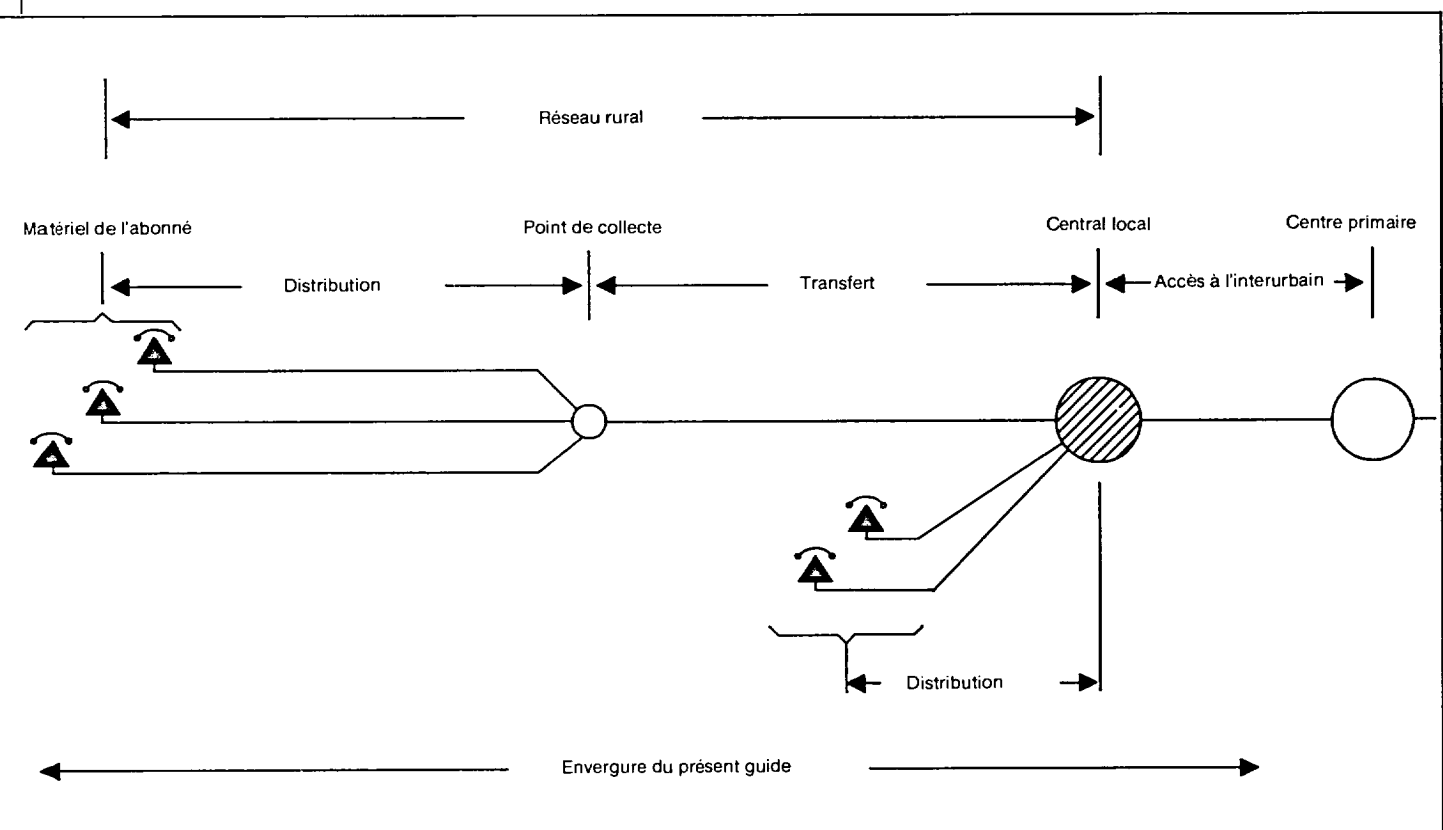


Fig. 1-1 Structures et définitions du réseau rural

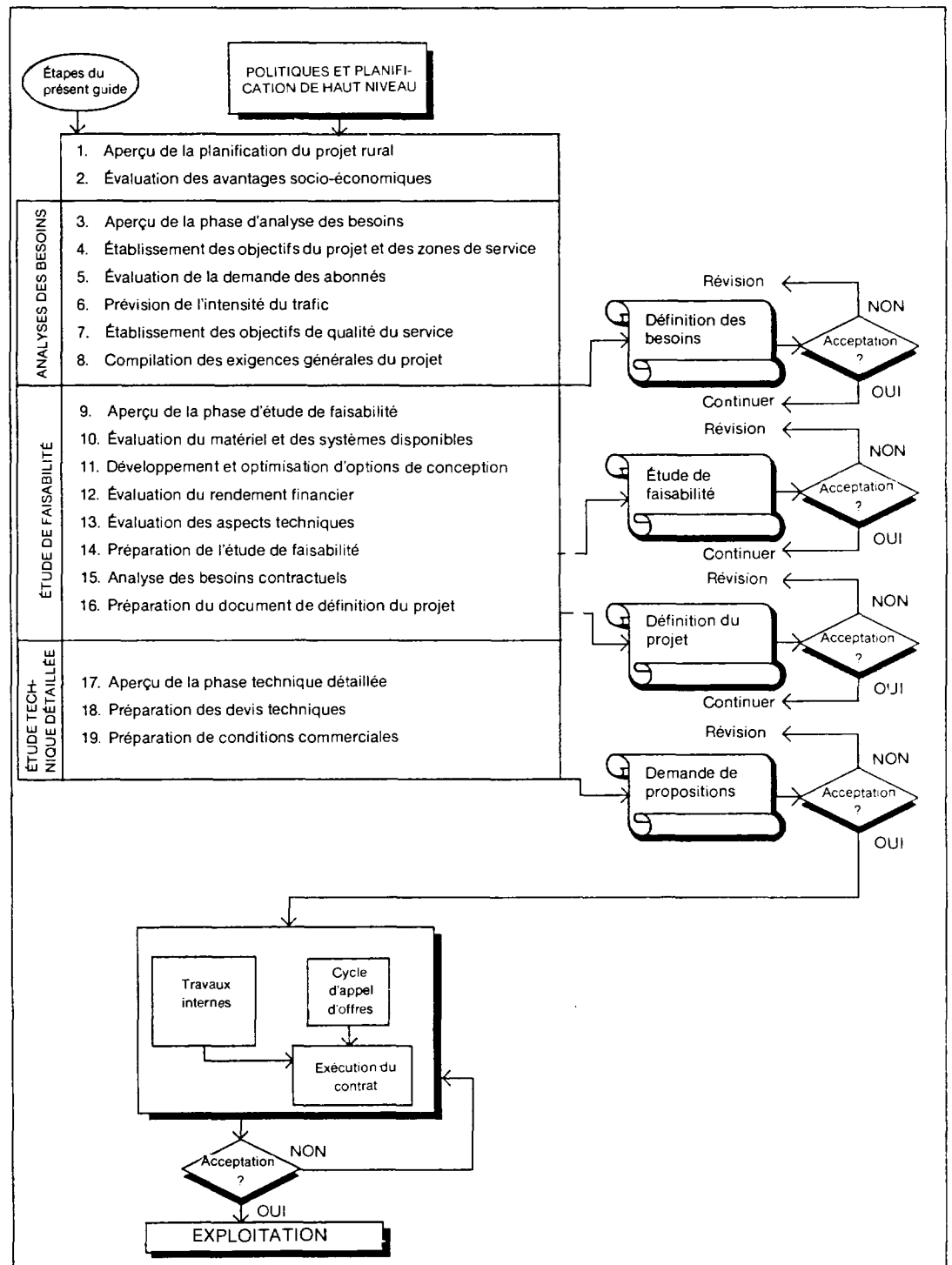


Fig. 1-2 Aperçu du projet

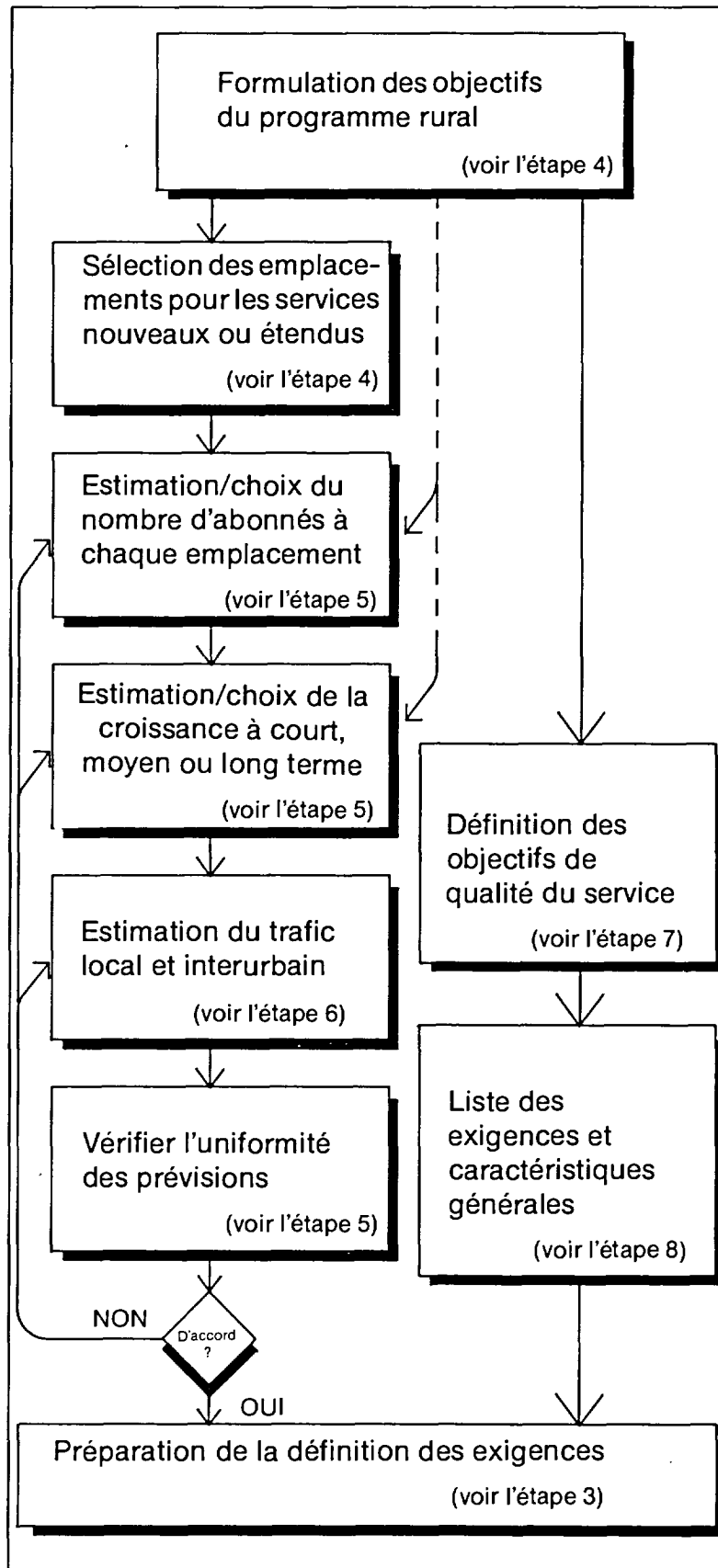


Fig. 3-1 Aperçu de l'analyse des besoins

Définition des exigences
TABLE DES MATIÈRES

- 1.0 RÉSUMÉ
- 2.0 INTRODUCTION
- 3.0 OBJECTIFS DU PROJET
 - 3.1 Types d'abonnés
 - 3.2 Besoins en service
 - 3.3 Emplacements
- 4.0 PRÉVISION DU TRAFIC ET DE LA DEMANDE
 - 4.1 Demande des abonnés
 - 4.2 Trafic
 - 4.3 Exactitude
- 5.0 OBJECTIFS DE QUALITÉ DU SERVICE
 - 5.1 Disponibilité du service
 - 5.2 Qualité du circuit
- 6.0 EXIGENCES GÉNÉRALES
 - 6.1 Environnement
 - 6.2 Infrastructure
 - 6.3 Plan du système
 - 6.4 Opérations
 - 6.5 Matériel

ANNEXES

Carte des emplacements du service

Table de la demande des abonnés

Table de prévision du trafic

Fig. 3-2 Table des matières typique de la définition des exigences

Emplacement	Population	Demande des abonnés				Remarques
		(a) Résidentiels	(b) Commerciaux	(c) PTP	(d) Total (a+b+c)	
Nom de la ville	5000	2	3	2	7	

Fig. 5—1 Feuille de travail typique pour la demande des abonnés

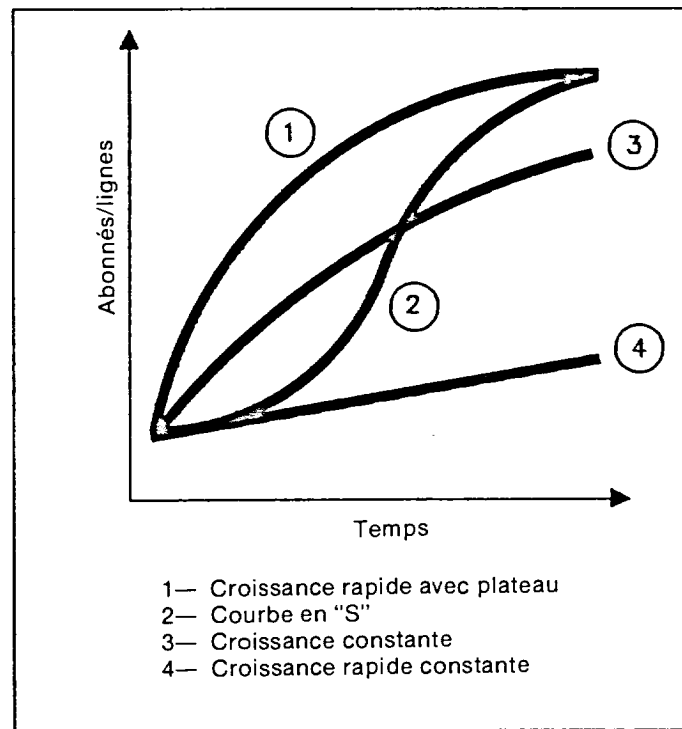


Fig. 5—2 Courbes de croissance

Année	Taux de croissance totale (%)	Multiplicateur de la croissance totale
0	BASE	
1	4	Court terme ↓ 1.41
2	5	
3	7	
4	10	
5	10	
6	8	Moyen terme ↓ 1.91
7	7	
8	6	
9	5	
10	5	
11	5	Long terme ↓ 3.11
12	5	
•	•	
•	•	
20	5	

Fig. 5—3 Exemple de tableau du taux de croissance

Emplacement	Prévision de croissance							Demande des abonnés	Remarques
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)		
Nom de la ville	2	3	2	7	10	14	22		

Fig. 5—4 Feuille de travail typique pour les prévisions de croissance

Type d'abonné	Trafic d'heure chargée typique en erlangs par utilisateur	
	Courte portée	Longue portée
Résidentiel	0.01	0.03
Commercial	0.06	0.12
Téléphone public	0.02	0.39
Poste téléphonique public	0.30	0.50

Fig. 6—1 Exemple de plage du trafic

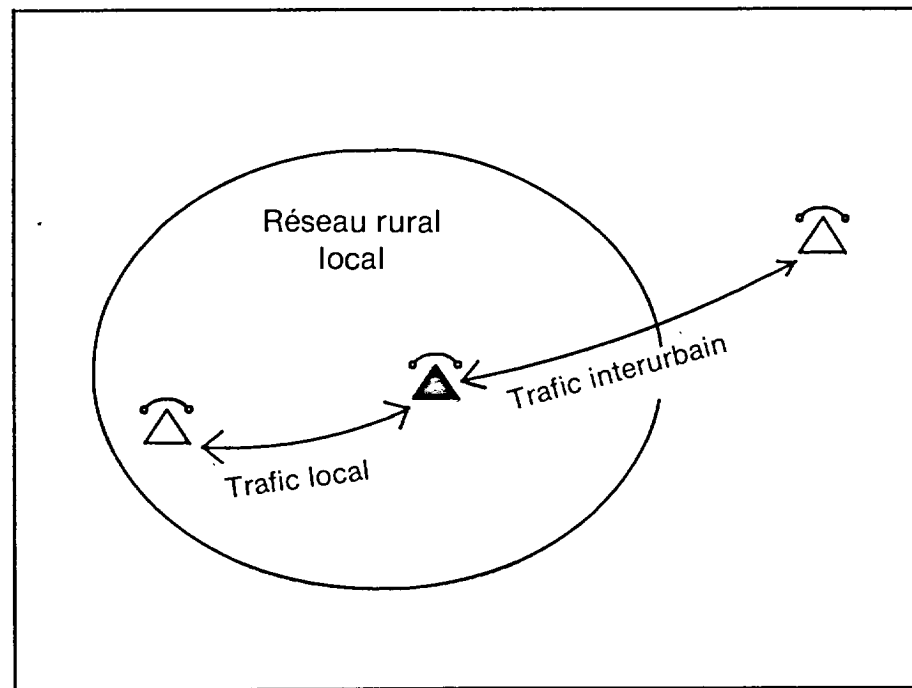


Fig. 6—2 Distribution du trafic

Emplacement	Prévision de croissance				Trafic							Remarques
	(d) Total	(e) Court terme (5 ans)	(f) Moyen terme (10 ans)	(g) Long terme (20 ans)	(h) Moyenne par ligne en Erlang	(i) Trafic annuel de base (E) (hxd)	(j) Trafic à court terme (E) (hxe)	(k) Trafic à moyen terme (E) (hxf)	(l) Trafic à long terme (E) (hxg)	(m) % service interurbain	(n) Autres services	
Nom de la ville	7	10	14	22	0.159	1.1	1.6	2.2	3.5	50	—	

Fig. 6—3 Feuille de travail typique pour les prévisions du trafic

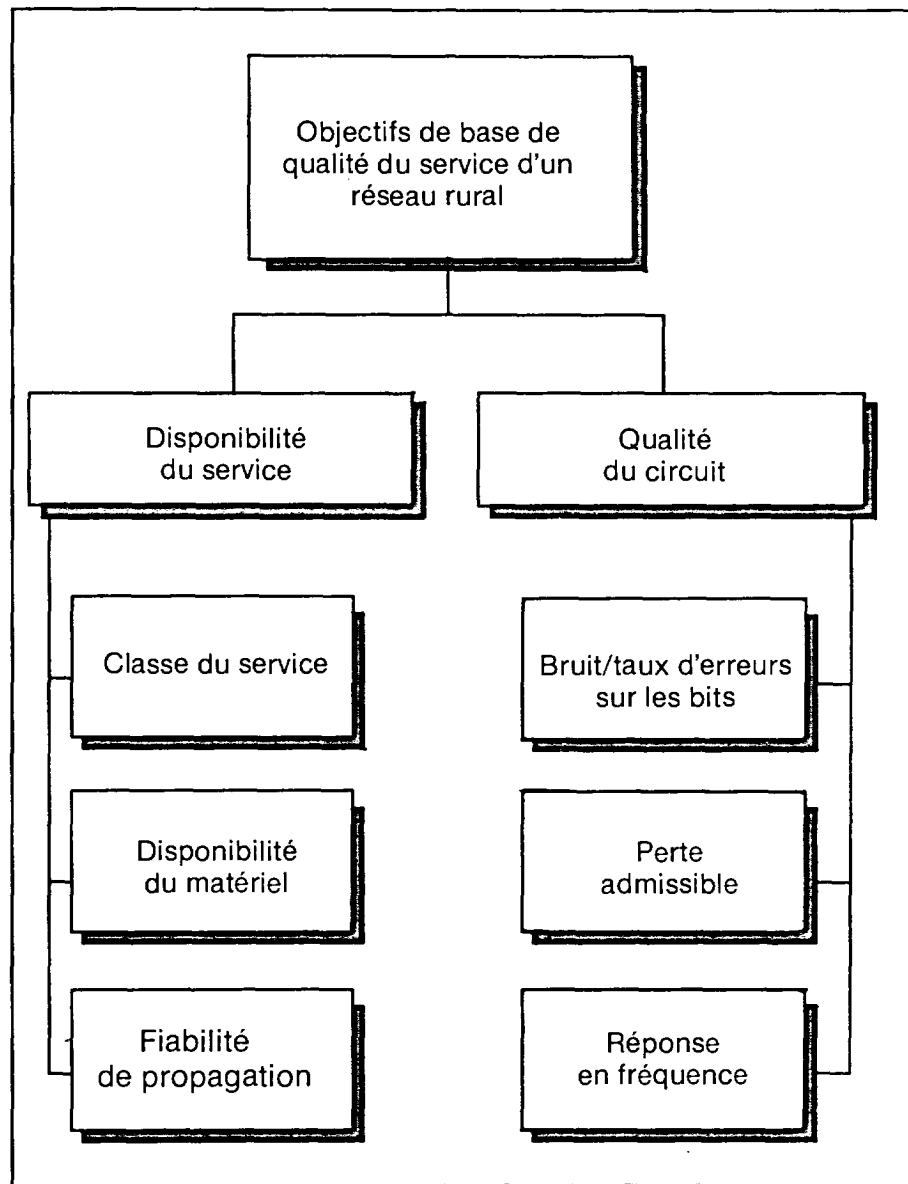


Fig. 7—1 Objectifs de qualité du service du réseau rural

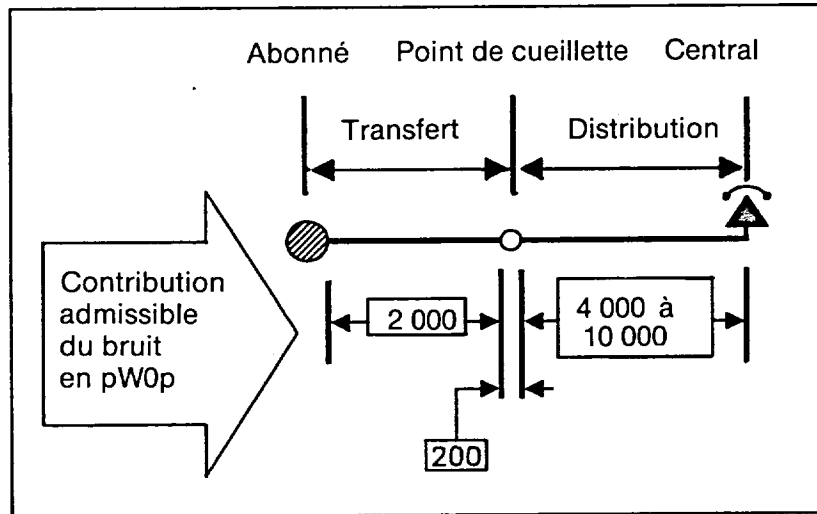


Fig. 7-2 Attributions de bruit typiques pour la boucle de l'abonné rural

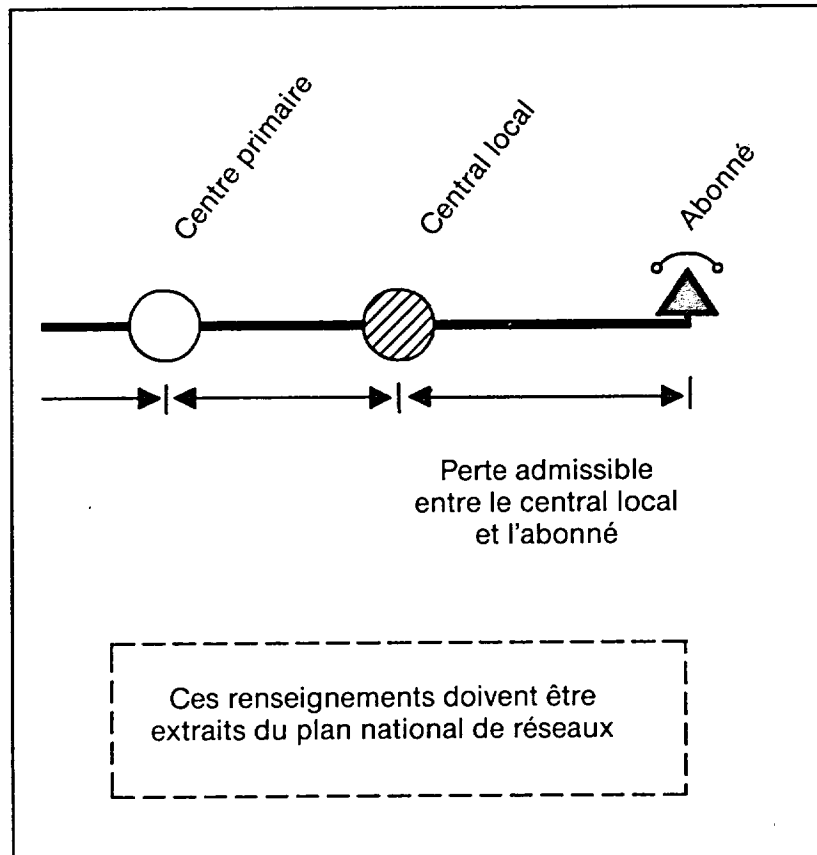


Fig. 7-3 Équivalent de référence

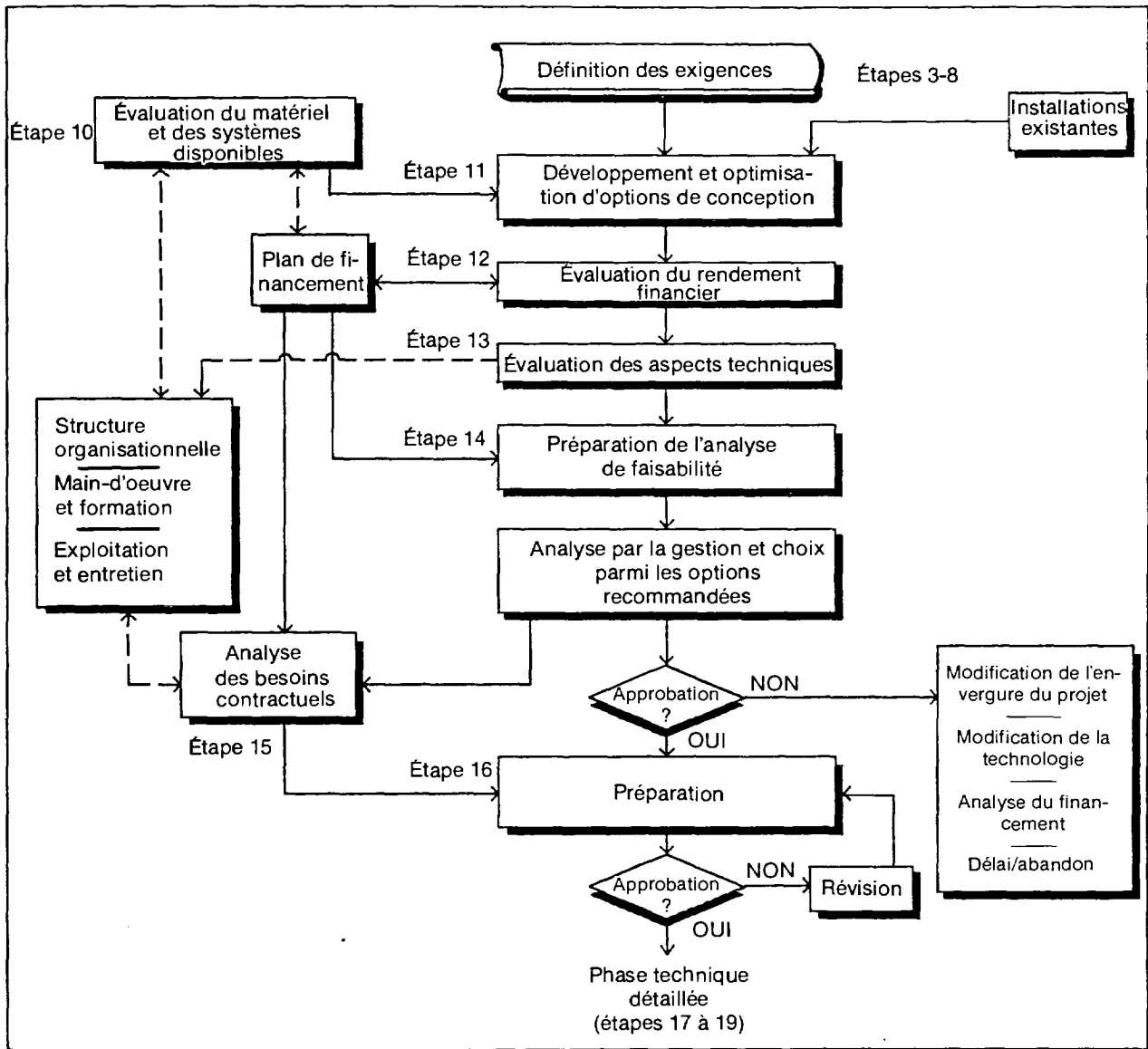


Fig. 9—1 Aperçu de l'étude de faisabilité

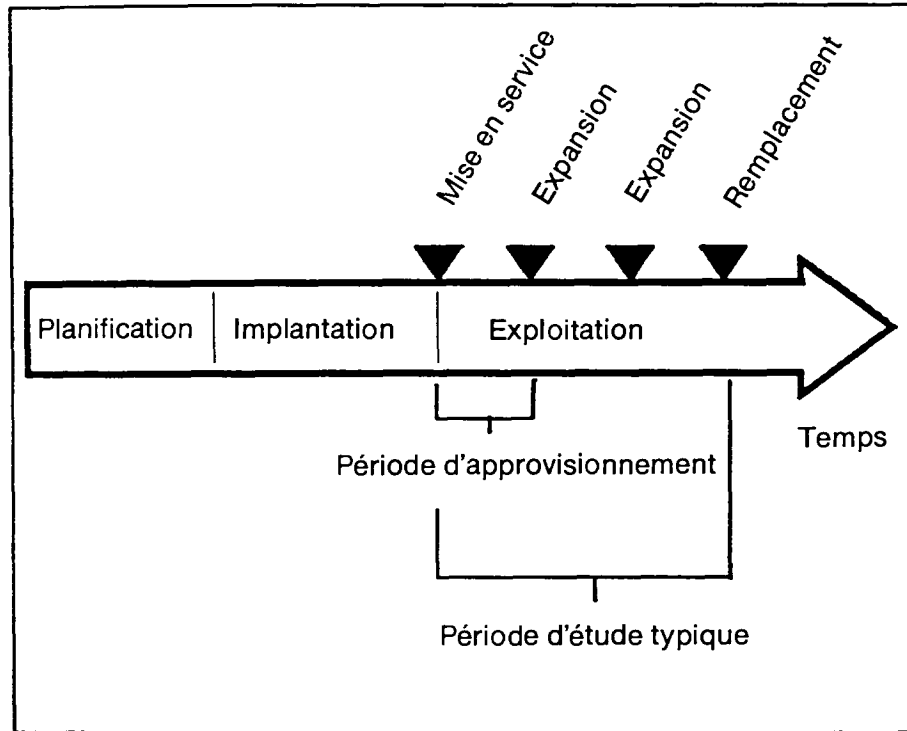


Fig. 9—2 Exemple de la chronologie d'une étude

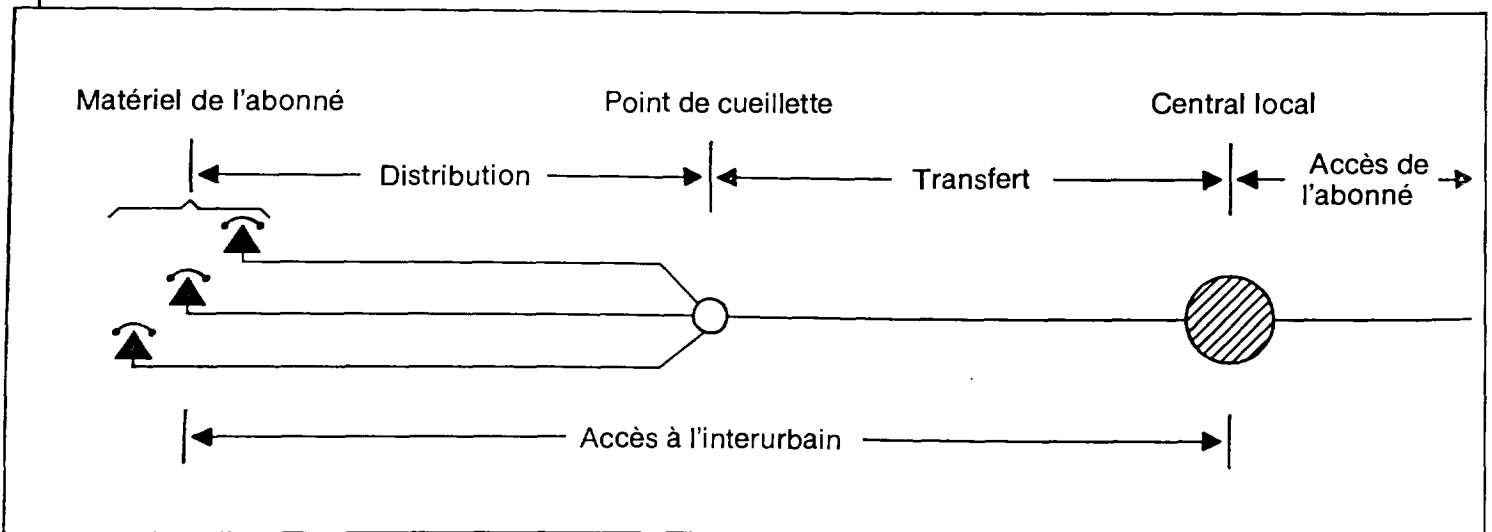


Fig. 10—1 Définitions fonctionnelles

Table de renseignements sur les produits AMRT					
Paramètre		Produit "A"		Produit "B"	
Nombre maximal de stations éloignées par central		90		500	
Nombre maximal de lignes par central		Radiocommunications faible trafic			
Nombre maximal de lignes par station éloignée		Paramètre		Produit	
Incréments de croissance	Module	Capacité maximale		ABO	
	Étagère				
	Armoire				
Caractéristiques	Expiration du délai	de croissance	Module	PARAM	
	Assignations préalables		Étagère		
	Mise en file d'attente		Armoire		
	Appels intérieurs	Caractéristiques	Ligne de service	NOMB PAR	
Potentiomètres	Alarmes		NOMB PAR C		
Indicateur c.a.	Protection		NOM PAR S		
Indicateur c.c.	Diversité		INCRÉ CROIS		
Lignes	Portée maximale	Exigences d'interface		RÉSIN MAXIM	
	Délai	Gain du système (dB)		COMMU D'URG	
	Répéteurs	Espacement entre les voies RF (MHz)		LIGNES	
Résistance maximale de boucle	Exigences d'alimentation		PO		
Gain du système (dB)	Coûts: Installation de réserve de base 2 M-b/s		AC		
Espacement entre les voies RF			DC		
Exigences d'alimentation					
Coûts: station de base					

Fig. 10-2 Feuilles de travail typiques sur les produits

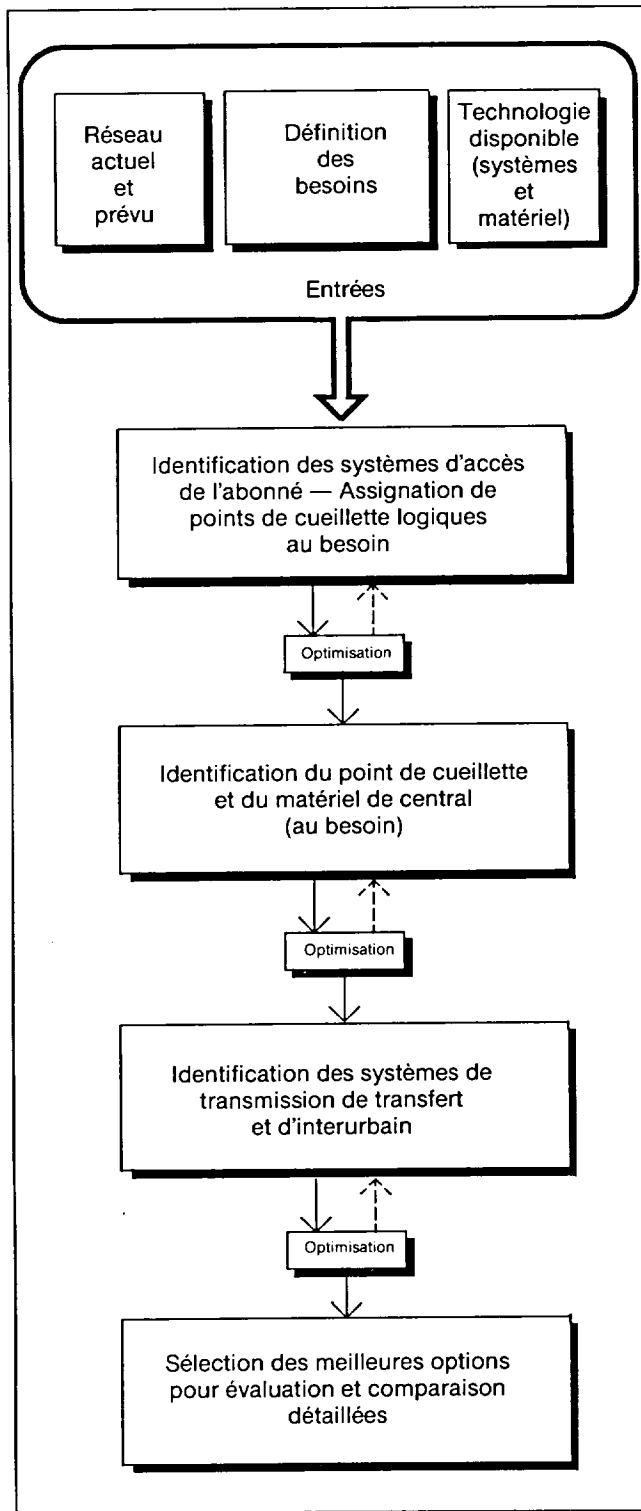


Fig. 11—1 Développement et optimisation d'options de conception

Câbles à 2 paires	Radiocommuni- cations par accès multiple des abonnés	Central 600—1000 lignes
$Aa+Bb + Cc+Dd+Ee+Ff + Gg+Hh + Jj . . .$		
<u>OÙ:</u>		
A = coût des terminaisons de câbles aux deux extrémités d'un câble à 2 paires		
a = nombre de câbles à deux paires		
B = coûts par km pour un câble à 2 paires y compris les poteaux/l'enfouissement, les épissures, les accessoires, l'installation		
b = longueur totale d'un câble à 2 paires, en km		
C = coût par station centrale pour le matériel commun, l'installation et les tests		
c = nombre de stations centrales		
D = coût par station de répéteur		
d = nombre de stations de répéteur		
E = coût par station éloignée pour le matériel commun		
e = nombre de stations éloignées		
F = coûts par ligne d'abonné pour les modules d'interface aux extrémités central et abonné		
f = nombre d'abonnés aux radiocommunications par accès multiple		
G = coût par central à 600—1000 lignes pour tout le matériel commun (installation complète)		
g = nombre de centraux à 600—1000 lignes		
H = coût par ligne d'abonné		
h = nombre d'abonnés de centraux à desservir		
•		
•		
•		

Fig. 11—2 Exemples d'équations de coûts typiques

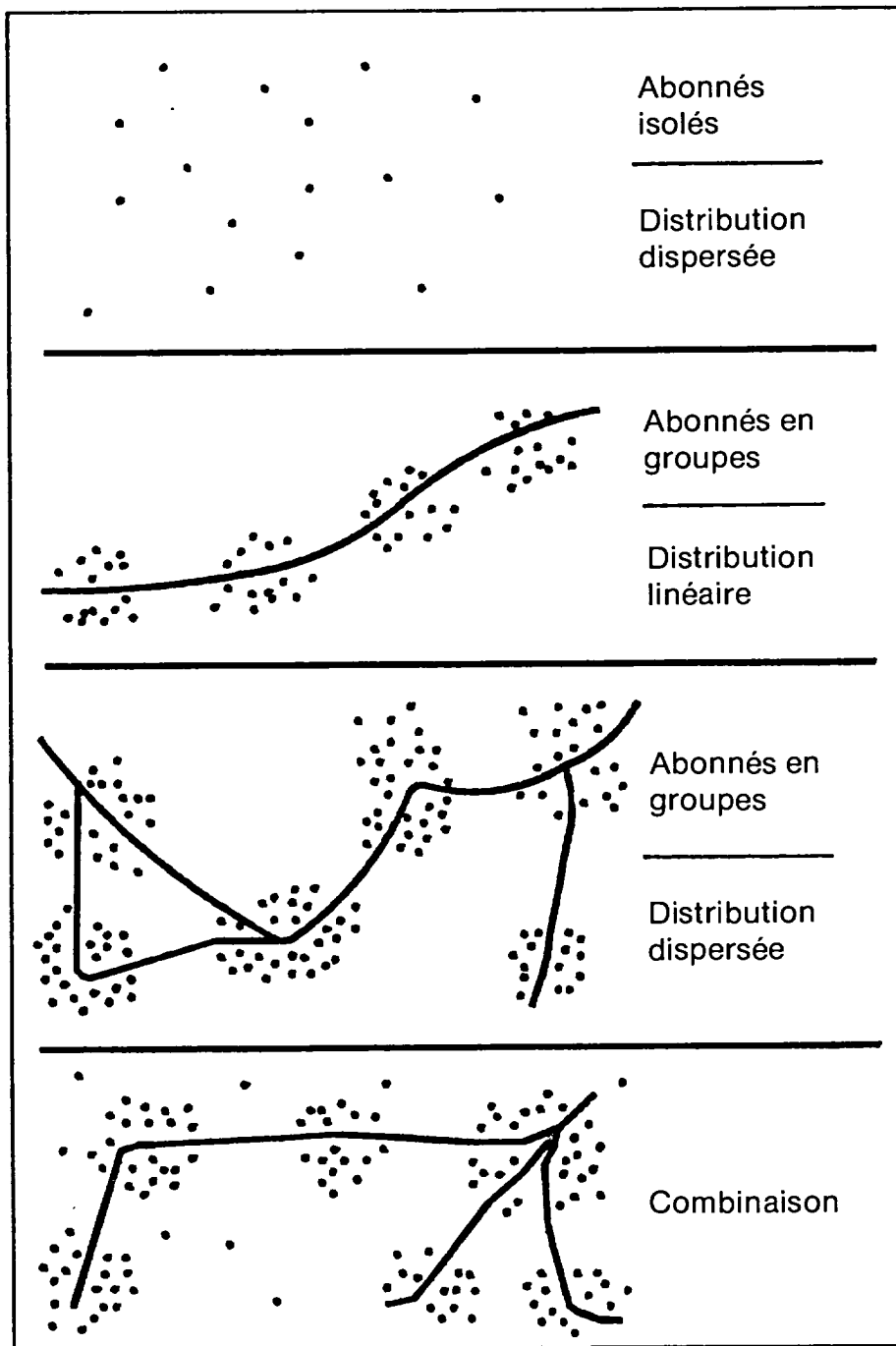
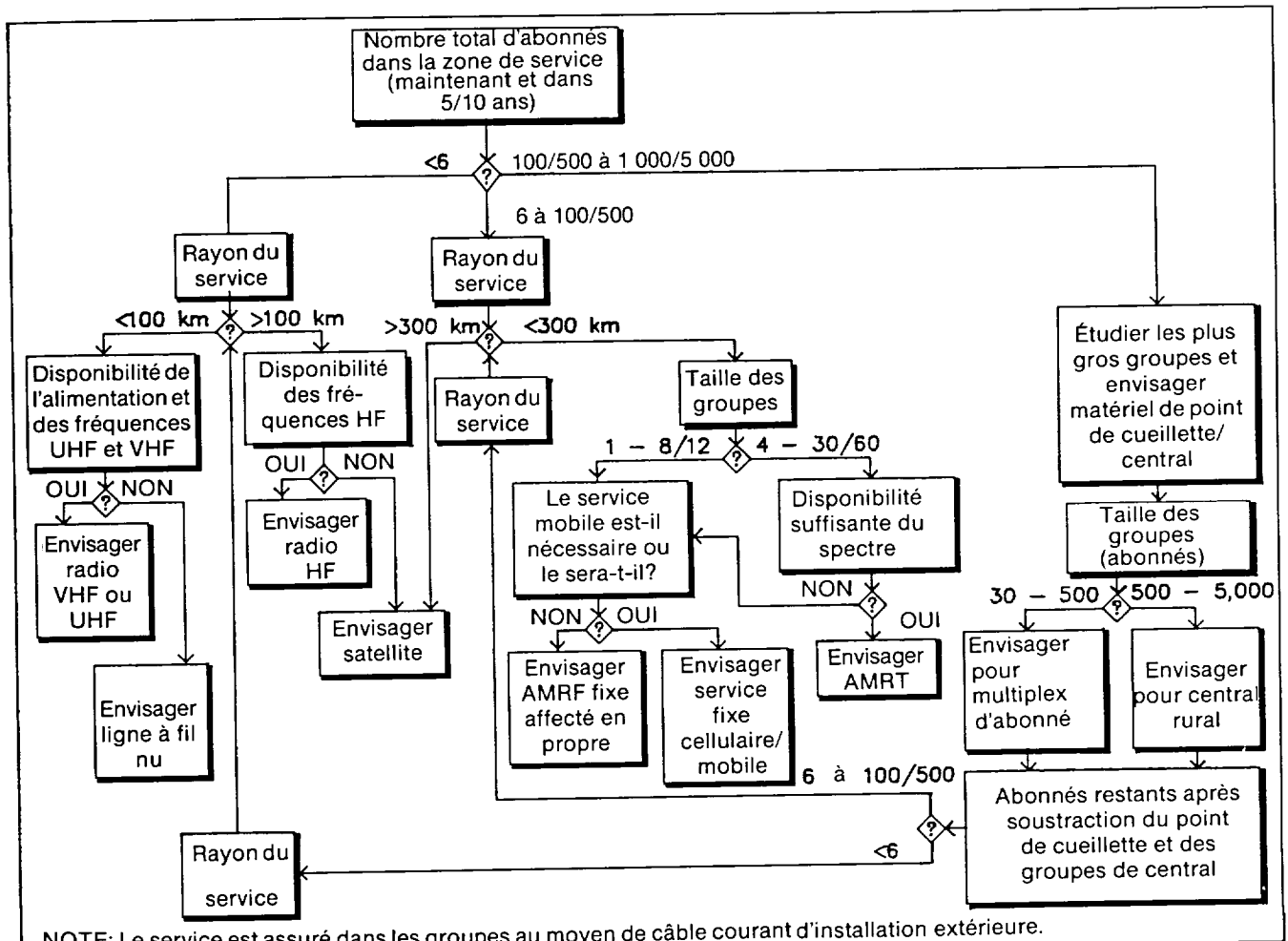


Fig. 11—3 Types de distribution des abonnés



NOTE: Le service est assuré dans les groupes au moyen de câble courant d'installation extérieure.

Fig. 11-4 Exemple d'organigramme pour la création d'options

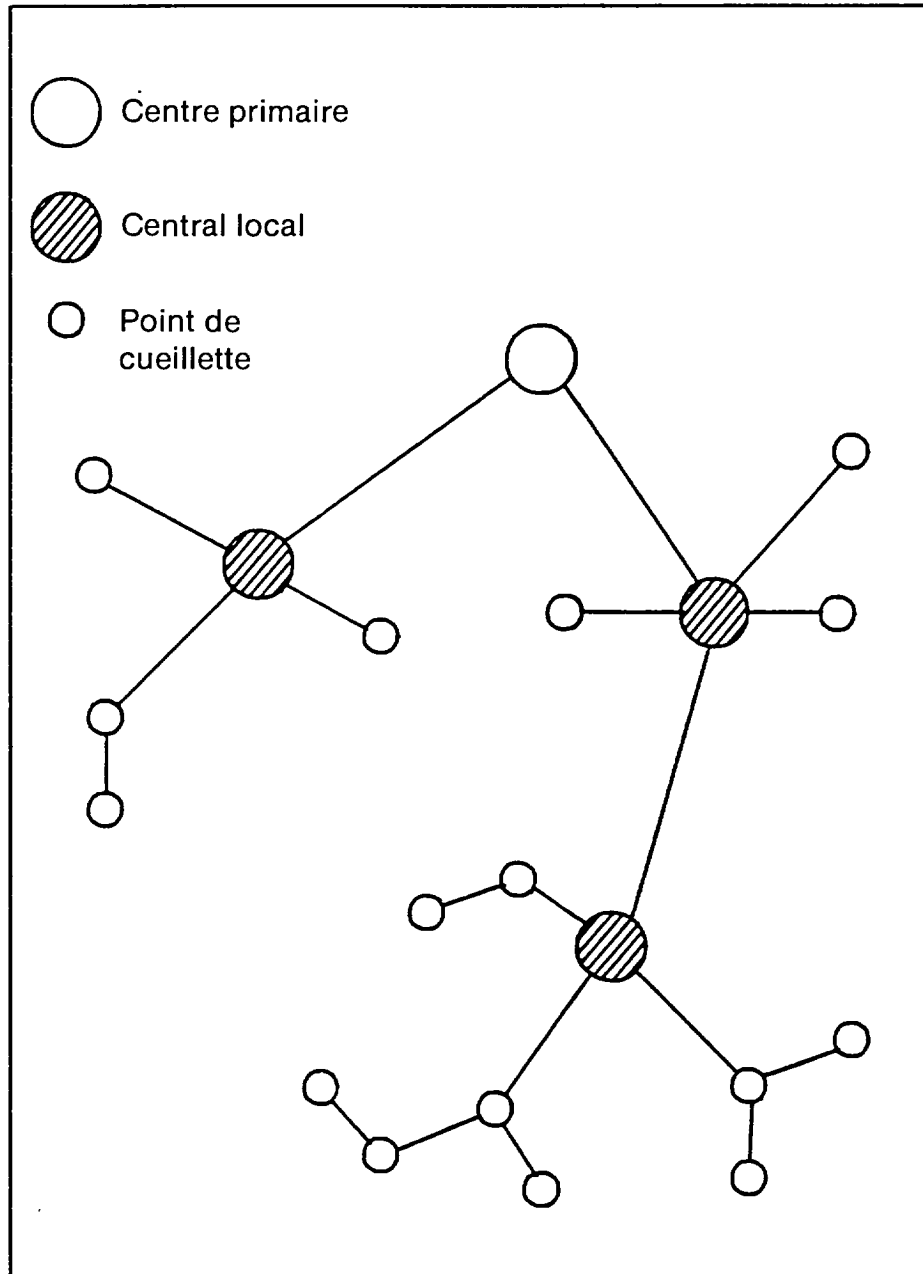


Fig. 11-5 Configuration arborescente minimale

<u>Catégorie</u>	<u>Ans</u>
Matériel de l'abonné	
Poste téléphonique	10
Poste téléphonique à encaissement automatique	5
Installation à câbles	
Poteaux	25
Fil nu	15
Câble suspendu	20
Câble souterrain	40
Armoires	20
Conduites	60
Installation intérieure	
Central	20
Transmission	20
Alimentation	20
Batteries	10

Fig. 12—1 Durée de service moyenne typique

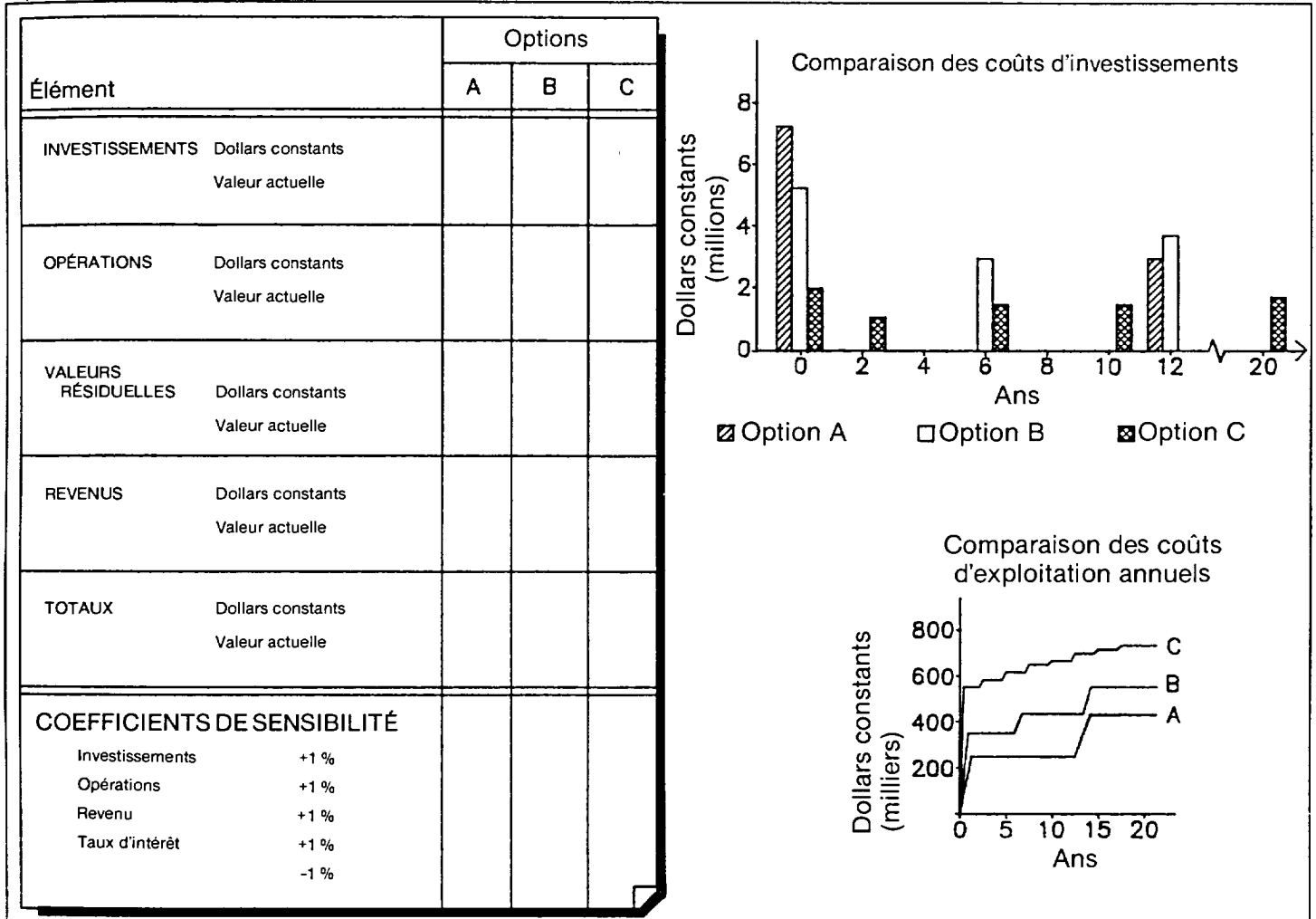


Fig. 14—1 Présentation typique des comparaisons économiques

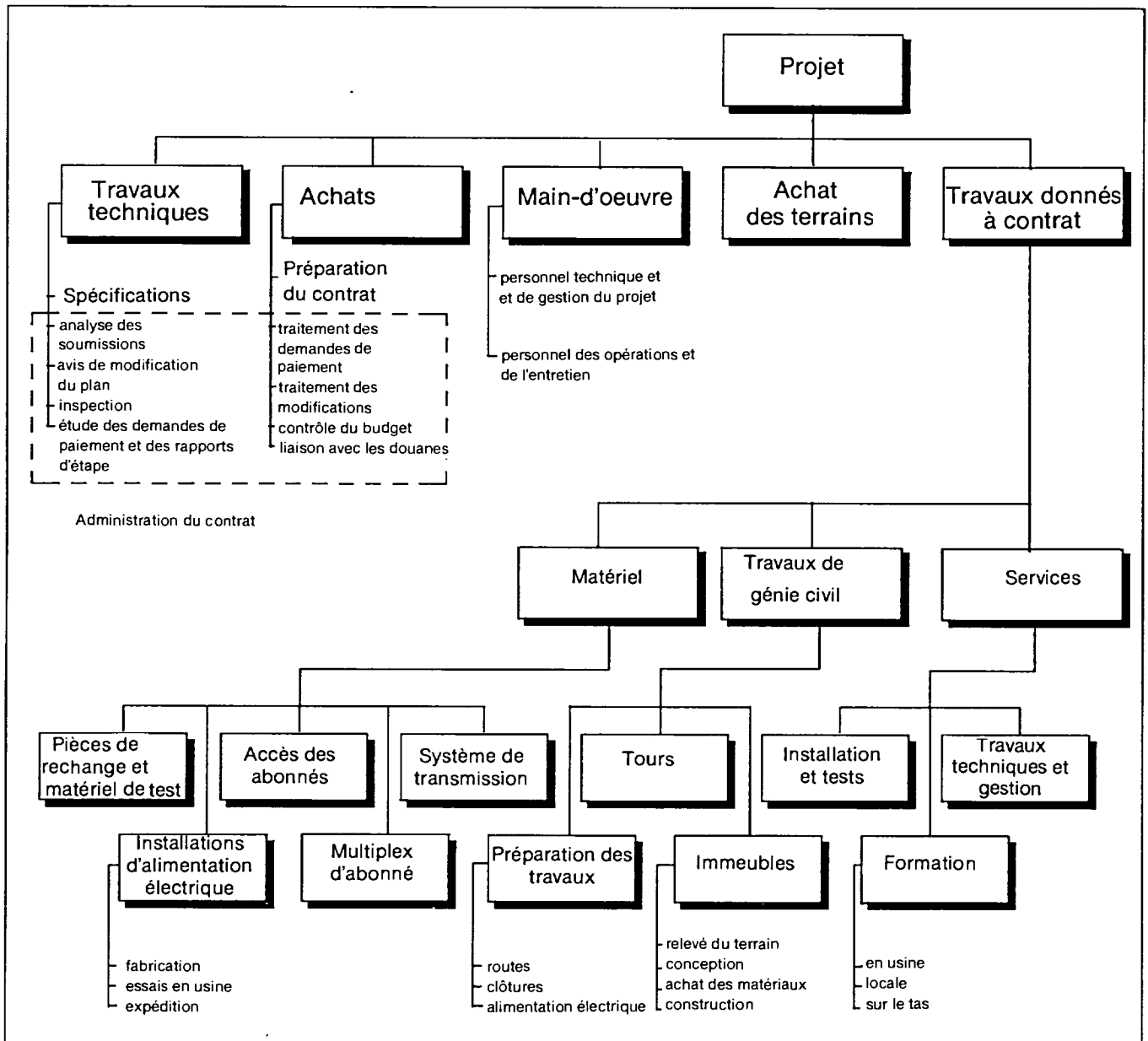


Fig. 15—1 Structure typique de répartition des travaux

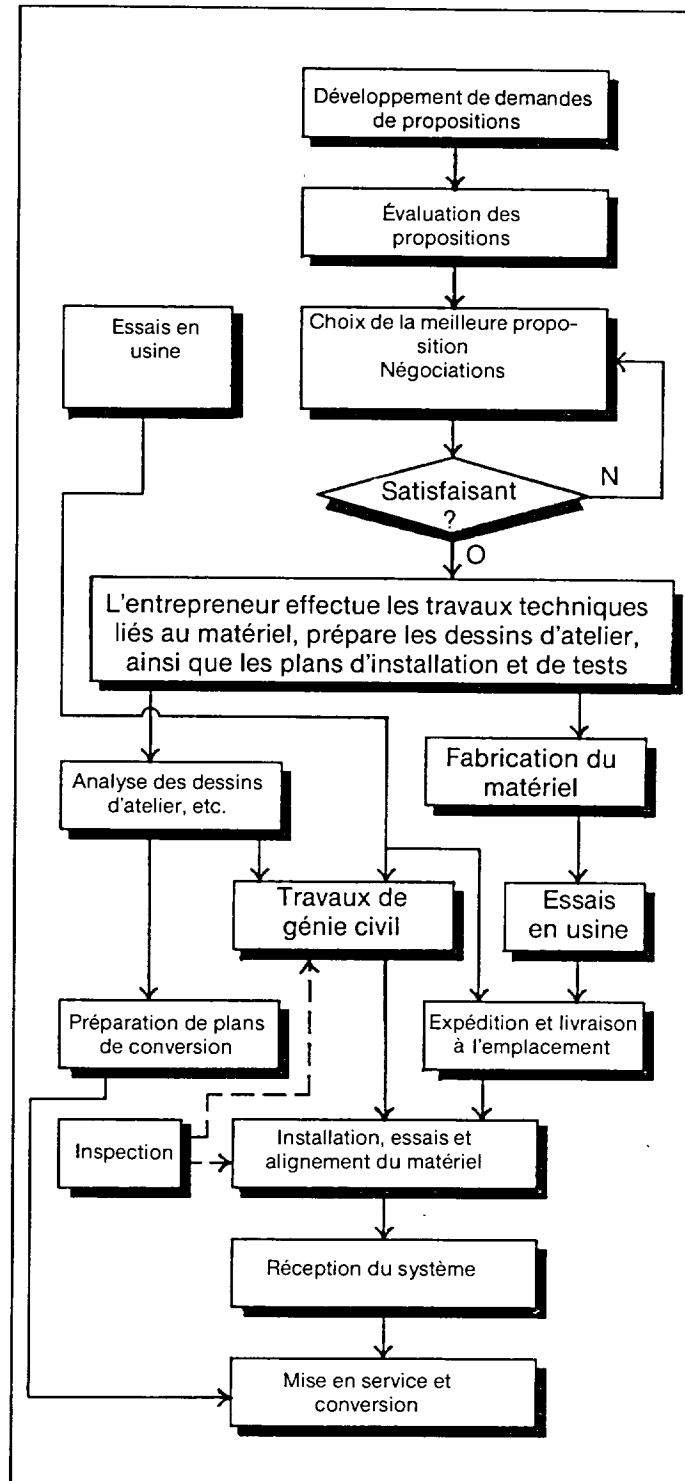


Fig. 16—1 Réseau typique des activités du projet

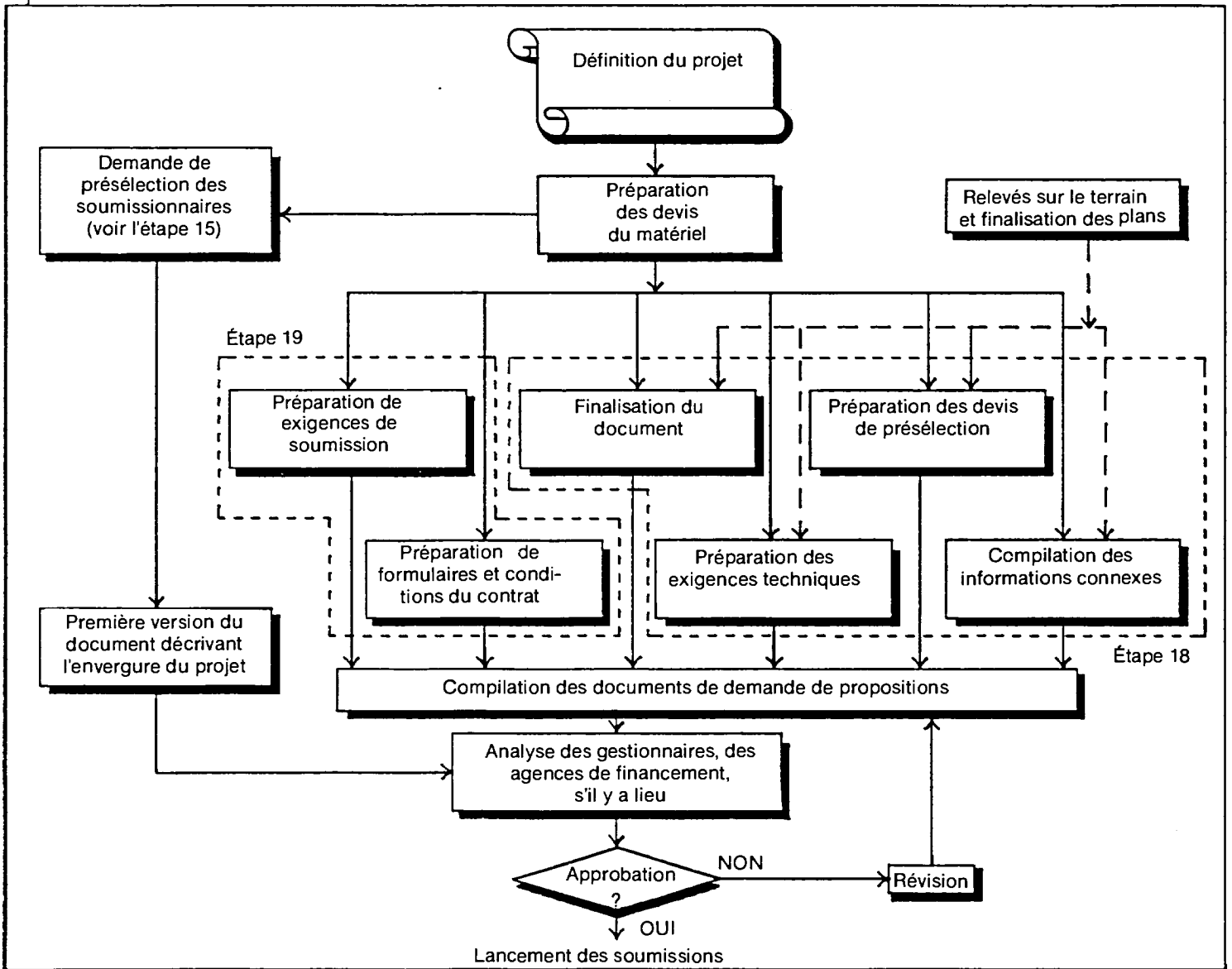


Fig. 17-1 Aperçu de la phase technique détaillée

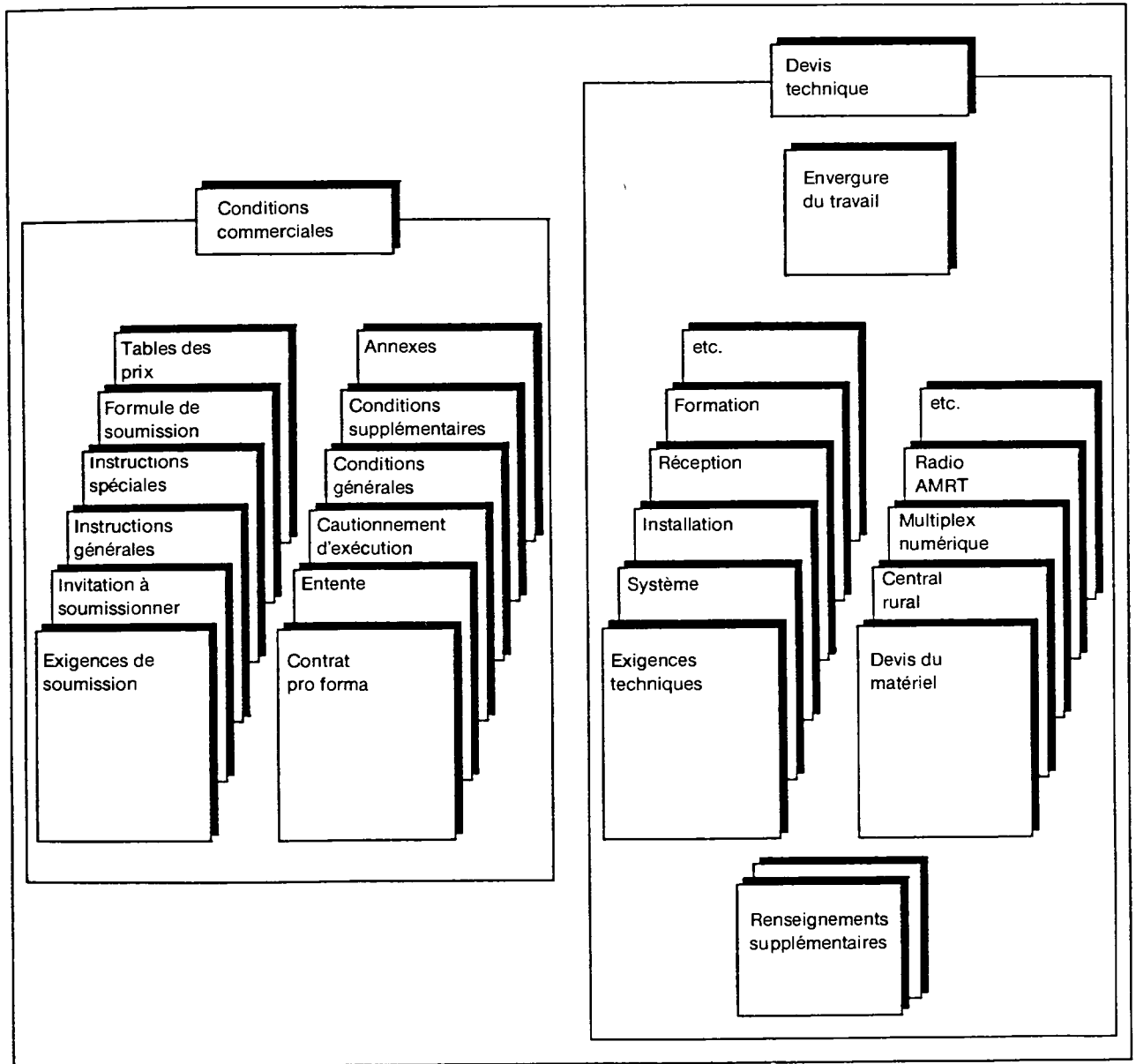


Fig. 17-2 Sections d'une demande de propositions typique

Annexe B

Abréviations

AMRF	<i>accès multiple par répartition en fréquence</i>
AMRT	<i>accès multiple par répartition dans le temps</i>
CCIR	<i>Comité consultatif international des radiocommunications</i>
CCITT	<i>Comité consultatif international télégraphique et téléphonique</i>
HF	<i>hautes fréquences</i>
MIC	<i>modulation par impulsions et codage</i>
ONU	<i>Organisation des Nations Unies</i>
PTP	<i>poste téléphonique public</i>
PW	<i>valeur actuelle (définition: voir glossaire)</i>
RFP	<i>demande de propositions</i>
RNIS	<i>réseau numérique avec intégration des services</i>
UHF	<i>ultra hautes fréquences</i>
UIT	<i>Union internationale des télécommunications</i>
VHF	<i>très hautes fréquences</i>
pW0	<i>pico-watts par rapport au point de référence zéro</i>
pW0p	<i>pico-watts par rapport au point de référence zéro, avec pondération psophométrique</i>

Annexe C

Glossaire

Administration. Un terme utilisé dans ce guide pour désigner une entreprise de télécommunications ou de téléphonie chargée de fournir les services téléphoniques; désigne des organismes gouvernementaux (comme les ministères des postes, téléphone et télégraphie) ainsi que des entreprises privées qui ont reçu le mandat de fournir les services.

Central de transit local. Un central utilisé à titre de point de commutation pour le trafic entre les centraux locaux dans une zone multi-centraux.

Central local. Un central auquel se terminent les lignes d'abonné.

Durée de maintien de l'appel. L'intervalle entre la capture et la libération du circuit ou du matériel de commutation.

Équivalent de référence. Méthode de mesure de l'atténuation au moyen de circuits de référence qu'on compare aux circuits réels.

Établissement des dimensions. Le processus d'optimisation de la taille d'une installation en fonction des exigences de trafic prévues et des objectifs de classe du service.

Heure la plus chargée. L'heure chargée est la période de 60 minutes consécutives pendant laquelle l'intensité du trafic ou le nombre de tentatives d'appels est la plus élevée dans un central ou sur un groupe de circuits.

Itération. Ce terme désigne une procédure informatique par laquelle on répète un cycle d'opérations afin de produire dans chaque cycle des résultats qui s'approchent de plus en plus du résultat recherché.

Période d'adaptation. La période pendant laquelle on prévoit que le prolongement d'une installation accroîtra la demande.

Réseau de jonction. Un réseau de circuits qui relie les centraux locaux, y compris les centraux de transit locaux.

Réseau de l'abonné. Un réseau de lignes reliant les installations de l'abonné à un central local. Ce terme est synonyme de «réseau local».

Réseau local. Un réseau de lignes reliant les installations de l'abonné à un central local.

Réseau numérique avec intégration des services (RNIS). Un réseau numérique intégré dans lequel les mêmes trajets et commutateurs numériques servent à l'établissement de connexions entre divers services, par exemple les transmissions vocales, de données, etc. Il est fondé sur l'établissement d'un trajet entièrement numérique entre chaque abonné. Le CCITT a adopté des normes sur l'interface et la qualité de transmission.

Tentative d'appel. Une tentative d'appel unique par un utilisateur ou un dispositif en vue d'établir une liaison téléphonique avec un autre abonné.

Valeur actuelle. La valeur actuelle désigne tous les événements économiques, revenus et dépenses jusqu'à un temps donné, exprimés sous forme d'une seule valeur au moyen du taux d'actualisation approprié. On appelle parfois la valeur actuelle «valeur réelle» dans d'autres ouvrages. Ces termes sont synonymes.

Annexe D

Bibliographie

Union internationale des télécommunications, CCITT, *Télécommunications rurales*, Genève, 1979.
(ISBN 9261008224)

Union internationale des télécommunications, *The Role of Telecommunications in Economic Development (with Special Reference to Rural Sub-Saharan Africa)*, D.G. Clarke et F. Laufenberg, Genève, 1981.

Union internationale des télécommunications, *Appropriate Modern Telecommunication Technology for Integrated Rural Development in Africa*, Genève, 1981.
(ISBN 92610081-X)

Union internationale des télécommunications, CCITT, *Étude de cas concernant un réseau rural*, Genève, 1982.
(ISBN 9261016227)

Union internationale des télécommunications, CCITT, *Planification générale des réseaux*, Genève, 1983.

Union internationale des télécommunications, CCITT, *Télécommunications rurales: supplément n° 1*, Genève, 1983.
(ISBN 9261016723)

Union internationale des télécommunications, *Le chaînon manquant: rapport de la Commission indépendante pour le développement mondial des télécommunications*, Genève, 1984.

Affaires extérieures et Commerce extérieur Canada, *Télécommunications Products and Services for World Markets*, Ottawa, 1989.

Freeman, Roger, *Reference Manual for Telecommunications Engineering*, New York, John Wiley & Sons, 1985.
(ISBN 0471867535)

NOTE: Le dernier titre est un livre; tous les autres sont des publications.

LIBRARY E A/BIBLIOTHEQUE A E



3 5036 20001571 0

DOCS
CA1 EA 87R77 FRE
Telecommunications rurales guide c
planification des projets
43255858



60984 81800



Affaires extérieures et
Commerce extérieur Canada

External Affairs and
International Trade Canada