

LE RESEAU DE TELEPHONIE RURALE DU CERCLE DE YELIMANE (MALI) : LE RESEAU ACTUEL, PROPOSITIONS POUR SON EXTENSION

Présentation générale:

Le réseau de téléphonie rurale, en service depuis deux ans au cercle de Yélimané, montre une solvabilité certaine de cette population rurale, qui bénéficie de ressources des migrants. Il suscite une forte demande d'extension du service : le réseau actuel dessert environ 300 abonnés de 12 villages, 700 demandes complémentaires ont été enregistrées.

Outre la poursuite de la solution actuelle classique, le raccordement au réseau général est proposé à base de satellites, le raccordement des usagers individuels pouvant alors être en solution radio, soit en technique DECT, soit par liaisons numériques individuelles. Pour des usagers isolés ou des villages éloignés, des solutions individuelles de liaison par satellite ou des cabines téléphoniques reliées au RTC par satellite sont également proposées.

Cette étude a été réalisée grâce au Ministère Français délégué à la coopération, au Centre Français de Solidarité Internationale qui a su fédérer les différents intervenants. A l'origine de cette action, la société GBH a montré des voies possibles d'allègement des coûts de raccordement d'abonnés en zone rurale, l'ADECYF association de migrants en France milite pour le développement du cercle de Yélimané et y participe financièrement, et conduit des actions dans le même sens pour les télécommunications.

Lors de notre arrivée au Mali, Monsieur le Député Koïta, Monsieur Traoré, président de l'ADESCY, nous ont remarquablement accueilli. Notre mission dans une vingtaine de villages du cercle de Yélimané a été conduite par Monsieur Lassana Niakaté, de l'ADCYF. Il nous a permis de rencontrer Monsieur le Commandant du cercle de Yélimané, les commandants des différents arrondissements, et les chefs et conseillers des vingt-deux villages visités.

Le président de la SOTELMA, Monsieur Samba Sow, ainsi que ses représentants à Kayes, nous ont reçus dans un parfait esprit de coopération.

Il nous reste à souhaiter que ce rapport de mission contribuera à une prochaine réalisation.

1. Introduction	2
2. Le cercle de Yélimané	3
3. Le système de téléphonie rurale en exploitation.....	7
4. Les besoins en télécommunications.....	14
5. Les voies possibles pour l'extension du réseau.....	18
6. Solutions pour le cas considéré	22
7. Actions proposées, conclusion	24
Table des matières détaillée	25

Annexes

1. INTRODUCTION

Après avoir été mis en rapport par CSDPTT¹, en 1995, GBH² et l'ADCYF³, en collaboration avec l'opérateur national la SOTELMA, ont entrepris une démarche novatrice afin de fournir, à un coût réduit, le service de télécommunications aux habitants du cercle de Yélimané (Mali, région de Kayes).

Une première mission a eu lieu en décembre 1995, elle a contribué à amener la Sotelma à mettre en œuvre une solution classique desservant 12 villages du cercle et deux proches du cercle.

La présente mission a été financée par la Coopération Française, à l'initiative de Messieurs Jean Marchal et Gérard Olivero, et du CFSI⁴ qui a fédéré les différentes actions. GBH nous a confié la mission de poursuivre les études préliminaires qu'ils avaient menées sur le cercle de Yélimané.

A cette fin une mission constituée de Lassana Niakaté, de l'ADCYF et d'André Socard et Martin Ntolla, du bureau André Socard Consultants s'est rendue sur le site en décembre 1998. Différentes autorités et les populations ont été rencontrées. Ce compte-rendu montre :

1. La satisfaction globale de la population et de l'exploitant pour le réseau en service.
2. La solvabilité de la population, le faible niveau du PNB par habitant étant compensé par les revenus apportés par les populations migrantes..
3. L'importance des besoins qui restent à satisfaire.

Il propose :

1. Différentes solutions pour satisfaire les aspirations de la population.
2. Une démarche d'expérimentation de solutions récentes : système AQUILA, choisi par RASCOM⁵ le 13 décembre 1998 pourrait expérimenter des terminaux satellitaires à alimentation solaire.
3. En liaison avec Aquila, des boucles locales radio utilisant la norme DECT seraient implantées, les terminaux DECT étant à alimentation solaire.
4. Des liaisons radio numériques pour des déports à des distances supérieures à une dizaine de kilomètres seraient également expérimentées.
5. Pour quelques villages isolés, un ensemble terminal Inmarsat - Publiphone (voir annexe 4) serait installé.
6. De réaliser une étude approfondie afin de proposer des solutions, village par village, en liaison avec la Sotelma.
7. De prévoir les formations spécifiques aux différents systèmes qui seraient implantés.
8. Les instruments permettant une évaluation technico-économique a posteriori.

¹ CSDPTT Coopération Solidarité Développement aux PTT, voir le site web Voir le site web cité en note 1 page 2 et csdptt@globenet.org

² GBH Voir projet Hélium sur le site web [http ;//perso.club-internet/sheintz/projet/helium.htm](http://perso.club-internet/sheintz/projet/helium.htm)

³ ADCYF Association pour le Développement du Cercle de Yélimané en France

⁴ CFSI Comité Français pour la Solidarité Internationale

⁵ RASCOM Regional Satellite Communications Organisation

2. LE CERCLE DE YELIMANE

2.1 Son enclavement

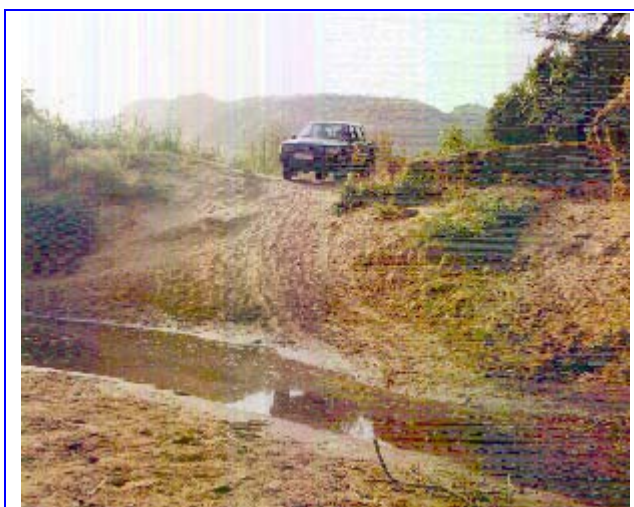
A l'ouest du Mali, dans une zone frontalière, les pays limitrophes étant la Mauritanie et le Sénégal, le cercle de Yélimané est particulièrement difficile d'accès. La carte ci-dessous localise Yélimané, à 390 km Bamako et à 115 km de Kayes, à vol d'oiseau.



Si en saison sèche, la route de Bamako à Yélimané est possible bien que longue et éprouvante, en saison des pluies, voyager par route de Bamako à Yélimané paraît relever de l'expédition. L'accès le plus pratique, de Bamako, reste le train de Bamako à Kayes, et la route de Kayes à Yélimané. Cette route n'est pas de viabilité permanente, mais les travaux de construction d'une nouvelle route Kayes - Yélimané ont commencé (janvier 1999). Cette route sera financée par l'Agence Française de développement, les travaux correspondants sont évalués à 88 millions de francs français (13,4 M€).

La voie ferrée Bamako - Kayes - Dakar, voie étroite et à voie unique, demande un entretien et une révision. Un train par jour dessert Kayes de Bamako, et inversement. Le trajet demande de 12 à 15 heures, les horaires ne paraissent pas être respectés avec une grande rigueur (le 22 décembre 1998, nous devions prendre le train à 7h15, par suite de retard à l'arrivée du train venant de Bamako, le départ a été annoncé reporté à 19h45, le départ réel fut donné à 21h environ et nous sommes arrivés à Bamako le 23 à 12h30). La réfection de la voie ferrée Bamako - Kayes - Dakar est prévue à l'aide d'un financement du FED.

Yélimané est cependant desservi par avion Air Mali, de Bamako, avec une fréquence de deux vols par semaine : un vol le lundi, un vol le vendredi. La ponctualité est encore moins respectée que par voie ferrée, si l'on en croit notre expérience, mais nous n'avons pas de statistiques pour évaluer cette régularité. Nos bagages n'avaient pas été embarqués, et c'était, pendant cette période du début décembre 1998, lot courant.



La nécessité de Véhicule 4 x 4

Au sein du cercle de Yélimané, les routes sont des pistes ou dans les zones cultivées semblables à des chemins agricoles d'Europe. Les cultures sont développées dans des zones inondables, ce qui assure une bonne fertilité mais illustre la difficulté d'accès à la saison des pluies.

En saison sèche, la route traverse parfois des lits asséchés de rivières ou lacs, avec donc des accidents de terrain qui nécessitent l'utilisation d'un véhicule 4 x 4. En saison des pluies, ces routes sont coupées jusqu'à ce que l'eau de la mare se soit évaporée ou ait été absorbée par le sol. Parfois, des liaisons entre villages sont si difficiles que l'on peut l'illustrer par un exemple. On utilise la charrette à âne, plus adaptée aux routes que l'automobile, fut-elle du type 4 x 4. Pour traverser la mare, on traverse à gué ou en nageant, les marchandises et bagages étant placés dans des calebasses que l'on pousse alors devant soi tout en nageant. Cet

exemple relève de l'anecdote, mais illustre ce que peut être l'enclavement de cette région.

2.2 Présentation générale⁶



Epis de sorgho

Le cercle de Yélimané, d'une surface de 5750 km² environ, comprend 90 villages groupant 136.000 habitants (voir annexe 1). La région de Kayes compte 1.200.000 habitants, le Mali 11.000.000 d'habitants pour 1.400.000 km². La population est jeune : 48% ont moins de 14 ans, taux de fertilité 7,33 enfant par femme.

Le cercle de Yélimané est divisé en quatre arrondissements (voir schéma page 6) :

- l'arrondissement du Kaniaga, chef lieu Kirané
- l'arrondissement du Diafounou, chef lieu Tanbakara
- l'arrondissement du Guidimé, chef lieu Yélimané
- l'arrondissement du Tringa, chef lieu Maréna

Région agricole, culture de mil, sorgho, fonio, maïs, coton, arachides etc. Elevage d'ovins, caprins et bovins et volailles. Des cultures maraichères, pour la consommation personnelle, peuvent être signalées.

Faible taux de scolarisation (10% environ alors qu'il est de 24% pour l'ensemble du Mali) des enfants, même en classes primaires : l'enfant est une main d'œuvre et donc une richesse disponible immédiatement. Des actions sont en cours pour améliorer la scolarisation, un objectif de 50% dans les années prochaines est

affiché. Pas de lycée dans le cercle, un lycée à Yélimané est prévu. Deux écoles dans le cercle ont été

⁶ Sources : <http://www.odyssee.net/~padamien/medaf/banque.html>
<http://www.maliembassy-usa.org>
<http://www.malinet.ml/mali>
<http://www.africances.fr/afrint/mincoop/mali.htm>
<http://www.sotelma.ml>

directement financées par les migrants : à Bougoudiré, trente migrants ont financé une école d'environ 30.000.000 de francs CFA (300.000 FF, 45.600 €) à Niogomera, cinquante migrants ont financés une école de 25.000.000 de francs CFA (250.000 FF, 38.000 €)

Pas de distribution d'énergie électrique. Le réseau de Yélimané est en cours de construction, des réseaux sont prévus à Tambacara et Laranguémou. A Yélimané, en décembre 1998, les poteaux étaient implantés, les tourets de câbles présents sur le site. Quelques groupes pallient les besoins ponctuels, l'énergie solaire est parfois utilisée : télécommunications, radiophare de radionavigation à Yélimané notamment.

Dans plusieurs villages, la distribution d'eau est installée, presque toujours sur financement des migrants. La première adduction dans le cercle a été réalisée à Kirané du Diafounou, sur financement des migrants.

Cette région, comme d'ailleurs toute la région de Kayes, en majorité Soninké, est caractérisée par un fort taux d'émigration : 10% de la population en Europe, avec des liens étroits avec la famille restée au pays. Les quelques exemples déjà cités montrent que la solvabilité de la population ne se mesurera pas en PIB par habitant, mais devra tenir compte de l'assistance de la population migrante.

Cet aspect, classique en Afrique, atteint dans cette région un niveau élevé en raison du grand nombre de migrants et surtout de la forte implication des migrants dans la vie et le développement local. Le PIB par habitant est estimé à 600 US\$, en estimant que les migrants injectent dans l'économie locale 30% de leurs revenus (ceci paraît une proportion élevée de leurs revenus, surtout qu'une grande majorité de ces migrants occupent des emplois modestes, mais ce chiffre est vraisemblable), le revenu par habitant est alors plus proche de 1200 US\$ soit environ 1000 €.

Signalons le jumelage de Yélimané et de Montreuil (Seine Saint Denis). La ville de Montreuil, en coopération avec les migrants et notamment l'ADECYF, construit un centre de formation à Yélimané, a construit un barrage permettant l'irrigation de toute une zone à Dionkoulané. Un barrage est en cours de construction à Kirané (Kianaga). Ce jumelage concerne l'ensemble du cercle.

Des ONG sont également actives dans cette zone. Signalons la fondation norvégienne STRØMME⁷ qui s'est consacrée principalement à la lutte anti-acridienne à l'origine, et maintenant à des actions de formation et de développement rural.

Au pays Soninké également, le jumelage Koréra Koré/Bures sur Yvette conduit à des échanges intéressants, et à la mise en place d'une cabine téléphonique utilisant Inmarsat (voir annexe 4)

Dans le domaine des télécommunications au Mali, des ONG spécialisés apportent matériels, transfert de technologie et formation (CSDPTT à Paris et RTSF⁸ à Tours).

⁷ Voir site <http://www.cirad.fr/web/prifas/sas/90f3.html>

⁸ Messagerie Association.RTSF@wanadoo.fr

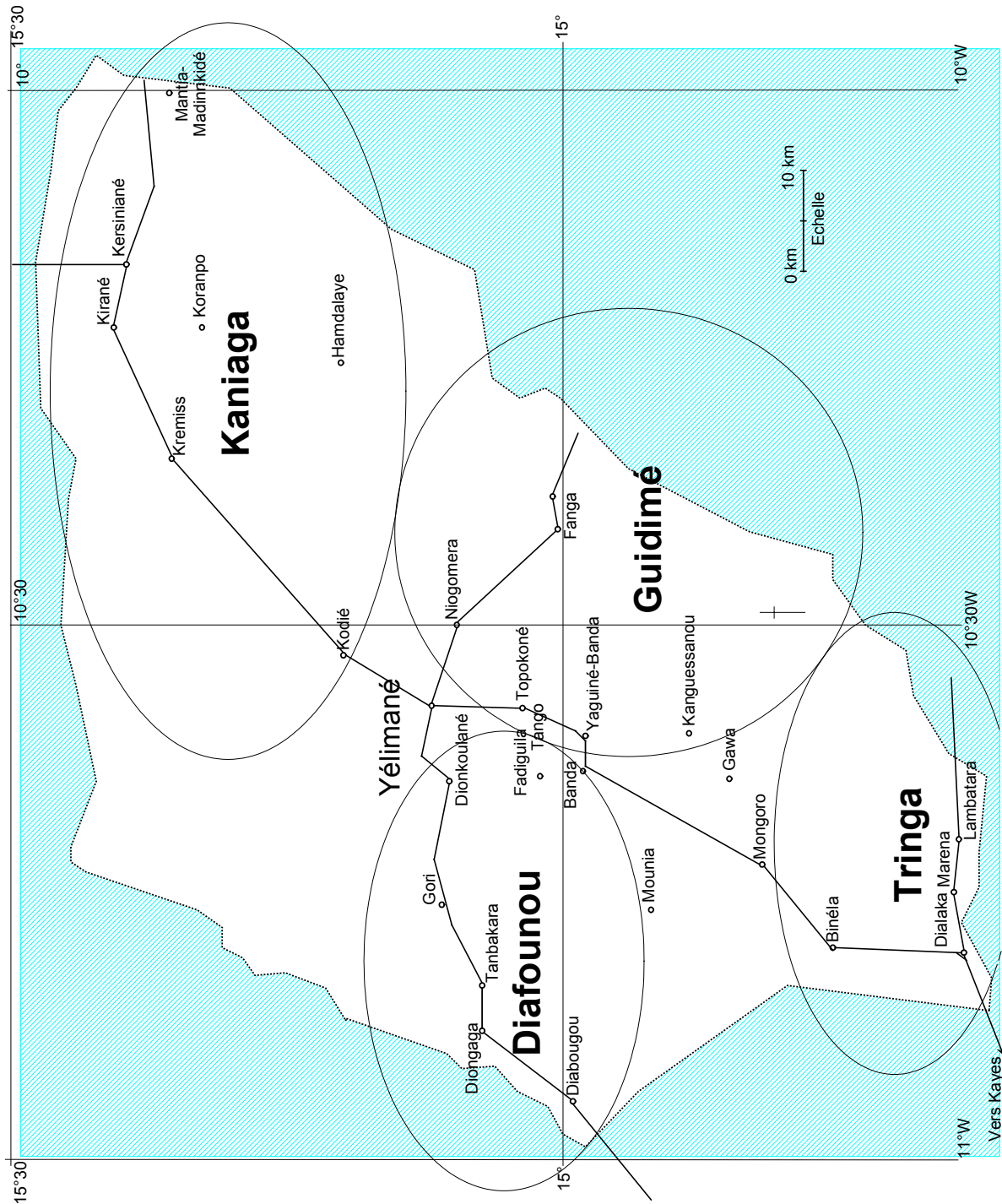


Schéma du cercle de Yélimané

3. LE SYSTEME DE TELEPHONIE RURALE EN EXPLOITATION (décembre 1998)

3.1 L'extension de ce système.

Le système en exploitation dessert douze villages du cercle de Yélimané. Ce réseau dessert deux autres villages extérieurs au cercle.



Le pylône de Dialaka, entrée du RTC au cercle de Yélimané

Dans le Kaniaga :

Laranguemou	10 abonnés
Kirané	19 abonnés
Kersignané	5 abonnés

Dans le Diafounou :

Dionkoulané	24 abonnés
Yaguiné	16 abonnés
Gory	20 abonnés
Tanbakara	27 abonnés
Diongaga	60 abonnés
Koméolou	18 abonnés
Yélimané	41 abonnés

Dans le Tringa

Dialaka	10 abonnés
Maréna	13 abonnés

Extérieurs au cercle :

Segala	10 abonnés
Koniakari	21 abonnés

Soit 263 abonnés au sein du cercle et 31 en zone limitrophe au cercle.

Ce réseau a été implanté en 1996, il est donc récent.

L'étude initiale du réseau comprend en réalité 24 villages choisis par la Sotelma à l'aide de critères technico-économiques, c'est à dire les villages où l'on pouvait espérer, à la suite de l'étude de marché et d'une étude technique préliminaire qui avaient été menées, la meilleure rentabilité. L'ensemble de l'investissement nécessaire pour cette réalisation de 1996 aurait été de 8 millions

de Francs français (soit 1,22 M€).



Le relais de Binéla

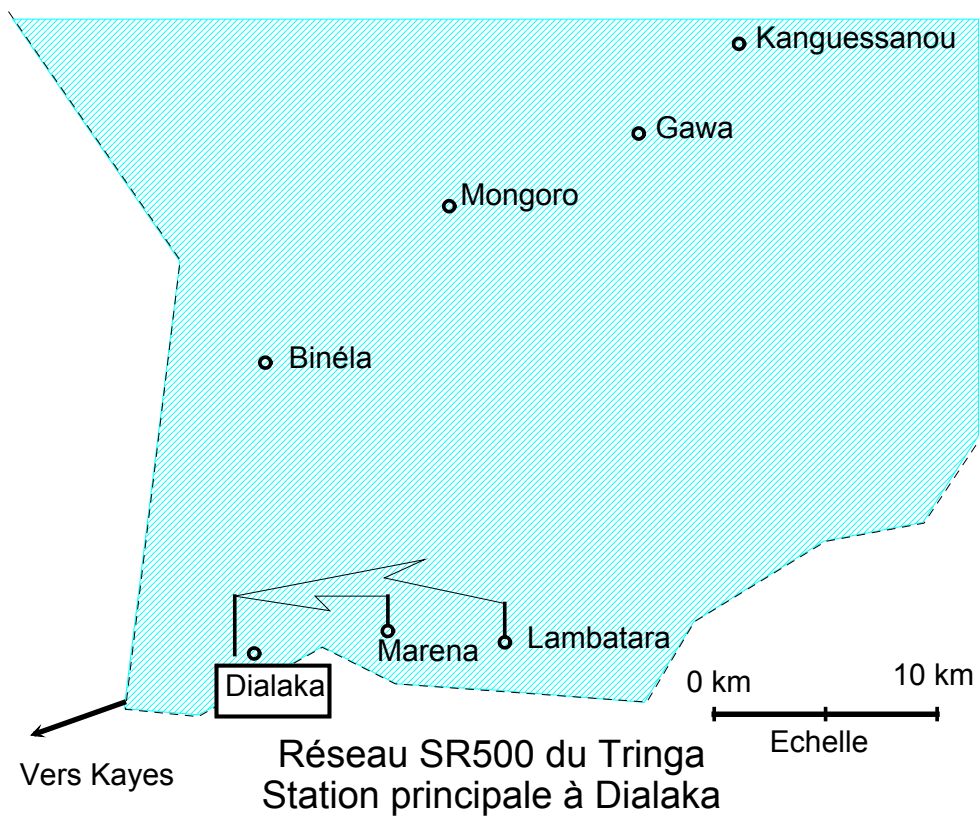
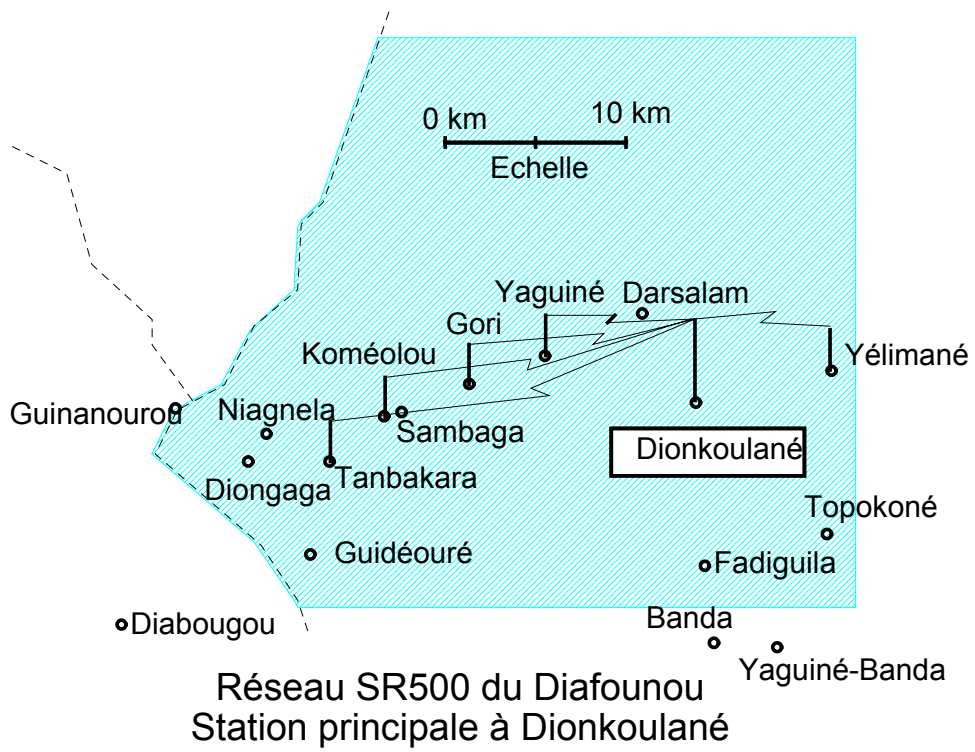
3.2 La technique utilisée.

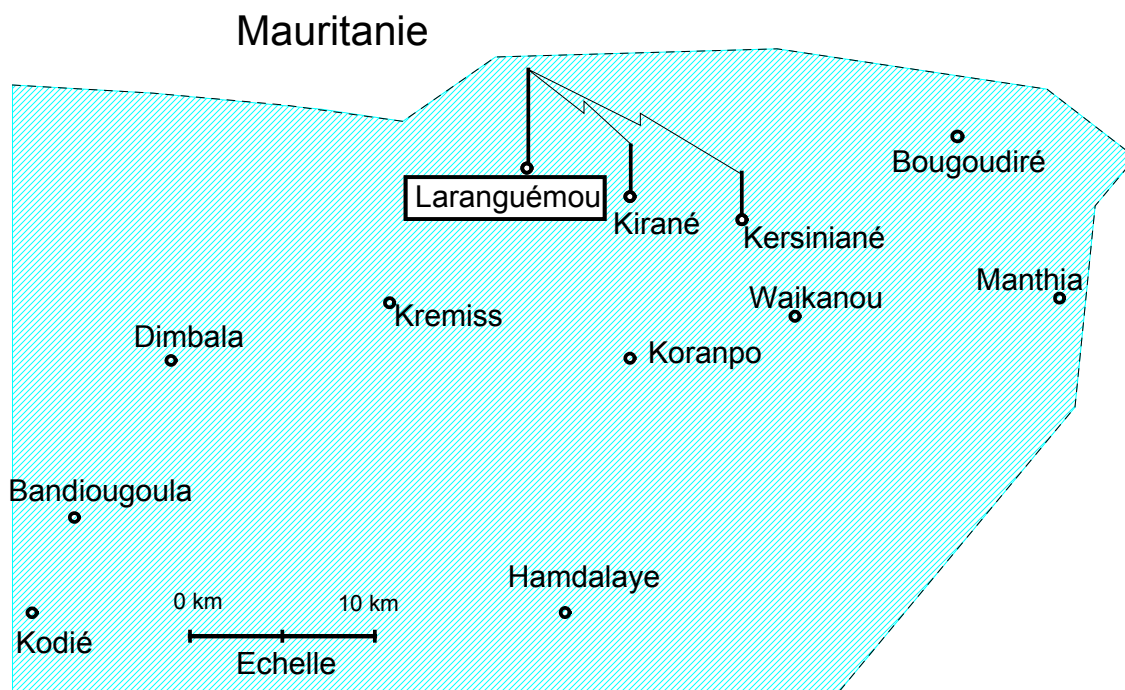
Les abonnés sont déportés du central téléphonique de Kayes (centre à autonomie d'acheminement CAA) : aucune commutation ou concentration n'est implantée hors de Kayes.

La technique utilisée est classique : faisceau hertzien avec distribution terminale vers les différents villages en accès multiple, distribution filaire cuivre au sein de chaque village. Le matériel utilisé, SR500 de SR Telecom Inc. est un matériel Canadien. Le raccordement de ces équipements au central de Kayes ne s'effectue pas avec l'interface classique G703 à 2 Mbit/s, mais en analogique deux fils RON/TRON.

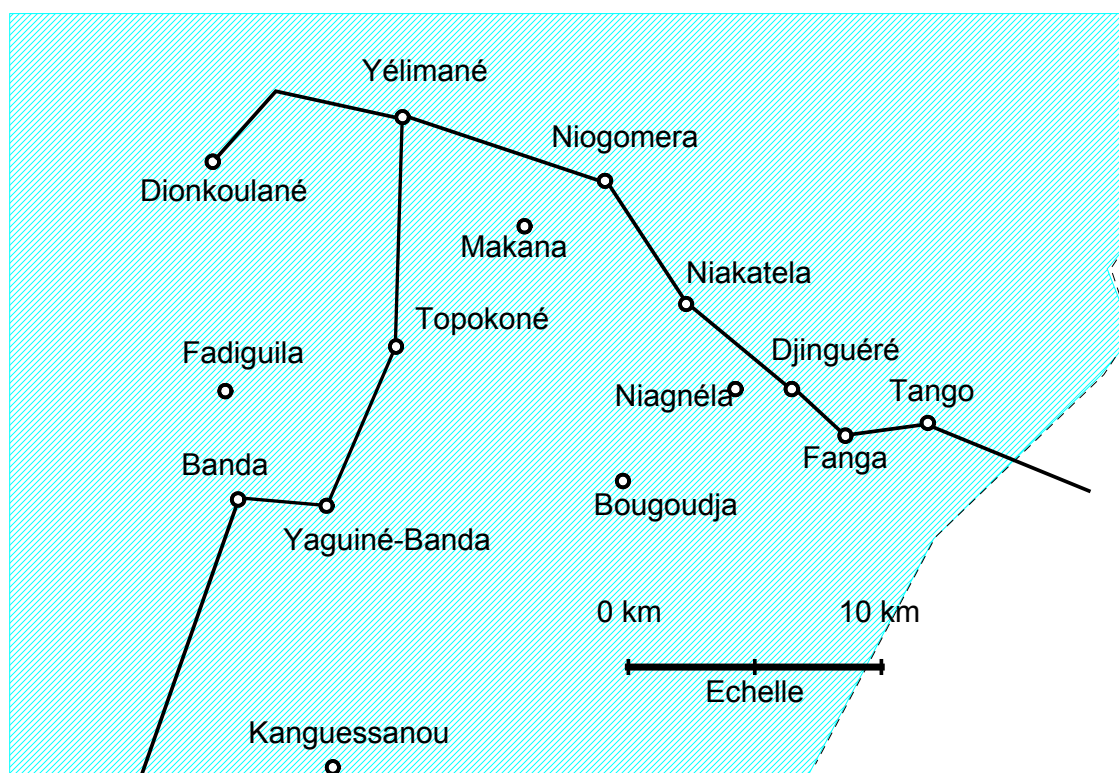
La figure jointe montre l'arête dorsale de ce réseau, qui va de Dialaka à Laranguémou en passant par :

Un répéteur à Binéla, une distribution locale à Dionkoulané pour les villages du Diafounou, un deuxième répéteur à Dimbala, et une distribution finale à Laranguémou pour les villages du Kaniaga. Les équipements de Dialaka assurent la distribution aux villages du Tringa et aux deux villages de Segala et Koniakari extérieurs au cercle.





Réseau SR500 du Kianaga
Station principale à Laranguémou



Le guidimé



3.3 Les extensions possibles à très court terme.

Le système SR500 employé permet, par simple adjonction de cartes d'abonnés, une première extension. Le réseau cuivre demanderait alors un complément, mais très réduit.

Une extension du système actuel porterait sur une douzaine de villages et serait réalisée dès 1999. Un financement de 4 millions de dollars canadiens (soit environ 15,6 MFF ou 2,4 M€) permettrait cette réalisation. En effet, nous avons pu remarquer que les emplacements des pylônes avaient déjà été piquetés dans certains villages, par exemple à Bougoudiré, à Fanga et Tango.

Le premier goulot d'étranglement pour le raccordement de nouveaux abonnés est la capacité du central de Kayes, actuellement de 1200 abonnés environ. Au programme 1999 l'adjonction de 1000 lignes complémentaires a été commandée à Bosch Telecom, elle est prévue être effective au mois de septembre 1999. Si l'on considère les questions d'encombrement, l'état de la liaison Kayes - Bamako est le deuxième goulot d'étranglement. Et risque d'être encore plus visible lorsque l'on accroîtra le nombre d'utilisateurs (voir le paragraphe 3.4.2).

Possibilités d'extension, à très court terme, du système SR500 (le nombre des abonnés actuels est rappelé):

		extension possible
Dans le Kaniaga :		
Laranguemou	10 abonnés	+ 0
Kirané	19 abonnés	+ 15
Kersignané	5 abonnés	+ 29
Dans le Diafounou :		
Dionkoulané	24 abonnés	+ 10
Yaguiné	16 abonnés	+ 18
Gory	20 abonnés	+ 14
Tanbakara	27 abonnés	+ 7
Diongaga	60 abonnés	+ 8
Koméolou	18 abonnés	+ 16
Yélimané	41 abonnés	+ 27

Dans le Tringa		
Dialaka	10 abonnés	+ 0
Maréna	13 abonnés	+21
Extérieurs au cercle :		
Segala	10 abonnés	+ 0
Koniakari	21 abonnés	+13

En effet la modularité des cartes du système est de 10 ou n x 34 abonnés potentiels. Un extension de 178 abonnés, dont 163 du cercle de Yélimané, sera donc possible au cours de l'année 1999, ce qui porterait le nombre d'abonnés de 294 actuellement (dont 263 au sein du cercle de Yélimané) à 472, soit 426 au sein de cercle et 44 hors du cercle. Notons que le site web de la Sotelma indique le nombre de 381 abonnés potentiels pour ces 14 villages. Cette différence demanderait une investigation complémentaire, si l'on veut calculer au mieux le coût rapporté à l'abonné. Il semble que la modularité de principe de 10 et 34 devrait être complétée par la modularité des cartes de raccordement des abonnés. Un financement complémentaire, pour passer de 294 à 472 est nécessaire. Cet investissement comprendrait :

L'extension du central de Kayes, qui sera réalisée prochainement.

Une adjonction aux réseaux de câbles cuivre.

Et certainement une adjonction de cartes de lignes du SR500.



A Bougoudiré, le piquetage du pylône a été effectué

Cependant, une connaissance plus détaillée du système SR500 permettrait une analyse approfondie.

Comme dit auparavant, l'ensemble de l'investissement nécessaire pour cette réalisation de 1996 aurait été de 8 millions de Francs français (soit 1,22 M€) et rapporté aux 294 abonnés de la première phase, de 27.200 FF par abonné, ou 4.150 €, somme qui paraît bien élevée. Si on rapporte cette somme aux 472 potentiels (et en omettant les charges complémentaires citées), le coût par abonné est ramené à 17.000 FF environ, soit 2.600 €, ce qui est élevé par rapport aux coûts dans les zones denses, mais très raisonnable en milieu africain.

3.4 La qualité de service.

L'évaluation de la qualité de service ne peut être que très subjective : aucun indicateur de qualité n'est disponible, caractéristique habituelle des opérateurs des pays émergents qui ont des difficultés à maintenir le réseau.

On peut cependant donner une impression : la demande d'extension du service téléphonique, dans le cercle de Yélimané, est très forte, comme le chapitre suivant le montre. Globalement, la population est donc satisfaite du service. Il nous a été signalé la présence d'un système de téléphonie rurale à Nioro du Sahel, qui serait basé sur le même principe, et qui serait fortement critiqué. Cette différence d'appréciation, si elle est confirmée, montre l'aspect très subjectif d'une évaluation de la qualité de service par une enquête non formalisée auprès de la population, et même une enquête formelle risque de rendre compte d'une mauvaise impression qu'amplifie une dynamique de groupe. L'homme de la rue nous a dit, au Cameroun : le matériel X ne vaut rien, et au Mali : le matériel Y ne donne pas satisfaction.

3.4.1 La disponibilité.

Quels sont les quelques chiffres que l'on a pu noter :

Les exploitants du système de transmission, en un peu plus de deux ans de fonctionnement, ont eu deux ou trois pannes du matériel qui ont nécessité leur intervention hors des périodes d'entretien systématique. L'équipe de maintenance fait le tour de l'ensemble des installations chaque mois. Elle effectue alors les opérations de maintenance préventive et corrective. Une panne peut affecter tout un village, et si l'équipe de maintenance est en opération sur un autre site, le temps de réparation devient important. Le système SR500 ne comporte pas de commutation automatique normal/secours (de toutes façon, les cartes d'abonné ne sont jamais secourues). En saison des pluies, l'équipe de maintenance peut tarder à accéder au site : **si le système de télécommunication permet de désenclaver une région, la maintenance est tributaire de l'état des routes.**

La maintenance est effectuée depuis Kayes. On peut évaluer le MTTR (temps moyen de la panne pour être réparée, mean time to repair) à une quinzaine de jours. Rappelons que dans les calculs de disponibilité effectués dans certains pays européens, le MTTR pour une panne nécessitant une intervention immédiate est de quelques heures (2 ou 4 heures), et pour une panne sur un équipement secouru qui demande alors une intervention différée, le MTTR est alors de 48 heures. Il est donc normal que la disponibilité due aux pannes des équipements soit faible dans le cercle de Yélimané, si l'on compare à celle que l'on observe en Europe. Un village peut être coupé du téléphone pendant une quinzaine de jours, voire plus en saison des pluies, sans que la qualité du matériel ou de l'organisation de la maintenance puisse être obligatoirement mise en cause.

La construction de la nouvelle route Kayes - Yélimané permettra d'améliorer la disponibilité des systèmes de télécommunication et donc contribuera, non seulement au désenclavement physique de cette zone, mais également à son désenclavement virtuel par les moyens de télécommunication.

3.4.2. Encombrement.

On a pu remarquer lors de notre séjour, la difficulté d'accès à Bamako, aussi important que l'accès à Paris ou Londres. On a pu penser que ceci était du à la faible capacité de l'artère Kayes - Bamako. La Sotelma nous l'a confirmé, et on a pu comprendre que le faisceau hertzien Kayes - Bamako encore en technologie analogique, était insuffisant pour écouler le trafic. Une station terrienne serait prévue à Kayes. Son implantation s'avère urgente, ou du moins une rénovation de l'axe Kayes - Bamako, par voie satellitaire, hertzienne, voire par câble à plus long terme, est nécessaire.

La satisfaction des abonnés résulte d'un ensemble assez complexe où se mêlent la disponibilité au sens « bon état des équipements », et accès au service au sens de n'être pas soumis à un phénomène de congestion. Un autre point mérite d'être signalé : la facturation.

3.4.3 Facturation.

Certains abonnés nous ont signalé l'intérêt d'avoir un certain contrôle de leur facture. L'exploitant d'une cabine téléphonique avait une facture de 10.000 FF (1.000.000 FCFA) pour 5 (cinq) jours alors que sa consommation mensuelle est habituellement de 8.000 FF (800.000 FCFA). D'autres nous ont fait part de la même demande de facturation détaillée. Le central de Kayes peut disposer d'un palier logiciel permettant de satisfaire cette demande. Cependant, le passage de la version 6 à la version 7, selon la dénomination du fabricant du central (Bosch Telecom), est évaluée à 800.000 FF environ (122.000 €), qu'il faut rapporter à l'ensemble des 2500 abonnés de ce central après extension, soit 320 FF (50 €) par abonné.

Ce paramètre n'est pas à négliger et entre dans l'appréciation globale de la qualité de service.

4. LES BESOINS EN TELECOMMUNICATIONS

4.1 La consommation actuelle, dans les douze villages reliés.

Les revenus issus de l'implantation actuelle ne sont pas disponibles, ou restent confidentiels. Un avis qualitatif nous a été donné par un interlocuteur qualifié de la Sotelma : la téléphonie rurale est rentable. Nous n'avons pas pu dégager de valeur fiable du montant moyen de facture mensuelle des particuliers.

Les prix pratiqués en cabine sont :

à la cabine publique de Yélimané :

Pour Yélimané	170 FCFA (0,26 €)	pour 3 minutes
Pour Kayes	735 FCFA (1,12 €)	pour 3 minutes
Pour Bamako	1500 FCFA (2,29 €)	3mn
Pour les pays limitrophes	2605 FCA (3,97 €)	3mn
Pour la France	4930 FCA (7,52 €)	3mn
Pour les USA, l'Afrique du Sud l'Arabie Saoudite	9000 FCA (13,72 €)	3mn

à une cabine privée de Yélimané :

Pour Yélimané	450 FCFA	les 3 minutes
Pour un village du Diafounou	900 FCFA	les 3 mn
Pour Nioro du Sahel	1200 FCFA	les 3 mn
Pour Bamako	1650 FCFA	les 3 mn
Pour Kayes	900 FCFA	les 3 mn
Pour la France	5250 FCFA	les 3 mn
Pour Londres	7500 FCFA	les 3mn.

Dans chacune des cabines, le mode de taxation est identique : l'opérateur chronomètre la durée de la conversation et facturera en fonction de la durée, selon le barème des prix. La facturation de la Sotelma à la cabine privée s'effectue par un décompte du nombre de taxes de base. Une marge est donc dégagée par l'exploitant de la cabine en facturant chaque minute commencée en minute complète due. Certains exploitants de cabines privées offrent des services complémentaires : fonction d'écrivain public (rédigeant ou lisant les messages), de relais commerciaux (prise de commande pour les commerçants). La cabine téléphonique assure un service de réception : un commerçant de Kayes, ou un migrant, cherche à joindre un habitant de Yélimané. Le message est passé au gestionnaire de la cabine, avec proposition de rendez-vous téléphonique, qui délègue un coursier, en moto, en charrette à âne, ... afin de prévenir l'intéressé. Ce service sera facturé de 300 à 500 FCFA, en plus de la réception elle-même facturée 300 ou 500 FCFA selon les cabines.

Cette activité d'exploitant de cabine téléphonique paraît lucrative. La cabine est souvent confiée à un employé, il y a création d'au moins un emploi par cabine.

L'exploitant d'une cabine nous a déclaré payer en moyenne, à la Sotelma, 800.000 FCFA (1200 €) par mois. Sa marge étant certainement au minimum de 20%, l'investissement en aménagement de la cabine faible, un bon salaire est dégagé.

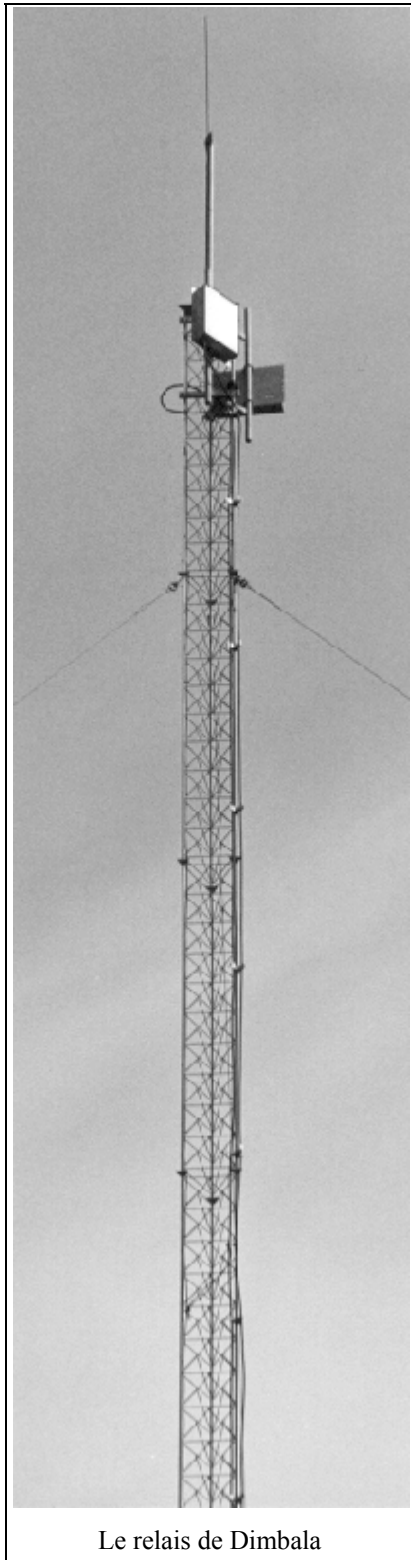
4.2 Les besoins exprimés

L'ADCYF a réuni les demandes, par l'intermédiaire des migrants en France.

Ces demandes sont récapitulées dans le tableau ci-dessous (quelques demandes complémentaires ont déjà été déposées à l'ADCYF depuis notre retour de mission) :

Demandes de téléphone

Cercle de Yélimané



Nom du Village	Nombre de postes à prévoir
KANGUESSANOU	48
WAIKANOU	28
NIOGOMERA	40
BENA	15
GUIDEOURE	10
DARSALAM	11
TABAKA	15
BANDIOUGOULA	30
KORANPO	15
TANGO	15
MAKANA	13
BOUGOUDIRE	15
DJINGUERE	6
NIAGNELA (du Diafounou)	16
BOUGOUDJA	4
FANGA	25
SAMBAGA	31
GUINANOUROU	15
MANTHIA	7
LAMBATARA	40
NIAGNELA (du Guidimé)	15
NIAKATELA	15
DIAKONE	20
TAMBACARA	20
KODIÉ	100
KERSIGNANÉ (du Diafounou)	85
Total	654

On voit que la demande est très importante puisque l'on passerait de 263 abonnés aujourd'hui à près de 1000. Cette évaluation a été transmise, par l'ADCYF à Monsieur Samba Sow, Président de la Sotelma, lors de notre séjour.

Avant une réalisation, une enquête devra être réalisée par les services responsables, dans les villages, afin d'actualiser et valider ces chiffres.

Lors de nos visites, les discours des chefs de villages et des porte-parole ont été dans le même sens : le téléphone est un besoin essentiel :

- A la communication avec les villages voisins, et avec les centres économiques et administratifs, Kayes ou Bamako.
- A la communication avec les migrants, afin de leur annoncer les événements marquants au village (comme les inondations en 1998), ou tout autre besoin.
- Pour demander la venue du médecin ou toute autre demande d'intervention d'urgence.
- Pour des questions de sécurité, intervention auprès des autorités, etc.

Pour téléphoner, certains se rendent à Kayes d'où des frais de voyage et subsistance pouvant atteindre 10.000 ou 20.000 FCFA.

Le besoin de communication migrant - parent resté au village est très fort, pour des besoins variés : solution d'un problème de santé, de scolarité, de nourriture parfois (le sac de mil, de riz touchant à sa fin).

Parfois l'attrait du téléphone est simplement motivé par le besoin de montrer son appartenance à une classe assez aisée, mais le moteur principal est le besoin de communication, et la nécessité du désenclavement.

Parfois, lors de la première enquête de la Sotelma, les populations locales n'ont pas cru à la venue à court terme du téléphone, ou ont mal perçu l'intérêt. Maintenant, comme nous avons déjà dit, une boîte de Pandore a été ouverte, et le besoin en téléphone s'est répandu dans tout le cercle. Nous sommes dans un cas typique de modèle épidémique de développement de la demande, modèle classique rencontré dans diverses études de marché.

4.3 Les autres besoins non cités sur le tableau.

Pour certains villages ou centres ruraux, non cités dans le tableau ci-dessus, l'installation d'une cabine téléphonique permettrait la connexion du village au reste du monde (exemples : Gréou près de Fanga, Kardidi dans la commune rurale de Diongaga, etc.).

Ces besoins ont été exprimés par des représentants de ces villages et par des Commandants d'Arrondissement, car des problèmes de sécurité, vol de bétail par exemple, sont à signaler, notamment près de la frontière.

Lors de cette mission, nous n'avons pas dénombré ces besoins, il suffirait, avec la liste des villages de l'annexe 1 à ce rapport, de préciser avec les différents acteurs, les besoins complémentaires non listés. Nous n'avons pas dénombré les cabines exploitées par des privés. A Yélimané, nous avons une cabine exploitée par la Sotelma et 3 cabines privées, soit une cabine pour dix abonnés individuels. A Yaguiné, il y a une cabine pour seize abonnés individuels. Il est certain que dans certains villages isolés, une cabine publique est suffisante, et qu'une cabine publique serait utile dans chaque village, ne serait ce que pour des questions de confidentialité et s'affranchir si nécessaire du poids social familial.

La question qui subsiste et qui mériterait que l'on s'y attarde est de savoir s'il vaut mieux une cabine exploitée par un privé ou une cabine à carte. La cabine à carte serait à prévoir dans les zones où le trafic prévu est faible pour justifier un opérateur à temps complet, mais il faut prévoir une structure de vente de cartes. Des solutions du type Koréra Koré peuvent être suggérées. Notons que la solution Koréra Koré met en place une structure très originale de micro - opérateur, avec l'accord de la Sotelma, et permet, avec un investissement inférieur à 50.000FF, de proposer à un prix relativement compétitif des communications avec les migrants en Europe, et à un prix certes élevé, une connexion au réseau téléphonique commuté et notamment Bamako. Si des cabines publiques sont installées, nous pensons que la cabine vitrée telle que nous connaissons en France, est mal adaptée au climat, une construction en pisé est bien mieux adaptée, et permettrait de faire quelques économies.

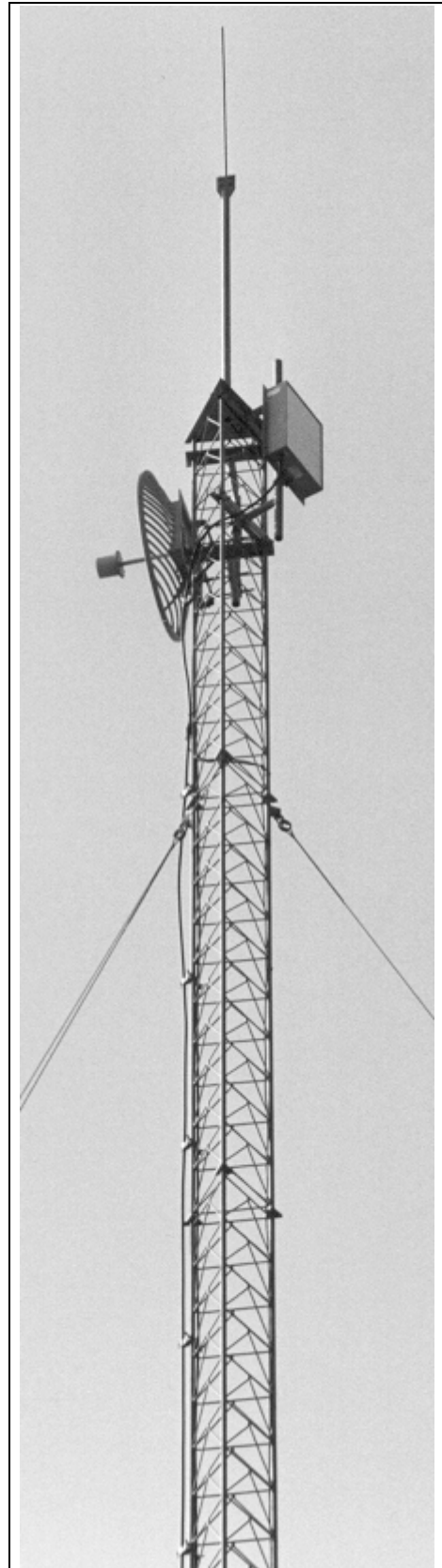
4.4 Le besoin en Internet.

Rappelons l'absence d'électricité permanente : quelques groupes électrogènes permettent de satisfaire des besoins momentanés. Cette situation est appelée à se modifier rapidement. Rappelons que l'électrification des villages de Yélimané, Laranguémou et Tambacara est en cours ou projetée. Le taux d'alphabétisation est encore

faible. Sur le réseau actuel, on peut se raccorder à Internet. Cependant, le besoin en raccordement Internet est nul à ce jour. Il est nécessaire de prévoir l'accès, des cabines téléphoniques pourraient alors devenir des télécentres et offrir le service de messagerie électronique et les autres services liés à Internet.

Dans l'immédiat, le besoin essentiel est la communication vocale. Le protocole TCP/IP trouvera, dans cette région, son intérêt lorsque les terminaux permettant la transmission de la parole répondront à une norme largement répandue et autoriseront une qualité compétitive avec celle du réseau téléphonique classique. Il faudra attendre quelque temps avant qu'Internet soit utilisé par une poignée d'usagers dans tout le cercle comme messagerie, aide au commerce ou moyen d'information par navigation de site web en site web.

Cependant, il faut suivre de très près toutes les expérimentations de voix sur TCP/IP actuellement effectuées dans les pays riches et examiner les possibilités d'extension à des zones rurales. Le mode de facturation sur IP (le forfait) peut être une solution originale et économique pour ces zones.



Le pylône de Laranguémou

5. LES VOIES POSSIBLES POUR L'EXTENSION DU RESEAU.

5.1 La première voie : poursuite de la solution classique

C'est la solution actuellement installée au cercle de Yélimané. Rappelons la cependant. Elle consiste à raccorder le client abonné par une paire de cuivre jusqu'à un PC point de concentration. La fonction de ce PC est de rassembler les paires unitaires pour les raccorder sur un câble multipaire. Cette fonction "concentration" est différente de la fonction concentration que l'on rencontre dans un concentrateur, en commutation téléphonique. Les câbles sont ensuite de capacité plus élevée, à l'aide de pièces de division, pour arriver à un sous-répartiteur. Dans ce sous-répartiteur, une affectation des paires des abonnés est effectuée en fonction des connections, déconnections et modifications d'abonnements. Notons que sur le cercle de Yélimané, la faible dimension des réseaux cuivre ne nécessite pas l'emploi de sous-répartiteurs. Enfin des câbles de plus grande capacité conduisent au commutateur téléphonique. Cette dernière partie est, en zone rurale, souvent réalisée à l'aide de faisceau hertzien. Dans ce réseau de distribution, on peut parfois implanter des multiplexeurs flexibles, technique utilisée en zone dense de pays développés, mais souvent coupler cette flexibilité dans le multiplexeur associé à un faisceau hertzien, en y incluant une fonction de prélèvement d'une partie du multiplex (fonction appelée habituellement A/D ou D/I)

Notons tout de suite les limites de cette technique:

Implanter ce réseau en souterrain conduit à des coûts de premier investissement élevés. L'installation en aérien, la plus pratiquée, conduit à un manque de fiabilité en Afrique: l'humidité et la pluie détériore rapidement les connexions du PC, des interventions intempestives tant sur les câbles qu'au sein des sous-répartiteurs, conduit à des désordres et à une faible disponibilité.

5.2 Les satellites

Limitons nous à citer les différentes réalisations de satellite prévues à court terme, et aux fins de montrer les tendances et l'évolution, et pour l'histoire rappelons quelques systèmes, pionniers dans le domaine du service mobile par satellite, à partir des années 1995. Nous passerons rapidement sur les satellites de la constellation Iridium, malgré la récente ouverture du service (le service de la constellation des satellites IRIDIUM a été ouvert au début du mois de novembre 1998). Nous étudierons par contre de façon plus approfondie l'utilisation du système AQUILA, qui est nommément dédié à la téléphonie rurale. Ce système Aquila⁹ a de plus été choisi par RASCOM.

5.2.1. Les satellites géostationnaires "GEO".

Les satellites les plus couramment utilisés aux fins de télécommunication sont des satellites géostationnaires. Les stations terriennes ont alors des antennes fixes (ou quasiment fixes, elles se bornent à suivre les dérives du satellite), ces antennes peuvent être de grande dimension. L'altitude de ces satellites équatoriaux, telle que leur période d'orbite soit synchrone de la terre, soit une rotation en 23h 56mn 4s, sera de 36000 km environ. Cette altitude élevée nécessite une antenne de station au sol de grande dimension, à moins que le satellite ne diffuse une PIRE importante, soit à l'aide d'antennes embarquées à grand gain (cas des VSAT), soit à l'aide de répéteurs de grande puissance.

Notons que ces satellites, équatoriaux, ne sont pas adaptés aux télécommunications des zones à latitude élevée, c'est une des raisons pour lesquelles l'ex URSS a lancé des satellites à défilement et peu ou pas de satellites géostationnaires.

5.2.1.1 INMARSAT

Ce sigle désigne en fait toute une famille de satellites et de terminaux associés. INMARSAT A, terminal analogique destinés aux télécommunications marines, avec une parabole d'un mètre de diamètre, et un berceau à cardan pour compenser les mouvements du navire. Le terminal M utilise des communications numériques afin

⁹ Voir <http://perso.club-internet.fr/sheintz> et notamment <http://perso.club-internet.fr/sheintz/mater/aqu.htm>

d'améliorer la qualité des communications, et de diminuer la taille, le poids et le prix de ce terminal. La famille des satellites INMARSAT, depuis les premiers satellites dénommés MARISAT, a vu leur puissance rayonnée s'accroître pour maintenant permettre, avec les satellites INMARSAT III et les terminaux INMARSAT P, de disposer de terminaux portables relativement légers comme le terminal « Mini M ». Des nouveaux services sont à l'étude. Les développements complémentaires conduisent au concept ICO.

Notons l'adjonction à une station INMARSAT d'un Publiphone à carte, qui permet de réaliser, avec une alimentation en énergie solaire, une cabine téléphonique autonome. Cette solution, en cours de mise en œuvre à Koréra Koré dans le cadre du jumelage Koréra-Koré - Bures sur Yvette (Essonne), est décrite en annexe 4. (voir le site <http://perso.club-internet.fr/sheintz>).

5.2.1.2 AMSC et TELESAT.

Ces deux compagnies ont lancé en 1995 et 1996 deux satellites, identiques MSAT. Ils offrent des services de voix et données en AMRF (et plus précisément en SCPC). La PIRE disponible et le G/T du satellite ne permettent pas d'établir des liaisons avec des terminaux de poids faibles. Ce système est lié au réseau de téléphone cellulaire analogique AMPS des Etats Unis. Les satellites retransmettent entre différents opérateurs du réseau AMPS les voies téléphoniques et signalisations associées afin de permettre le maintien de la communication en changeant d'opérateur de réseau (fonction souvent appelée par le terme anglo-saxon roaming). Une autre utilisation est d'assurer un service téléphonique mobile directement de terminaux vers le satellite. (notons qu'AMSC, avant de lancer son propre satellite, a assuré la fonction de gestion de flotte de camions en utilisant le positionnement par GPS et les liaisons de données offertes par INMARSAT C).

Chacun des satellites est muni de deux antennes de 5.2 m de diamètre, une émission, l'autre réception, l'émission et la réception utilisant la bande L (1 - 2 GHz). Les différents faisceaux couvrent les Etats Unis et le Canada. Une petite antenne en bande Ku (12,5 - 18 GHz) assure les liaisons entre les satellites et les stations terriennes, d'une part pour les conversations téléphoniques, d'autre part pour les fonctions de gestion et de coordination entre les stations terriennes.

5.2.1.3 Optus B Mobilesat

Avant même les satellites AMSC/TELESAT, un service mobile téléphonique utilisant les satellites avait été offert en Australie par Optus Communications, à l'aide des satellites Mobilesat. A l'aide de terminaux à bord de véhicules, on pouvait communiquer de tous les endroits d'Australie. Ce service est alors un complément au service de téléphonie mobile par réseau terrestre. L'angle de site pour certaines régions d'Australie est assez faible (30° à l'extrémité sud-ouest de l'Australie), ce qui parfois interrompt le service en raison d'obstacles.

5.2.1.4 Tendances des satellites géostationnaires pour service téléphonique mobile

Différents projets et concepts ont été avancés pour des satellites géostationnaires, bien que les projets de satellites à orbite médiane ou basse soient actuellement plus nombreux et plus avancés. Ces satellites géostationnaires seraient des satellites multifaisceaux, afin de rayonner une PIRE et surtout une densité surfacique importantes, comme les VSAT classiques. Inversement, le G/T du satellite permettrait de disposer de terminaux d'abonnés de faible dimension, poids et prix.

Le service mobile téléphonique comprendrait outre le téléphone, la télécopie, la transmission de données, soit par commutation de circuit, soit par commutation par paquets. Des satellites offrent parfois des services de télécommunications interactifs et la distribution de télévision.

Citons les satellites de télécommunication, non dédiés à la téléphonie mobile : PanAmSat, Astrolink, Celestri (qui comporte des satellites géostationnaires et une constellation de satellites en orbite basse).

3.2.1.5 Le système AQUILA

Ce système comprend deux satellites géostationnaires qui offriraient en Afrique des services de télécommunications (téléphonie, télécopie, données, paging, diffusion de télévision numérique à 2 ou 4 Mbit/s, diffusion d'audio numérique). Il est lié à un segment terrestre qui assure la fonction commutation. Les terminaux d'utilisateurs, à simple ligne, se contentent d'une antenne parabolique de 90 ou 120 cm, la passerelle multiligne vers le réseau public commuté sera munie d'une parabole de 3 à 3,50 m. Les satellites sont multifaisceaux, chacun des satellites disposant de 18 faisceaux. Les objectifs de prix de communication sont ambitieux : inférieurs à 0,50 FF la minute pour une communication nationale. Les bandes Ku (12,5 - 18 GHz), C (4 - 8 GHz) et X (8 - 12,5 GHz) seraient utilisées. L'accès multiple utilise l'AMRF et l'AMRT. L'ouverture commerciale pourrait être prévue dès l'année 2000.

Les terminaux sont soit individuels, soit à huit lignes, ce qui permet la distribution à un village, car le dispositif d'accès multiple effectue une concentration.

5.2.2 Les satellites non géostationnaires

Les satellites géostationnaires, comme nous avons vu précédemment, ont comme inconvénients, en raison de leur altitude élevée, 36000 km:

- un budget de liaison nécessitant une PIRE et un G/T élevés tant pour le satellite que pour les terminaux
- un temps de propagation non négligeable.

Les satellites non géostationnaires n'offrent cependant pas que des avantages. Pour assurer le service téléphonique ou de la transmission de données en temps réel, il faut assurer la liaison, aux deux extrémités, de chacun des terminaux d'utilisateurs avec un satellite. Ces satellites sont couramment dénommés Big LEO, gros satellites en orbite basse. Pour des applications spécifiques, telles que messagerie basse vitesse, transmission de données pour messagerie électronique, localisation, des satellites plus petits et formant des constellations de relativement faible nombre de satellites ont été dénommés Little LEO, petits satellites en orbite basse.

Le premier exemple de système de satellites en orbite basse est (sauf erreur de notre part) le système lancé par Orbcom en 1995 et dont le service a été offert dès février 1996. Le service consistait en une messagerie numérique. Orbcom Maghreb prévoit d'assurer ce service prochainement pour l'Afrique de l'Ouest, la constellation comprenant 36 satellites.

Nous citerons les systèmes

- Iridium, projet de Motorola et qui est en service opérationnel, mais le coût des communications est très élevé. De plus, la « gateway » pour l'Afrique est à Jeddah, ce qui va conduire à un coût de communication qui devra être pénalisé par celui du secteur terrien. : une conversation téléphonique du Mali en France est facturée 38,22F la minute (5,82 €) et de la France vers le Mali 36,42 F la minute (5,55 €).
- Globalstar, projet de Loral et dont le lancement simultané de douze satellites a échoué au début du mois de septembre 1998, ce qui risque de retarder quelque peu la mise en service opérationnelle de ce système.
- ICO, projet issu de l'organisation mise en place pour Inmarsat.

et enfin Vitasat, ECCO, Ellipso, Spaceway, Skybridge, Teledesic, etc.

Certains de ces projets sont décrits en référence [3], ou sur les site Internet

<http://perso.club-internet.fr/sheintz>

<http://iridium.fr>

<http://tdcom.fr>

5.3 La boucle locale radio.

5.3.1 Le CT2.

Normalisé, du moins en interface radio, par l'ETS 300-131. 40 canaux dans la bande 864,1 MHz - 868,1 MHz. La parole est codée à 32 kbit/s en MICDA (en Anglais ADPCM), chaque canal, d'une largeur de 100 kHz, transportant une voie 72 kbit/s parole bidirectionnelle en mode ping-pong, 1ms dans chaque sens (TDD : Time Division Duplex). La modulation est du 2 GMSK, FSK gaussien à deux états.

L'allocation des canaux est dynamique, l'accès multiple à répartition de fréquences AMRF (en Anglais FDMA, Frequency Division Multiple Access) permet donc 40 conversations simultanées.

Le CT2 présente un certain nombre de variantes. Le CT2 classique a une portée de 300 mètres en zone libre, et de 100 à 200 mètres en ville. La localisation automatique (en Anglais roaming) n'est pas possible, pour France Telecom, une localisation manuelle était installée (CT2/CAI+). Le changement de borne en cours de conversation (hand-over) n'est pas possible : la mobilité est donc très réduite.

La version Tangara de la SAT (cf. réf. [10] et documentation privée) permet, par un changement du multiplex du mode ping-pong, et par augmentation de puissance et utilisation d'antennes directionnelles, d'obtenir une portée de 10 km.

5.3.2 Le DECT.

Sa faible portée de l'ordre du kilomètre est, pour certaines zones, une caractéristique qui pourrait éliminer des techniques candidates. Le WLL s'appuyant sur le DECT est plus approprié à un réseau local en zone assez dense. Cependant, lié aux faisceaux hertziens, ou encore mieux, à un terminal satellite à faible nombre de lignes, il peut s'avérer un candidat. En téléphonie rurale, si des boucles locales radio ont déjà été réalisées en norme CT2, nous avons trouvé peu de réalisations en norme DECT, bien que des propositions aient été faites lors de différents appels d'offres internationaux.

5.3.3 Le GSM.

124 porteuses HF, dans la bande 890-915 MHz pour la voie montante, station mobile MS vers station de base BTS, et dans la bande 935-960 MHz pour la voie descendante. (2 fois 25 MHz, extension possible à 164 porteuses en utilisant les bandes 882-915 et 927-960 MHz). Chacun de ces 124 canaux permet par répartition temporelle AMRT 8 canaux de trafic. En espace libre, la portée est de l'ordre de 10 km.

Si, d'un point de vue du concept, la complication de ce système dû à la localisation du mobile et à la possibilité de changement de station de base au cours de la conversation téléphonique est superfétatoire, le déploiement important de ce système permet un coût compétitif en zone où le taux de raccordement téléphonique est élevé. C'est dans ce cas un candidat pour une application de boucle locale radio. Le coût important d'une station de base ne permet pas, économiquement, son introduction pour des villages à faible nombre de clients.

5.3.4 Le DCS 1800.

Très proche dans sa conception du GSM, il utilise deux fois 75 MHz dans la bande des 1800 MHz (1710-1785 MHz bande montante et 1805-1880 MHz pour la bande descendante). Si les fréquences élevées utilisées n'autorisent pas les portées du GSM, le nombre de 374 porteuses permettra un trafic plus élevé que le GSM : ce sera la norme adoptée pour les centres urbains denses à fort trafic. Pour notre application en zone rurale, cette norme n'est pas adaptée.

5.3.5 Autres propositions.

D'autres propositions sont envisageables, mais nous n'avons pas les éléments suffisants pour les évaluer, ni même pour les décrire avec suffisamment de précision. Ils sont assez divers, des normes se dégagent (3RP par exemple) et peuvent répondre à nombre de cas. Ces liaisons radio numériques (Kenwood par exemple) permettent des déports de 10 à 50 km. C'est une solution particulièrement attractive pour relier une cabine téléphonique de villages isolés.

L'objectif est de rechercher si d'autres usages peuvent être déterminés à partir de technologies qui ont très largement évolué, mais dont l'évolution a été très largement masquée par la fantastique irruption de la norme GSM (ou DCS 1800) mais dont l'équilibre économique n'est possible qu'en zone dense.

La démarche est donc de réaliser une étude technico-économique, s'appuyant sur des technologies anciennes profondément renouvelées par la numérisation et d'offrir des services qui ne sont pas de la téléphonie complète, mais en proposant des services à des coûts extrêmement bas (communication de village à village avec des appareils 3RP, etc.)

Ce sont des solutions qui vont être mises en place à l'ESMT de Dakar (<http://www.esmt.sn>).

6. SOLUTIONS POUR LE CAS CONSIDERE

6.1 Cadre général.

Il semble naturel de considérer cinq solutions et leurs extensions :

1. L'extension du système SR500 actuel
2. L'utilisation du satellite Aquila
3. La mise en place de boucle locale radio
4. L'installation de déports radio numériques
5. La mise en place de Publiphones INMARSAT du type Koréra Koré avec prolongation du type 3RP

En fonction de l'urgence des besoins, des coûts, de la dimension des villages et des besoins exprimés pour chaque village, nous nous proposons un cadre de solutions.

Le choix définitif se fera en s'aidant d'une analyse économique fine, comme proposée en annexe 3, des financements possibles et des délais de mise à disposition des équipements.

6.2 Les propositions de types de systèmes.

Nous proposons :

Dans les villages où le système SR500 est implanté, de pratiquer l'extension en ajoutant quelques cartes au système, et en étendant le réseau cuivre.

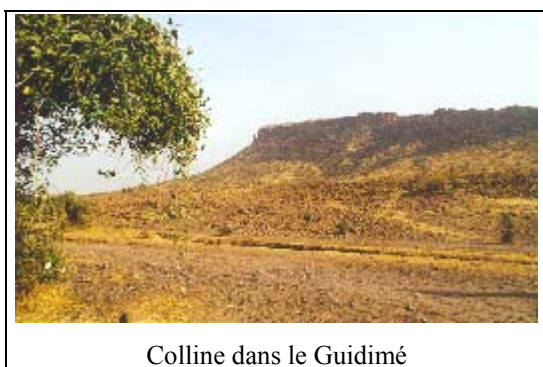
Dans les villages non desservis à ce jour :

Expérimenter le terminal Aquila à 8 lignes, dans la mesure où il est disponible assez tôt. Dans une première phase, il utiliserait un VSAT. Il serait couplé au WLL de type DECT d'Alcatel. Bien que la solution WLL soit handicapée par le coût de l'alimentation solaire, il nous paraît intéressant de l'expérimenter afin d'optimiser l'ensemble terminal DECT - alimentation solaire et envisager une production en série d'un produit alimentation solaire dédié au terminal DECT.

Dans les petits villages, une cabine téléphonique utilisant le terminal individuel Aquila, relié à un VSAT et qui serait ultérieurement relié à un satellite Aquila.

Dans certains petits villages où la relation "migrants - village" est très importante, la solution type Koréra Koré serait implantée.

Le choix entre ces différentes solutions ferait l'objet d'une étude technico-économique détaillée en utilisant les données des industriels, dont les premiers éléments pourraient être les résultats de l'étude esquissée en annexe 3.



Des considérations géographiques seront également à prendre en compte. Une étude cartographique, en faisant des coupes de terrain avec le rayon de la terre à $4/3$ du rayon réel, comme il est d'habitude pour étudier les bonds terrestres des faisceaux hertziens, montrent la difficulté de desservir par cette méthode la vallée Niogoméra - Fanga - Tango en raison de la présence de collines s'élevant à plus de 400 m. La desserte de Kanguessanou est également difficile par faisceau hertzien. Pour des questions d'accessibilité et de maintenance, il n'est pas question d'implanter une station de faisceau hertzien sur un point haut. De plus, l'étude sur carte a montré qu'il était impossible de trouver un point haut en visibilité directe de

Fanga, Tango et les différents villages de cette vallée. Pour dégager la première zone de Fresnel, il faudrait dresser un pylône de grande hauteur. Pour cette région, un relais de faisceau hertzien, à implanter dans la vallée, sera nécessaire.

Le nombre des demandes déjà exprimées s'élevant à 654, la demande totale peut être évaluée, pour la première année, à au moins 700. A un coût par abonné de 27.200 FF, le budget global serait de l'ordre de 20 MFF (2,9 M€).

Une partie de l'infrastructure est déjà en place, mais une nouvelle extension du central de Kayes serait encore nécessaire, et l'aspect parfois prototype de certaines techniques peut amener certains surcoûts. Ceci est donc simplement un ordre de grandeur qui nécessite un examen complémentaire.

Il faudra, malgré l'introduction de techniques émergentes, veiller à une certaine homogénéité des équipements afin de faciliter la tâche des agents de maintenance, éviter des frais de formation et limiter l'importance des stocks de cartes de rechanges.

On a pu remarquer le manque d'informations sur l'importance du trafic et le niveau de la qualité de service, alors que ces données seraient particulièrement intéressantes pour évaluer les possibilités de développement de la téléphonie rurale. Il serait intéressant d'ajouter aux financements prévus, un faible complément destiné à permettre l'évaluation de ce type de réseau, tant d'un point de vue technique en terme de disponibilité et qualité de service qu'en terme économique et ainsi mieux promouvoir la téléphonie rurale en Afrique sub-saharienne.

7. ACTIONS PROPOSEES, CONCLUSION.

Nous proposons que les différents acteurs qui pourraient être impliqués dans ce développement de la téléphonie rurale dans le cercle de Yélimané étudient plus avant les actions à prendre et qu'une concertation s'instaure afin de permettre un développement harmonieux et concerté.

Le réseau réalisé en 1996 montre l'intérêt des populations devant cet élément de désenclavement. Il est difficile de s'en tenir à cette première réalisation. En reprenant l'expression d'un de nos interlocuteurs à Bamako : une boîte de Pandore a été ouverte. Ce premier réseau montre la solvabilité de ces populations rurales, si un service réel est apporté. De plus une telle réalisation est parfaitement dans l'esprit du codéveloppement qui préside aux initiatives actuelles. Les migrants du cercle de Yélimané, regroupés au sein de l'ADECYF sont prêts à participer au financement d'une partie de la réalisation, au besoin en participant au capital de la SOTELMA dans le cadre de l'ouverture de son capital au public (l'Assemblée Générale de la Sotelma du 28 décembre 1998 s'est montré favorable à l'ouverture du capital, la loi correspondante devrait être promulguée prochainement). Une estimation très grossière de l'investissement à prévoir, pour satisfaire les besoins actuels, serait de l'ordre de 20 Millions de francs français (environ 3 millions d'Euros).

RASCOM ayant choisi, le 13 décembre 1998, le système Aquila pour réaliser la téléphonie rurale par voie satellitaire en Afrique, nous voyons là un champ d'introduction, dans des conditions réelles, de ce concept qui doit devenir un « standard » dans les pays Africains membres de RASCOM.

Les terminaux Aquila pourraient être implantés et expérimentés, avec des boucles locales radio. Les terminaux individuels soit satellitaires, soit des boucles locales radio, couplés à une alimentation en énergie solaire optimisée pourraient être implantés et évalués in situ, après les développements nécessaires.

Pour quelques villages isolés, nous proposons d'approfondir, c'est à dire d'étudier le coût et optimiser les solutions :

1. Des possibilités de dépôts radio numériques (équipements Kenwood par exemple).
2. De la solution valise Inmarsat couplée à un Publiphone.

Il est nécessaire de poursuivre des investigations afin d'affiner l'estimation budgétaire de la réalisation future, en rassemblant des éléments permettant de répondre à la comparaison économique entre les différentes solutions (voir annexe 3).

En liaison avec les industriels, les formations spécifiques seraient abordées dès la conception du projet.

Il est souhaitable, dès la conception du projet, que les différents partenaires mettent en œuvre les moyens permettant immédiatement après la mise en exploitation d'évaluer le projet, tant en ses aspects techniques et de qualité de service (ceci est tout à fait possible avec la solution avec lien INMARSAT mini M dont la tarification est par seconde et où la tarification détaillée explicite chaque numéro) qu'en termes de revenus pour l'opérateur et de retombées économiques pour la région.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction.....	2
2. Le cercle de Yélimané.....	3
2.1 Son enclavement.....	3
2.2 Présentation générale.....	4
3. Le système de téléphonie rurale en exploitation.....	7
3.1 L'extension de ce système.....	7
3.2 La technique utilisée.....	7
3.3 Les extensions possibles à très court terme.....	11
3.4 La qualité de service.....	12
3.4.1 La disponibilité.....	12
3.4.2. Encombrement.....	13
3.4.3 Facturation.....	13
4. Les besoins en télécommunications.....	14
4.1 La consommation actuelle, dans les douze villages reliés.....	14
4.2 Les besoins exprimés.....	14
4.3 Les autres besoins non cités sur le tableau.....	16
4.4 Le besoin en Internet.....	16
5. Les voies possibles pour l'extension du réseau.....	18
5.1 La première voie : poursuite de la solution classique.....	18
5.2 Les satellites.....	18
5.2.1. Les satellites géostationnaires "GEO".....	18
5.2.2 Les satellites non géostationnaires.....	20
5.3 La boucle locale radio.....	20
5.3.1 Le CT2.....	20
5.3.2 Le DECT.....	21
5.3.3 Le GSM.....	21
5.3.4 Le DCS 1800.....	21
5.3.5 Autres propositions.....	21
6. Solutions pour le cas considéré.....	22
6.1 Cadre général.....	22
6.2 Les propositions de types de systèmes.....	22
7. Actions proposées, conclusion.....	24
Annexes :	
1. Population des villages du cercle de Yélimané	
2. Le système Iridium	
3. Proposition de comparaison distribution filaire/distribution radio sur un exemple	
4. Exemple d'un système : installation d'un téléphone public à Koréra Koré	
5. Les personnalités rencontrées	