

New Architectures for Videocommunication local Area Network

B.COUSIN*, L.KAMOUN+,
R.CASTANET*, H.HENRY+, A.MORA+

ENSERB
351 Cours de la Libération
33405 Talence cedex
FRANCE

* LaBRI : Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique

+ IXL : Laboratoire pour l'étude de l'intégration des composants et des systèmes électroniques

Abstract

We study new architectures for videocommunication networks using electronic switching matrices. The matrix architecture enables numerous topologies to be built. We propose a software tool to evaluate these different topologies. We study two main topologies : the linear and the circular topologies. The evaluation shows the linear topology is better than the circular topology.

Logically, videocommunication networks include two subnetworks : one for image transmission, and the other for the command transmission. The first prototype implementation of our network uses two independent and specialized networks. We propose to integrate image and command subnetworks on the same medium using frequency division multiplex.

Keywords

Local area network, video image, topology, evaluation, fiber optic.

1. INTRODUCTION

Le projet RETINE concerne la conception de réseaux locaux pour la diffusion d'images. Le développement de ces réseaux est nécessaire pour assurer le partage des équipements lourds d'acquisition et de traitement d'images. Ces réseaux doivent supporter les transmissions d'images vidéo-analogiques et d'images numérisées. Ainsi le développement de réseaux locaux à très haut débit est vital pour la transmission interactive et en temps réel. Le support physique privilégié de transmission de ces réseaux locaux est la fibre optique.

Le projet comprend trois réseaux différents : un réseau numérique à intégration de services (RNIS) [1], un réseau local à très haut débit [2], et un réseau de vidéocommunication. Le troisième réseau est présenté ici. C'est un réseau utilisant des matrices de commutation électroniques reliées entre elles par fibres optiques via des coupleurs optoélectroniques pour la transmission d'images vidéo [3].

Les matrices de commutation permettent de réaliser de nombreuses topologies. Nous proposons donc un outil d'évaluation de ces différentes topologies [4]. Cet outil explore toutes les configurations d'une topologie, et détermine ainsi son adéquation.

Deux aspects de cette conception seront discutés dans ce papier après une courte présentation (2^{ème} partie) : l'évaluation des deux topologies circulaire et linéaire (3^{ème} partie), et l'étude de l'architecture du système de commandes permettant le contrôle à distance des équipements vidéo (4^{ème} partie).

2. PRESENTATION

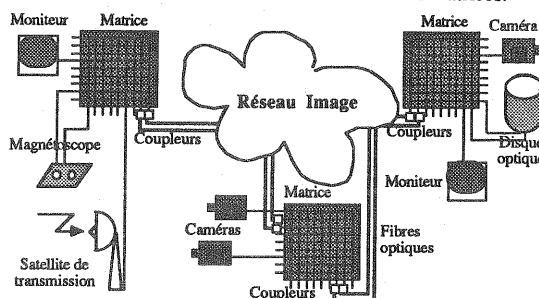
Lorsque la distance entre les noeuds d'un réseau est grande, et si on veut atteindre des débits de transmission très élevés, le choix du support de transmission la fibre optique a l'avantage d'avoir une bande passante très large, un coefficient d'affaiblissement très faible, une immunité totale aux interférences électromagnétiques et une isolation galvanique entre les équipements d'extrémité. Cependant, les pertes dans le canal de transmission et dans les connecteurs entraîne un affaiblissement très important de la puissance, déjà faible, émise par les sources optiques. Ainsi une électronique sophistiquée est nécessaire pour le traitement du signal reçu. Nous utilisons donc la fibre optique associée à un choix judicieux d'émetteurs et récepteurs optiques et d'amplificateurs à faible bruit, pour connecter entre elles les stations du réseau.

Malgré l'existence de techniques de compression, la transmission numérique nécessite une bande passante plus large que la transmission analogique. La transmission d'images vidéo nécessite une bande de l'ordre de 4 à 30 MHz, alors que la transmission en temps réel d'images numérisées de haute définition (non comprimées) nécessite une bande de 200 à 2100 MHz [5]. De plus, les réseaux numériques à haut débit nécessitent des technologies très rapides et coûteuses. Par conséquent, la première étape du projet RETINE est la conception et la réalisation d'un réseau analogique pour la diffusion d'images vidéo, la seconde étape étant celle d'un réseau numérique.

La diffusion de l'information à toutes les stations soulève les problèmes de distribution de la lumière et de perte de puissance lors du passage par un noeud du réseau. Ces problèmes sont extrêmement difficiles à résoudre pour la topologie en bus [7]. Cette topologie implique une perte de puissance optique considérable si le nombre de stations est important et si le pourcentage de puissance déviée et absorbée par chaque récepteur est important. Pour ces raisons techniques et économiques, nous avons choisi une transmission optique point à point.

Notre réseau de vidéocommunication doit assurer de multiples fonctions comme : l'accès aux banques d'images (disque optique, magnétoscope, ...), la connexion de toutes les sources d'images (télévision, canal satellite, caméra, ...), la diffusion des images aux puits d'images, le traitement analogique ou numérique des images, et le contrôle à distance des équipements de vidéocommunication.

Pour assurer ces services, nous proposons l'architecture générale suivante (Figure 1). Le réseau est formé de matrices de commutation placées dans différents noeuds. Ces matrices sont interconnectées par fibres optiques via des coupleurs optoélectroniques. Ces coupleurs convertissent les signaux optiques en signaux électriques, et vice versa. Les équipements vidéo sont interconnectés à travers les matrices.



- Figure 1 - Architecture générale

L'architecture du Réseau permet l'obtention de plusieurs topologies. Les deux topologies de base sont la topologie linéaire et la topologie circulaire (Figure 2 et 3). La différence entre ces deux topologies réside dans la manière dont les matrices sont interconnectées. Dans la topologie circulaire, chaque matrice est connectée de manière identique : chaque matrice possède deux voisins. Alors que dans la topologie linéaire la première et la dernière matrice sont connectées à un seul voisin. Ces deux topologies sont imposées par l'installation linéaire de la fibre optique sur le campus universitaire. Des topologies en étoile ou en anneau peuvent être employées dans d'autres cas.

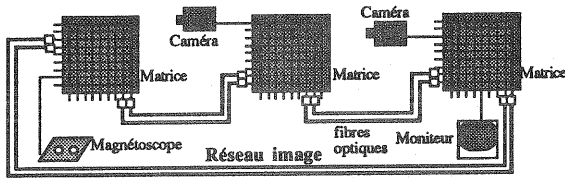
Il est à noter que ces deux topologies utilisent la même topologie physique (4 fibres optiques), leurs coûts sont donc approximativement identiques. Il n'est pas évident de décider quelle topologie est la meilleure. La topologie circulaire est régulière, mais la topologie linéaire a plus de connexions. Nous proposons d'étudier et d'évaluer différentes topologies de réseaux. Ces topologies sont évaluées en utilisant le logiciel TOPE [9].

3. EVALUATION

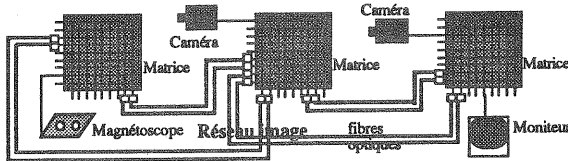
Nous définissons la topologie $T = \langle S, F \rangle$ à évaluer, par l'ensemble S de ses sites, et l'ensemble de ses liens physiques représenté par la fonction F . La fonction F définit le nombre de liens reliant un couple de sites. Elle est définie de $S \times S$ vers N , où N est l'ensemble des entiers naturels.

Par exemple, la topologie circulaire (Figure 2) $T1 = \langle S, F1 \rangle$ définie sur trois sites $S = \{1, 2, 3\}$ est décrite par la fonction $F1$. La topologie linéaire (Figure 3) $T2 = \langle S, F2 \rangle$ est décrite par la fonction $F2$.

$$F1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad F2 = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$



- Figure 2 - Topologie circulaire -



- Figure 3 - Topologie linéaire -

Nous définissons les besoins des utilisateurs $U = \langle L, B \rangle$, par l'ensemble des liaisons logiques intéressantes représenté par la fonction L , et par la fonction B qui permet de les pondérer. La fonction L définit le nombre de liaisons devant relier chaque paire de sites. Elle est définie sur $S \times S \rightarrow N$. La fonction B modélise la fréquence d'utilisation ou d'importance des liaisons les unes vis-à-vis des autres. Elle est définie sur $S \times S \times N \rightarrow R$, où R est l'ensemble des réels. L'expression des besoins des utilisateurs à l'aide des fonctions L et B , en fonction des liaisons et non des liens, facilite cette expression indépendamment de la topologie et du routage. Les deux fonctions formalisent les critères nous permettant de comparer deux topologies basées sur le même ensemble de sites. La normalisation de la fonction B impose que :

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in N} B(i, j, k) = 1.$$

La matrice $[k, l]$ représente la matrice où seule la composante (k, l) n'est pas nulle :

$$\forall i \neq k \in S, \forall j \neq l \in S [k, l](i, j) = 0, \text{ alors que } k, l = 1.$$

Soit deux matrices $M1$ et $M2$, on note par $M1 \leq M2$ la relation :

$$\forall i \in S, \forall j \in S, M1(i, j) \leq M2(i, j).$$

On note par $\|M\|$ le poids d'une matrice. Il est défini par :

$$\|M\| = \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} M(i, j).$$

Par exemple, les deux topologies précédentes sont évaluées vis-à-vis des besoins suivants. Les utilisateurs désirent deux liaisons entre chaque stations.

$$L = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 2 \\ 2 & 2 & 0 \end{bmatrix}$$

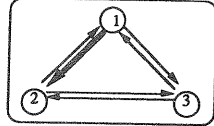
Le besoin d'obtenir ces liaisons est uniformément réparties :

$$\forall i \in S, \forall j \in S, \forall k \in J0 \dots L(i, j), B(i, j, k) = 1 / \|L\|.$$

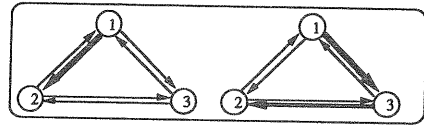
$$B_{k \in \{1,2\}} = \begin{bmatrix} 0 & 0.08334 & 0.08333 \\ 0.08334 & 0 & 0.08334 \\ 0.08333 & 0.08334 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0.08333 & 0 & 0.08333 \\ 0.08333 & 0.08333 & 0 \end{bmatrix}$$

Bien évidemment, une liaison logique pour exister dans une topologie doit prendre corps par l'intermédiaire des liens physiques de cette topologie. L'ensemble des liens d'une liaison constitue son support. On remarque qu'une même liaison peut avoir plusieurs supports (Figure 4). Cette multiplicité des supports assure une redondance qui favorise la résistance aux pannes d'une topologie.

- Figure 4a - Une liaison -



- Figure 4b - Ses supports -



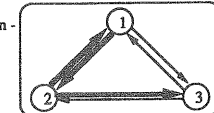
L'ensemble des supports d'une liaison logique entre deux sites i et j dans la topologie $T = \langle S, F \rangle$, c'est à dire l'ensemble des chemins du site i au site j , est représenté par la fonction H^F définie de $S \times S$ vers $S \times S \times N$. Une matrice M est un support de la liaison $[i, j]$ dans une topologie T , soit $M = H^F(i, j)$. C'est à dire si : $\exists n \in N$ tel que $M = \sum_{k \in \{1..n\}} [i_k, j_k]$ avec

- (1) $\forall k \in \{1..n\}$ on a $[i_k, j_k] \leq F$,
- (2) $i_1 = i, j_n = j$, et $\forall k \in \{1..n\}$ on a $j_k = i_{k+1}$,
- (3) $\forall k \in \{1..n\}$, si $\exists l \in \{1..n\}$ tel que $i_k = i_l$, alors $j_k = j_l$.

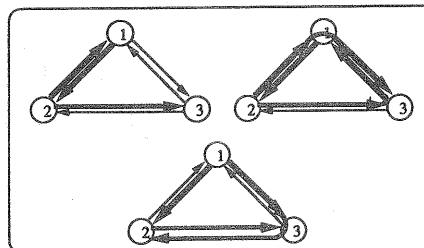
Une configuration est un ensemble de liaisons logiques pouvant être simultanément établies sur une même topologie. La configuration est compatible, si l'ensemble des liens physiques supportant chacune des liaisons logiques est compris dans l'ensemble des liens physiques existants dans la topologie étudiée. Une configuration est intéressante, si l'ensemble de ses liaisons logiques est compris dans l'ensemble des liaisons logiques défini par les besoins.

Le support d'une configuration est constitué de l'ensemble des supports de ses liaisons. Nous avons constaté qu'il était possible à une liaison logique d'avoir plusieurs supports. De même, une configuration peut avoir plusieurs supports (Figure 5). L'ensemble des supports d'une configuration est construit par le produit des ensembles des supports de chacune des liaisons constituant la configuration. De cet ensemble, on doit retirer les supports de configuration incompatibles avec la topologie étudiée.

- Figure 5a - Une configuration -



- Figure 5b - Ses supports -



R^F est la fonction définie de $S \times S \times N$ vers $S \times S \times N$ qui permet d'associer à chaque ensemble de liaisons logiques l'ensemble de ses supports possibles dans la topologie $T = \langle S, F \rangle$. Elle est définie par $M = R^F(e)$ si et seulement si la matrice M est un support de la configuration "c" basée sur l'ensemble "e" de liaisons logiques dans la topologie $T = \langle S, F \rangle$. C'est à dire si et seulement si :

- (1) $\exists n \in N$ tel que $e = \sum_{k \in \{1..n\}} [i_k, j_k]$, et
- (2) $\exists h_k \in H^F [i_k, j_k]$ tel que $M = \sum_{k \in \{1..n\}} h_k$, et
- (3) $M \leq F$.

L'évaluation d'une topologie nécessite l'évaluation de toutes ces configurations. Cette évaluation requiert l'établissement d'un graphe définissant les possibilités de passer d'une configuration à une autre.

Le graphe $G_T = \langle C, A \rangle$ d'une topologie $T = \langle S, F \rangle$ est défini par la fonction A (formant les arcs de ce graphe) définie sur C l'ensemble des configurations (formant les états du graphe) en fonction de l'expression des besoins des utilisateurs $U = \langle L, B \rangle$.

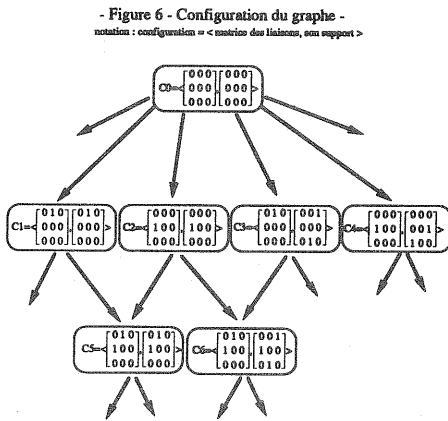
Soit C l'ensemble des configurations compatibles sur T et U :
 $C = \{ \langle e, p \rangle \text{ tel que } e : S \times S \rightarrow N \text{ avec } e \leq L, p : S \times S \rightarrow N \text{ avec } p \leq F, \text{ et } p \in R^F(e) \}$
 C est un ensemble de doublets formés sur les états logiques "e" et les états physiques "p". "e" est un ensemble de liaisons intéressantes vis à vis des besoins L, et "p" est son support physique compatible avec la topologie F.

La fonction A est définie de C vers C. Deux configurations c1 et c2 sont reliées (père/fils), c'est à dire que $A(c1) = c2$ avec $c1 = \langle e1, p1 \rangle$ et $c2 = \langle e2, p2 \rangle$ si et seulement si :

$$\exists i \in S, \exists j \in S \text{ tel que } e1 + [i, j] = e2, \text{ et } \exists c \in H^{F \times P1}([i, j]) \text{ tel que } p1 + c = p2.$$

On définit deux ensembles supplémentaires : l'ensemble Père de C vers C* est définie par $Père(c1) = \{ c2 \text{ tel que } A(c2) = c1 \}$, et l'ensemble Fils de C vers C* est définie par $Fils(c1) = \{ c2 \text{ tel que } A(c1) = c2 \}$.

Par exemple, la figure 6 décrit une partie du graphe des configurations associé à la topologie T1.



Notre fonction d'évaluation V tente de mesurer la possibilité pour une topologie donnée de répondre aux besoins exprimés. C'est à dire de pouvoir établir l'ensemble des liaisons logiques jugées comme intéressantes par les utilisateurs. Ceci revient à mesurer les possibilités d'établissements maximums de liaisons logiques à partir de chacune des configurations.

La fonction X mesure la probabilité d'établir simultanément un certain nombre de fois une liaison logique donnée à partir d'une configuration particulière. La fonction X est définie de $C \times S \times S \times N$ vers R :

$$X(c, i, j, k) = \text{si } Fils(c) \neq \emptyset \text{ alors } \sum_{f \in Fils(c)} X(f, i, j, k) / \| Fils(c) \| \text{ sinon si } e(i, j) \leq k \text{ avec } c = \langle e, p \rangle \text{ alors } 1 \text{ sinon } 0.$$

La fonction Y donne la probabilité d'établir un certain nombre d'occurrences d'une liaison logique donnée à partir de l'ensemble des configurations possibles. La fonction Y est définie de $S \times S \times N$ vers R telle que :

$$Y(i, j, k) = \sum_{c \in C} X(c, i, j, k) \cdot E(c), \text{ avec } E(c) \text{ la probabilité que la topologie étudiée soit dans la configuration } c \text{ (cf. § suivant)}.$$

Finalement, on définit la fonction d'évaluation V d'une topologie $T = \langle S, F \rangle$ en fonction des besoins exprimés $U = \langle L, B \rangle$. La fonction V est définie sur R par :

$$V_{T,U} = \sum_{(i,j) \in S \times S} \sum_{k \in N} Y(i, j, k) \cdot B(i, j, k).$$

Avant de calculer la fonction d'évaluation, il convient d'établir les probabilités d'états de chaque configuration. La probabilité d'état d'une configuration, c'est la fréquence d'apparition de cette configuration dans la topologie étudiée.

La probabilité d'état associée à chaque configuration peut être calculée en connaissant la probabilité de passer d'une configuration à l'autre. C'est à dire si on connaît la probabilité d'ouvrir et de fermer une liaison. Si cette probabilité suit une loi de service de Poisson, le graphe des configurations peut être associé à une chaîne de Markov [13].

La chaîne de Markov est construite à partir du graphe en lui ajoutant à tout arc existant de la configuration c_j vers c_i un arc inverse de la

configuration c_i vers la configuration c_j . Le premier arc représentant l'établissement d'une nouvelle liaison, l'arc inverse représentant la rupture de cette même liaison. A chaque couple d'arcs reliant deux configurations c_i et c_j , on associe les deux probabilités suivantes : $Pe([i, j])$ la probabilité d'établissement de la nouvelle liaison logique $[i, j]$, c'est à dire celle qui différencie la configuration c_i et c_j ; $Pr([i, j])$ la probabilité de rupture de cette même liaison logique. A chaque état, on lui associe un arc bouclé et la probabilité P de rester dans cet état.

Pour résoudre la chaîne de Markov, on construit la matrice des probabilités associée, PM, définie de $C \times C$ sur R . Les éléments diagonaux représentent la probabilité de rester dans la configuration. La normalisation impose les valeurs des éléments diagonaux :
 $\forall c1 \in C, P(c1) = 1 - \sum_{c \in C - \{c1\}} PM(c1, c)$.

Si les conditions de stationnarité sont remplies, trouver les probabilités d'états des configurations E revient à résoudre le système suivant : $PM \cdot E = E$.

Si l'on suppose que les probabilités d'établissement et de rupture sont constantes quelles que soient les liaisons, c'est à dire que : $\forall i \in S, \forall j \in S, Pe([i, j]) = Pe$ et $Pr([i, j]) = Pr$, nous démontrons un résultat original. Ce résultat permet d'obtenir les probabilités d'états sans un long calcul de résolution de la matrice. Ce résultat favorise notre procédé d'évaluation des topologies.

On définit la fonction Prof de C vers N qui associe à chaque configuration son nombre de liaisons logiques établies, c'est à dire sa profondeur dans le graphe car il est sans cycle.

$$\forall c = \langle e, p \rangle \in C, Prof(c) = \| e \|.$$

Théorème :

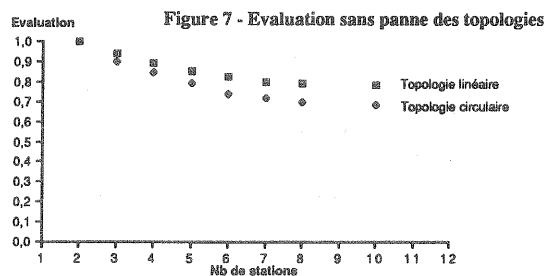
Si les probabilités d'établissement Pe et de rupture Pr sont identiques quelles que soient les liaisons, la fonction E associant à toute configuration sa probabilité d'état s'écrit alors sous la forme suivante :

$$\forall c \in C, E(c) = (Pe / Pr)^{Prof(c)} / \gamma, \text{ où la constante de normalisation } \gamma = \sum_{c \in C} E(c) \otimes$$

Le même procédé permet d'évaluer une topologie dans un contexte de pannes. Cela consiste à évaluer la topologie initiale privée d'un ou plusieurs liens physiques. Nous pouvons distinguer deux types de pannes : la panne de site rompt l'ensemble des liens ayant pour site d'arrivée ou de départ le site en panne, la panne de lien interrompt uniquement le lien en cause.

4. ARCHITECTURE

Nous avons évalué les deux topologies précédentes. La Figure 7 montre que la topologie linéaire est meilleure que la topologie circulaire lorsque les équipements vidéo sont connectés en moyenne durant 10% du temps. Pour d'autres valeurs de ce rapport, les résultats sont identiques. En tenant compte des pannes, on montre que la redondance de la topologie linéaire favorise la tolérance aux fautes en cas de pannes de liaisons. Par contre, l'évaluation montre la tendance opposée dans le cas de pannes de matrices parce que la panne de matrice divise en deux parties la topologie linéaire, alors que la topologie circulaire conserve sa connectivité. L'évaluation globale des deux topologies prouve, que la topologie linéaire est meilleure que la topologie circulaire.



Nous avons vu précédemment que la transmission d'un signal vidéo occupe au plus une bande passante de 30 MHz, alors que la fibre optique offre une bande passante beaucoup plus large. Nous proposons de multiplexer plusieurs canaux sur une fibre optique pour couvrir toute la bande passante disponible. Nous utilisons à cet effet une technique de multiplexage fréquentiel (FDM : Frequency Domain Multiplex).

Nous introduisons donc dans notre architecture, au niveau de chaque matrice, un démultiplexeur entre le coupleur de réception et les entrées de la matrice, et un multiplexeur entre le coupleur d'émission et les sorties de la matrice. Plus le nombre de canaux augmente moins il y a

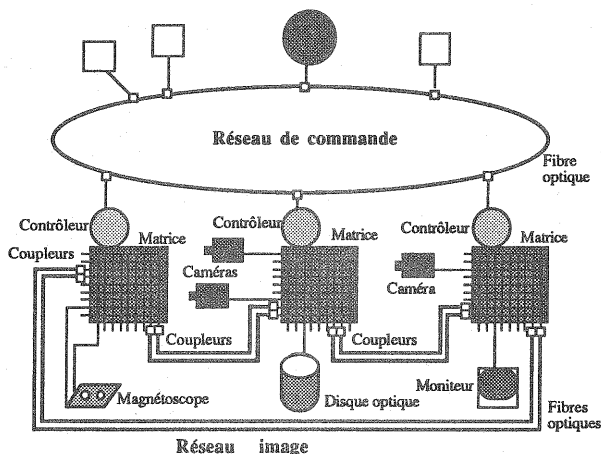
d'entrées disponibles pour connecter les équipements de vidéocommunication. La topologie linéaire est plus sensible à ce phénomène que la topologie circulaire. Avec une matrice à 16 entrées et à 16 sorties, deux paires de fibres optiques et 4 canaux par fibre optique, les matrices internes sont saturées, aucun équipement ne peut être connecté à celles-ci! Pour éviter ce problème, nous proposons l'utilisation d'une matrice comportant plus d'entrées/sorties, ou la mise en cascade d'au moins deux matrices.

L'évaluation des deux topologies circulaire et linéaire montre à nouveau que la topologie linéaire a de meilleures performances. Cependant, la différence est moins marquée que dans le cas de l'architecture précédente sans multiplexeurs. Nous expliquons cette moindre différence par les deux points suivants: plus le nombre de canaux augmente, plus la chance d'avoir un canal disponible augmente; Et la topologie linéaire reste défavorisée par la panne de matrice qui divise l'ensemble des stations en deux parties.

La technique de multiplexage permet de mieux utiliser la fibre optique mais avec un coût plus élevé. Néanmoins, cette technique implique l'utilisation d'un nombre plus important d'entrées/sorties que dans l'architecture sans multiplexeur. Avec une faible probabilité de panne de matrice, la topologie linéaire reste la meilleure.

On peut distinguer logiquement deux sous-réseaux dans le réseau de vidéocommunication: le sous-réseau de transmission d'images vidéo qui véhicule les images entre équipements vidéo, et le sous-réseau de commande qui assure la transmission et la gestion des messages échangés entre les utilisateurs, le serveur et les contrôleurs.

Chaque matrice est pilotée localement par un contrôleur à base de microprocesseur. Un serveur centralisé assure la gestion du réseau vidéo (Figure 8). Le serveur, les contrôleurs et les utilisateurs communiquent entre eux à travers le sous-réseau de commande. Nous étudions ici l'architecture du sous-réseau commande.



- Figure 8 - Architecture générale du réseau de vidéocommunication -

Les fonctions du contrôleur associées à chaque matrice sont les suivantes: la gestion de la matrice locale à travers les lignes de matrice; la gestion des équipements locaux à travers les lignes d'équipement; la gestion de liaisons avec des terminaux locaux à travers des lignes terminaux; la gestion des informations échangées à distance avec le serveur à travers le canal de commande.

L'accès au sous-réseau image est contrôlé par un serveur connecté au réseau informatique. Le serveur enregistre les requêtes des utilisateurs, détermine les actions et transmet les commandes vers les contrôleurs impliqués. Le serveur assure l'administration totale du réseau (supervision, tarification, cohérence,...). Il supervise les contrôleurs et les matrices de commutation (chargement à distance de logiciel, configuration, états des contrôleurs et matrices, ...). Il échange les commandes avec les contrôleurs pour établir les connexions avec les équipements vidéo. En plus, le serveur peut contrôler à distance les équipements vidéo qui peuvent être connectés à la matrice la plus proche.

Il existe deux architectures de base pour implanter le réseau de vidéocommunication:

- la première architecture repose sur l'utilisation de deux sous-réseaux indépendants et spécialisés, un sous-réseau analogique pour la transmission d'images (une paire de fibres) et un sous-réseau numérique

pour la transmission des commandes et la gestion des échanges numériques (une seconde paire de fibres).

- la seconde architecture intègre ces deux sous-réseaux en un réseau unique sur le même support physique (une seule paire de fibres).

Par conséquent, nous proposons d'intégrer le sous-réseau image et le sous-réseau commande sur le même support physique. Le projet RETINE peut être ainsi vu comme une succession progressive d'étapes d'intégration:

1- le premier prototype gère la transmission d'images et la transmission de commandes avec des sous-réseaux séparés en utilisant le même type de support: deux paires de fibres optiques.

2- dans le prototype que nous proposons, ici, nous intégrons les deux transmissions sur le même support: une paire de fibres optiques. Dans cet article, nous étudions différents techniques permettant ce multiplexage.

3- l'étape finale de ce projet sera l'intégration complète en utilisant le même protocole pour effectuer les transmissions de commandes et d'images sur un réseau numérique à très haut débit.

Le premier prototype implanté de notre réseau de vidéocommunication utilise la première architecture [9]. Une paire de fibres optiques est utilisée pour la diffusion d'images, une autre pour transmettre les commandes des utilisateurs vers le serveur et du serveur aux contrôleurs. Cette architecture a été choisie parce qu'elle est naturelle (le réseau Carthage est entièrement fonctionnel), et parce qu'il existe des fibres disponibles couvrant le campus. Cependant cette architecture duplique les réseaux et accroît les coûts.

Dans le deuxième prototype, pour parvenir à intégrer les commandes et les images sur le même support, on se propose d'utiliser un multiplexage fréquentiel. Un canal est réservé à la transmission de commandes et les autres canaux sont réservés à la transmission d'images. On peut choisir de connecter le contrôleur directement au canal ou à travers la matrice. Le passage par la matrice permet de choisir entre différents canaux pour la transmission des commandes. Cette architecture a une bonne tolérance aux pannes, cependant elle occupe une entrée et une sortie sur chaque la matrice.

5. CONCLUSION

Nous avons étudié une nouvelle architecture de réseau de vidéocommunication. Notre architecture est basée sur l'utilisation de matrices à commutation électronique et de fibres optiques. Les prototypes réalisés montrent que les équipements que nous proposons s'avèrent performants et capable d'une grande adaptation tant topologique que fonctionnelle.

La matrice de commutation permet de réaliser plusieurs topologies. Nous avons proposé un outil logiciel TOPE pour évaluer ces différentes topologies. Les topologies linéaire et circulaire ont été étudiées. L'évaluation montre que la topologie linéaire est meilleure que la topologie circulaire.

Nous avons présenté le réseau de vidéocommunication utilisant deux sous réseaux indépendants: un pour la transmission d'images, l'autre pour la transmission des commandes. Nous avons discuté les possibilités d'intégration du sous-réseau commande dans le sous-réseau image par une technique de multiplexage fréquentiel en allouant un canal à la transmission des commandes et les autres canaux à la transmission des images.

REFERENCES

- [1] Documentation technique du réseau local Carthage LCT 6500. 1986.
- [2] R.Castanet, X.Navarro. Networks for image transmission. Euteco 88. Vienne-Austria. April 1988.
- [3] L.Kamoun, H.Henry, A.Mora. Local area network for video image transmission. Proceedings of the international conference on Data Communication Technology, pp 302-311. Limerick-Eire, 21-23 September 1988.
- [4] B.Cousin. Evaluation des topologies: application à un réseau local d'images. Rapport de recherche du LaBRI n°89-79. Université de Bordeaux 1. Mai 1989.
- [5] K.A.Prabhu. Digital 's advantages in video transmission. Lightwave, journal of fibre optic, pp28-30. May 1988.
- [6] Avis 601 CCIR. Paramètres de codage de télévision numérique pour studios, 1982.
- [7] S.S. Wagner. Optical amplifier applications in fibre optic local area network. IEEE transactions on communications, Vol COM-35, n°4. April 1987.
- [8] L.Kamoun, A.Ayache, R.Castanet, R.Ducasse, H.Henry, A.Mora. Architecture et système de gestion d'un réseau local de vidéocommunication. Premier colloque international sur l'intelligence dans les réseaux. Bordeaux-France. 14-17 Mars 1989.
- [9] B.Cousin, L.Kamoun. Study and evaluation of local area network architectures for video image transmission. INDOLAN 90. Madras - India. January 1990.
- [10] L.Kleinrock. Queuing systems. Theory & applications, John Wiley. 1976.