

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

Dominique REMY*, Mesmin DANDJINOU**,
Arnaud GIACOMETTI*

* Orstom BP 182 Ouagadougou 01 Burkina Faso

** Université de Ouagadougou BP 7021 Ouagadougou 01 Burkina Faso

Résumé

L'Orstom (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) s'est engagé dans la réalisation d'un réseau informatique international : le Rio (Réseau informatique de l'Orstom) Initialement conçu pour ses propres besoins, l'Institut s'efforce d'ouvrir l'accès au Rio aux partenaires scientifiques (universités, organismes de recherche) avec lesquels il coopère dans les pays en développement.

C'est dans ce cadre que l'Orstom s'est associé avec l'École supérieure d'informatique pour participer au développement d'un réseau informatique de la recherche au Burkina Faso.

Mots clés :

Réseau informatique – Réseau de la recherche – TCP/IP – UUCP – Internet – Burkina Faso.

Introduction

Dans le cadre de leur travail, les chercheurs burkinabè rencontrent d'énormes difficultés pour établir des contacts scientifiques avec leurs homologues étrangers. De plus, il leur est difficile de mener correctement une recherche bibliographique sur les thèmes qu'ils étudient, et cette recherche s'accompagne d'une perte de temps non négligeable.

Ce sont pour ces raisons que des dispositions avaient été prises, lors de la création de l'université, pour permettre à chaque enseignant d'effectuer tous les deux ans un bref séjour dans un laboratoire de son choix. Malheureusement le nombre élevé d'enseignants ne permet plus aujourd'hui à l'État d'honorer convenablement cet engagement. Le recours aux réseaux informatiques, qui permettent de communiquer par la messagerie avec d'autres chercheurs ou d'interroger des bases bibliographiques à distance, apparaît une solution susceptible de résoudre ce problème fondamental.

L'Orstom (Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération) s'est engagé dans la réalisation d'un réseau informatique international : le Rio (Réseau inter-tropical d'ordinateurs). C'est maintenant plus de vingt centres outre-mer qui sont reliés informatiquement aux grands réseaux internationaux de la recherche. Initialement conçu pour ses propres besoins, l'Institut s'efforce d'ouvrir l'accès au Rio aux partenaires scientifiques (universités, organismes de recherche) avec lesquels il coopère dans les pays en développement.

C'est dans ce cadre que l'Orstom s'est associé avec l'École supérieure d'informatique pour participer au développement d'un réseau informatique de la recherche au Burkina Faso.

1 Les réseaux de la recherche

Les réseaux de la recherche ont connu ces dernières années une expansion considérable. La normalisation des protocoles de communication et le coût de plus en plus faible du matériel informatique ont favorisé leur implantation dans le monde. Les projets nationaux ou internationaux se sont multipliés en tissant un maillage de plus en plus fin de machines connectées. On estime à environ un million le nombre d'ordinateurs reliés dans le cadre des réseaux "recherche et éducation". Aujourd'hui rares sont les universités européennes ou nord-américaines qui ne sont pas reliées. Ce sont des milliers de chercheurs, ingénieurs et professeurs, de plus de soixante-dix pays, qui sont maintenant directement accessibles par ce moyen de communication. Cette

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

possibilité offerte aux chercheurs de pouvoir communiquer régulièrement contribue à renforcer les liens de la communauté scientifique internationale. Un autre atout de ces réseaux de la recherche est sa capacité considérable à mémoriser l'information. Des milliards de documents sont stockés sur les ordinateurs à travers le monde.

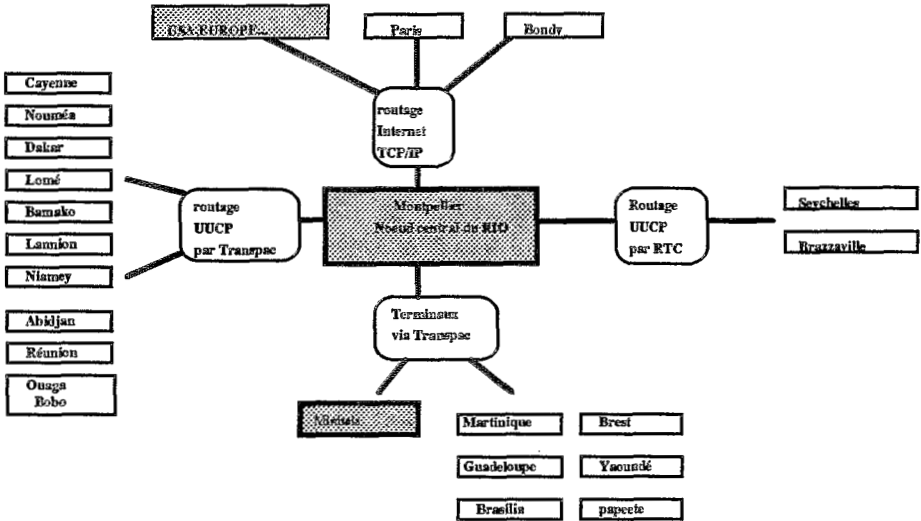
Les pays en développement n'ont pas connu ce formidable essor des réseaux informatiques. Plusieurs causes expliquent cette situation ; parmi les plus importantes, le manque d'infrastructure, de communication fiable, et bien sûr le manque de moyens financiers des organismes de recherche et d'éducation de ces pays. L'impossibilité pour ces pays d'accéder aux réseaux de la recherche – et, par conséquent, à l'information scientifique qu'ils véhiculent – constitue un handicap majeur. Les pays de l'Afrique francophone ont cependant consenti d'importants efforts ces dernières années, notamment en se dotant d'un réseau à commutation de paquets (Senpac, Fasopac, Ivopac, Nigerpac, Togopac, Campac, Tchadpac, Gabonpac). De plus, l'Orstom a prouvé grâce à l'expérience de Rio qu'il était possible, pour un coût raisonnable, de raccorder aux réseaux de la recherche l'ensemble de ses institutions d'outre-mer et plus particulièrement celles implantées en Afrique (RENAUD & MICHAUX, 1991)

2 L'expérience Rio

L'objectif de ce projet, lancé en 1986, consistait à décentraliser les moyens informatiques de l'Orstom tout en conservant un parc homogène de machines. Avec des puissances de calcul de plus en plus importantes pour un coût de plus en plus faible, il devenait inutile de conserver les grands centres de calculs, vestiges des années soixante-dix. Des services informatiques ont donc été constitués dans chacun des centres africains. Parallèlement, dans le dessein d'améliorer les échanges d'informations entre les équipes de recherche de l'Orstom présentes sur les différents continents, il fut décidé de créer un réseau informatique.

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

figure 1: Topologie du RIO



Dans chaque implantation de l'Orstom, c'est le couple ethernet TCP/IP qui est utilisé pour assurer la connexion de l'ensemble des micro-ordinateurs. Une station de travail SUN™, qui fonctionne sous système UNIX™ assume le rôle du serveur et s'occupe de la gestion des communications avec l'extérieur. À cause de l'insuffisance et du manque de fiabilité des moyens de communication inter-africain, L'Orstom a construit le réseau longue distance Rio en étoile (fig. 1) autour d'un ordinateur central situé à Montpellier (France). Cette topologie permet de plus la gestion d'un réseau de grande envergure avec un effectif réduit de personnel. Pour éviter qu'à la suite d'un incident technique le nœud du centre de Montpellier (ressource vitale du système) ne soit bloqué, des précautions particulières ont été prises : le renforcement de l'équipe d'informaticiens présente sur le site et le doublement du matériel "sensible"; en effet l'arrêt de ce nœud de communication entraînerait une paralysie complète de l'ensemble du réseau.

Les ateliers informatiques de Ouagadougou et de Bobo-Dioulasso font partie des neuf sites implantés en Afrique francophone.

3 Le Rio au Burkina Faso

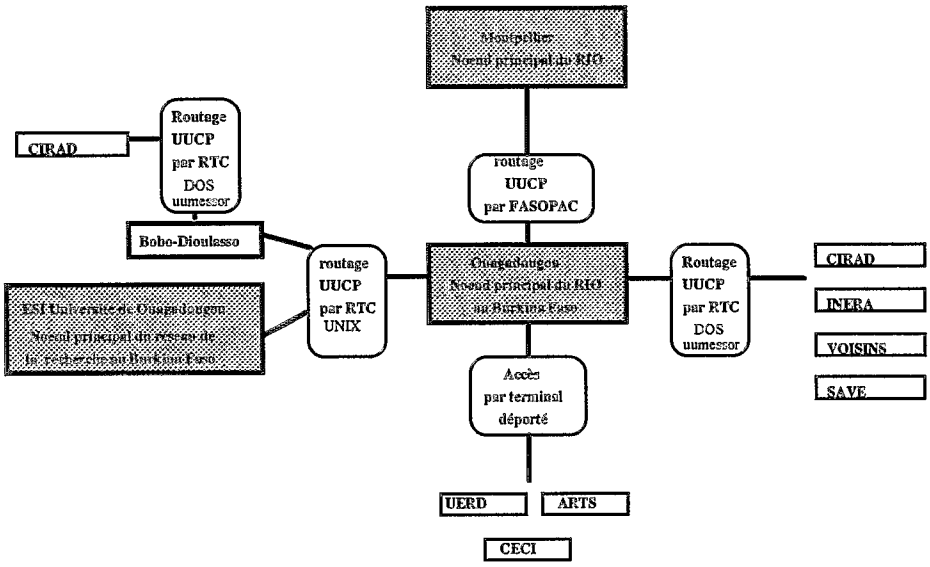
3.1 Présentation de la solution technique

Le centre Orstom de Ouagadougou abrite le nœud chargé d'acheminer le courrier destiné à des correspondants étrangers. Le serveur est raccordé au réseau Fasopac par une ligne quatre fils à 2 400 bauds. Quatre circuits virtuels sont disponibles à partir de cette ligne. On entend par circuit virtuel le nombre de connexions simultanées possibles sur la ligne, par analogie avec les circuits physiques du système téléphonique (TANENBAUM, 1991). Le réseau Fasopac est un réseau à commutation de paquets basé sur la norme X25 du CCITT. L'interconnexion avec le réseau français Transpac permet d'assurer, avec le maximum d'efficacité, le transfert des messages avec le nœud principal du Rio. Contrairement aux nœuds européens, qui utilisent pour assurer le transport des données le protocole de communication TCP/IP, c'est UUCP (*Unix to Unix CoPy*) protocole F qui a été choisi. UUCP (OREILLY & TODINO, 1986). Protocole F est un protocole de communication adapté au transfert de données dans un environnement fiable. La gestion du transfert est laissée au protocole X25 et plus particulièrement sur notre machine au logiciel Sunlink X25™ (SUN, 1987). La décision d'utiliser UUCP comme couche de transport a été prise en tenant compte des coûts élevés des communications en Afrique et plus particulièrement au Burkina Faso. En effet, UUCP permet d'établir des liaisons en temps différé que le protocole de communication utilise pour envoyer l'ensemble des messages destinés à chacun des serveurs. Sur l'initiative du nœud principal du Rio, ces connexions se font trois fois par jour : à 9 h 30, 11 h 30 et à 16 h 30 (heures GMT) ; un utilisateur qui envoie un message le matin peut ainsi espérer obtenir une réponse dans la journée.

Le serveur installé à Ouagadougou est également responsable du routage du courrier électronique à destination de Bobo-Dioulasso. L'architecture informatique de la mission Orstom de Bobo-Dioulasso est similaire à celle présente au centre Orstom de Ouagadougou. Les stations de travail sont raccordées au réseau téléphonique commuté. Des modems aux normes V22 et V22BIS, capables de gérer simultanément les données en émission et en réception, sont utilisés pour le transfert de l'information. Les trois liaisons quotidiennes se font sur l'initiative du serveur de Bobo-Dioulasso.

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

Figure 2: Le Rio au Burkina Faso¹



3.2 Les différentes solutions pour accéder au Rio

Il existe trois façons de se connecter aux serveurs installés au Burkina Faso (fig. 2). La première est d'utiliser un terminal directement raccordé au serveur (console ou micro-ordinateur connecté au réseau ethernet).

La deuxième solution est de travailler en mode terminal déporté. Dans ce cas, un micro-ordinateur, un logiciel d'émulation terminal (Kermit, Terminal, etc) et un modem sont nécessaires.

La dernière solution est d'utiliser un logiciel développé par l'Orstom : UUMESSOR. Ce logiciel adapté aux systèmes DOS et Macintosh inclut toutes les fonctions nécessaires à la gestion aisée de la messagerie électronique (création des comptes utilisateurs, gestion des messages électroniques).

¹CECI : projet canado-burkinabè de la protection des végétaux
 INERA : Institut National de l'Enseignement et de la Recherche en Agronomie
 ARTS : Agriculture Research and Training Support Project
 VOISINS MONDIAUX: Organisation non gouvernementale
 UERD : Unité d'Enseignement et de Recherche en Démographie
 CIRAD : Centre de Coopération Internationale de Recherche en Agronomie pour le Développement
 SAVE : Save the children

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

UUMESSOR utilise un protocole de liaison de données compatible avec UUCP ; c'est ce qui permet d'établir le dialogue avec les serveurs UNIX et qui assure la transmission des données avec le maximum de sécurité (reprise sur erreur, contrôle de flux, etc).

3.3 Les services du Rio

3.3.1 La messagerie électronique

La raison principale à l'origine des demandes de connexion est l'accès au courrier électronique. Chaque utilisateur dispose d'une boîte aux lettres repérée par une adresse électronique unique sur l'ensemble du réseau. Le format de cette adresse est celui d'Internet c'est-à-dire du type nom@machine.site.pays comme remy@ouaga.orstom.bf. À la boîte aux lettres électronique est associé un mot de passe qui protège le courrier de toutes actions malveillantes (suppression ou modification de message, etc.).

Un message électronique est un texte de quelques lignes à plus de cinquante pages composé à partir d'un clavier d'ordinateur. Le destinataire reçoit le message dans sa boîte aux lettres électronique. La messagerie inclut les services de publipostage (distribution à plusieurs correspondants du même message) et de réexpédition automatique.

Bien que le courrier électronique soit le service le plus populaire, il existe d'autres services disponibles à partir du Rio ; ce sont les forums électroniques, les info-serveurs et le transfert de fichiers.

3.3.2 Le forum électronique

Le forum électronique est un outil électronique qui permet d'établir un dialogue entre plusieurs utilisateurs autour d'un thème donné. Une liste de participants est associée au forum. Lorsqu'un participant intervient dans le débat, il envoie sa contribution sous la forme d'un courrier électronique qui est automatiquement distribué à l'ensemble des participants. En général, l'un des participants joue le rôle de responsable du forum en se chargeant d'animer le débat et de juger du bien-fondé des différentes interventions.

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

3.3.3 Les Info-serveurs

Egalement nommé FTPMail par analogie au service Arpanet FTP (*File Transfer Protocol*) il permet d'accéder par courrier électronique aux informations stockées dans des bases de données distantes. On transmet une requête au serveur d'informations, qui la traite et renvoie la réponse.

3.3.4 Le transfert de fichiers

Bien que la messagerie réponde aux normes RFC822 (elle est donc conçue pour n'envoyer que des messages ascii codés sur sept bits), il est possible d'envoyer des fichiers binaires. En effet des utilitaires tels que uuencode et binhex permettent de coder les fichiers binaires en fichiers dont le bit de poids fort n'est pas utilisé.

3.4 Le système de facturation

La mise en place d'un réseau comme le Rio occasionne des coûts d'investissement et de fonctionnement. Les coûts d'investissement (achat et installation de matériel, achat de logiciel, etc.) peuvent être estimés avec précision et budgétisés. Mais les coûts de fonctionnement, liés à la consommation électrique (ordinateur et climatisation), à la maintenance et à l'utilisation des lignes de télécommunication (abonnement et consommation), sont par nature difficiles à gérer. En effet, l'augmentation massive du trafic et l'arrivée de nouveaux utilisateurs sont difficilement prévisibles. Dans ce contexte, il est important de partager, le plus équitablement possible, les dépenses entre les utilisateurs du réseau et donc de mettre en place un système de facturation. Le coût du trafic national est négligeable car les connexions sur les serveurs implantés au Burkina Faso se font généralement par réseau téléphonique commuté sur l'initiative de l'utilisateur. Pour les coûts de communication des transferts internationaux, on estime que pour assurer un autofinancement du réseau, le montant d'un message de mille caractères transmis doit être facturé deux cent francs CFA². En comparaison, une page de télécopie (environ mille caractères) envoyée du Burkina Faso vers la France coûte mille cents quarante francs (1140) CFA³.

²Coût en juin 1994

³Coût en juin 1994

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

4 Création d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

On distingue deux grandes catégories d'utilisateurs potentiels des réseaux de la recherche au Burkina Faso :

- les organisations non gouvernementales (ONG) et organismes internationaux ;
- les organismes de recherche et d'enseignement burkinabè.

4.1 Les Organisations non gouvernementales et les organismes internationaux

Les membres de ces organismes envisagent chronologiquement l'utilisation de la messagerie avec une double perspective : tout d'abord pour renforcer les moyens de communication avec des correspondants situés à l'étranger (famille, siège social, etc.), puis par la suite pour améliorer les échanges d'informations avec leurs différents correspondants installés au Burkina Faso. C'est ainsi qu'il s'est constitué de véritables réseaux de communication autour d'opérations de partenariat⁴ entre organismes internationaux et organismes burkinabè. Ces réseaux se composent de chercheurs et d'ingénieurs, aussi bien burkinabè qu'étrangers, qui travaillent sur le même projet mais à des endroits différents. Il est d'autant plus facile pour les membres de ces réseaux d'utiliser ce moyen de communication qu'ils disposent du matériel informatique nécessaire (micro-ordinateur, modem et ligne téléphonique) et qu'ils connaissent le principe de fonctionnement du mail. C'est souvent dans ce contexte que les chercheurs burkinabè font leur première expérience avec les réseaux électroniques, leurs partenaires se chargeant de les former. Par la suite, c'est la messagerie électronique qui, lorsque les projets seront terminés, contribuera à maintenir des liens entre les différents participants.

4.2 Les organismes de recherche et d'enseignement burkinabè

En regard, des organisations non gouvernementales et des organismes internationaux, les chercheurs des organismes burkinabè ont beaucoup moins de facilités pour utiliser les services réseaux. En effet, par manque de moyens financiers, ces organismes ne disposent que d'un parc réduit d'ordinateurs et d'un personnel insuffisant voire inexistant. Et cette situation, avec la récente dévaluation du franc CFA dont l'une des conséquences est le doublement du prix du matériel électronique, ne pourra que s'aggraver. De plus, la majorité de

⁴Le partenariat entre Agriculture Research and Training Support Project (ARTS) et l'Institut National de l'Enseignement et de la Recherche en Agronomie (INERA)

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

la communauté scientifique burkinabè ignore jusqu'à l'existence des réseaux de la recherche.

Devant cette réalité, la tentative de constituer un réseau de la recherche peut apparaître vouée à l'échec ; certains faits, cependant, infirment cette première impression.

Tout d'abord, il faut se rendre compte que l'accès aux moyens de communication traditionnels (téléphone, télécopie, télex, etc.) est aussi difficile que l'accès à l'informatique. Dans ce contexte, un outil de communication supplémentaire constitue un atout précieux.

Ensuite, il est important de souligner que le nombre d'ordinateurs de ces organismes a augmenté de façon significative ces dernières années ; l'Inera, par exemple, a équipé tous ses centres dispersés sur le territoire burkinabè de micro-ordinateurs.

Enfin, les manifestations scientifiques et les réunions d'information sur le thème des réseaux ont sensibilisé la communauté scientifique burkinabè à l'intérêt d'utiliser la messagerie électronique. C'est ce qui explique la volonté du recteur de l'université de Ouagadougou de généraliser l'utilisation de la messagerie électronique sur l'ensemble du campus universitaire.

Pour constituer un réseau de la recherche, il faut offrir des accès à des serveurs, assurer une formation et une assistance technique adéquates, et surtout assurer la pérennité de l'existence du réseau. L'Orstom ne peut remplir seul ces missions ; c'est pourquoi l'Institut s'est associé à l'École supérieure d'informatique (ESI) de l'université de Ouagadougou.

4.3 Aspect technique

La première étape pour constituer ce réseau de la recherche était d'obtenir auprès du *Massachusetts institut of technology* que l'École supérieure d'informatique soit responsable de la gestion du domaine de référence .bf (bf pour Burkina Faso). Cette demande, acceptée en mars 1993, a permis d'actualiser les tables de routages internationaux des réseaux de la recherche.

La seconde étape consistait à relier l'ordinateur situé à l'École supérieure d'informatique à celui du centre Orstom de Ouagadougou. L'École supérieure d'informatique est équipée d'un serveur Unisys U6065 qui tourne sous Unix système V version 4. La solution technique retenue pour réaliser cette connexion utilise :

- comme support physique de transmission de données le réseau téléphonique commuté qui permet d'assurer des communications fiables à faible coût compte tenu de la proximité géographique des deux centres, d'une part ;

- comme protocole de communication le logiciel UUCP/G disponible sur chacune des machines, d'autre part.

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

Les serveurs raccordés utilisent des modems *full duplex* qui répondent aux normes Iso V22 et V22.

Le rôle de chacun des organismes cofondateurs du réseau burkinabè est clairement défini. L'École supérieure d'informatique est chargée de gérer le routage national des messages et d'étendre les accès au réseau aux organismes de l'enseignement supérieur et de la recherche dans le pays, tandis que l'Orstom s'occupe du routage international et de la connexion avec les différents réseaux internationaux de la recherche (Internet, Fnet , EUnet, EARN, Bitnet, UUnet, etc.).

Conclusion

L'une des qualités de ce réseau est d'avoir sensibilisé les membres de la communauté scientifique burkinabè au bien-fondé de sa création.

Évidemment les performances techniques de ce premier réseau de la recherche implanté au Burkina Faso peuvent paraître modestes. Les vitesses de transmission n'excèdent pas 2 400 bauds pour trois connexions par jour avec l'étranger. Ce n'est en rien comparable aux performances atteintes en Europe et en Amérique du Nord avec des débits moyens de 19 200 bauds, et des temps d'acheminement d'un message outre-Atlantique de quelques secondes. Cependant, cette première étape constitue une base saine et durable indispensable à une évolution future. Cette évolution se traduira probablement par l'acquisition d'une ligne internationale d'un débit plus important, certainement supérieur à 9 600 bauds, ce qui permettrait d'utiliser comme protocole de communication le couple incontournable TCP/IP. Avec TCP/IP ce sont tous les services Arpanet qui deviendront accessibles : FTP, SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) et Telnet (*Remote Login*), et avec eux l'accès à des milliards d'octets d'informations, stockés dans des bases de données à travers le monde.

Constitution d'un réseau de la recherche au Burkina Faso

Références bibliographiques

(O'REILLY et TODINO, 1986) tim O'Reilly and Grace Todino (Nutshell Handbook) ; Managing UUCP and USENET Using UUCP and USENET tim O'Reilly (Nutshell Handbook).

(RENAUD et MICHAUX, 1991) Pascal Renaud & Monique Michaux: The RIO, an international research network in developing countries - IFIP TC6/ICCC 3rd Conference, Tunis May 1991 - Computer Communication Elsevier Sciences Publishers BV.

(SUN, 1987) Sunlink TM X25 System Administration Guide, Sun Microsystems June 1987.

(TANENBAUM, 1990) A TANENBAUM, Réseaux architecture, protocoles, applications, Interédition.