

LE RESEAU RIO

OBJECTIFS, ORGANISATION, TECHNIQUES, UTILISATEURS*

Pascal RENAUD

ORSTOM 213 rue Lafayette - 75480 Paris cedex 10, tel: +33 1 48037609,
Fax +33 1 48030829, e-mail: renaud@orstom.fr

Résumé: L'ORSTOM, s'est engagé dans la réalisation d'un réseau informatique qui relie actuellement des centres de recherche dans une quinzaine de pays en développement. Le réseau Informatique R.I.O. est partie prenante de L'Internet et communique avec tous les grands réseaux internationaux de la recherche et de l'enseignement supérieur.

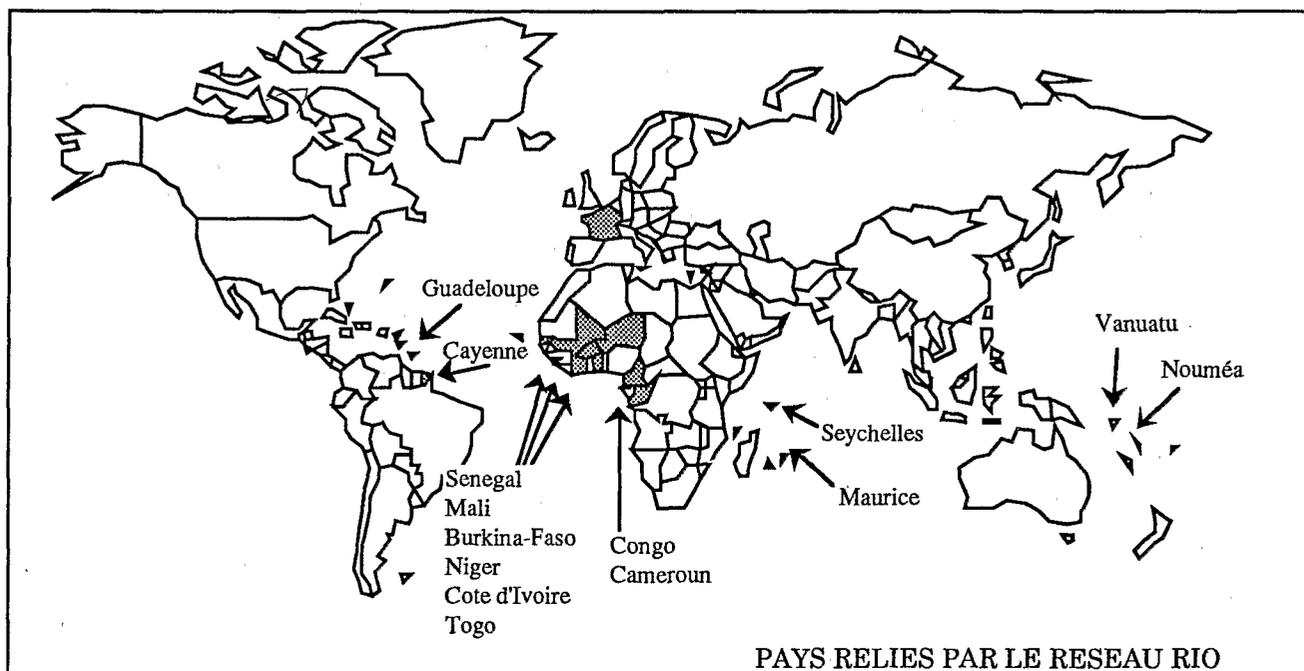
Les conditions particulières aux pays du Sud, la faiblesse des infrastructures de télécommunication, le coût élevé des liaisons intercontinentales imposent de choisir des techniques adaptées, des modes de financement et d'organisation spécifiques. La simple duplication des systèmes utilisés dans les pays du Nord s'avère inapproprié.

L'expérience du RIO montre que les réseaux informatiques constituent une solution fiable, d'un coût acceptable, aux besoins de communication entre les équipes de scientifiques éloignées des métropoles technologiques.

Le RIO utilise les services publics de télécommunication (RTC ou X25) et se satisfait de lignes relativement bruyantes. Les noeuds du réseau sont constitués de machines Unix de coût modeste qui réalisent les diverses fonctions d'un centre de calcul : serveur de réseaux locaux, calcul scientifique, traitement graphique.

Cette vocation "multi-services" des noeuds du RIO permet de les insérer dans le cadre organisationnel d'un établissement de recherche. L'intégration de la fonction réseau dans le cadre général de l'informatique (scientifique et gestion) rend négligeable les coûts de surveillance et de maintenance de la fonction "communication".

Mots clé : Réseau informatique, réseau recherche-éducation, télécommunication, réseaux longue distance, Internet, communication électronique, messagerie électronique, réseaux locaux, UNIX, station de travail, pays en développement, recherche en coopération.



* Papier présenté au 1er colloque africain sur la recherche en informatique - Yaoundé (Cameroun), 14-20 oct. 1992.

Fonds Documentaire IRD



010021302

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : Bx21302 Ex: unique

1. LES RESEAUX INFORMATIQUE DE LA RECHERCHE

Les réseaux de la recherche sont nés, il y a une vingtaine d'années, du besoin de partager des calculateurs chers et volumineux. Ils se sont radicalement transformés durant la dernière décennie avec l'apparition des minis puis des micro-ordinateurs. Aujourd'hui, le besoin n'est plus seulement de partager des ressources puissantes mais d'offrir de nouveaux moyens de communication à l'échelle de la communauté scientifique internationale.

Les débits qui se situaient entre 300 à 9600 bps dépassent aujourd'hui les 1 000 000 bps. Les projets nationaux et internationaux se sont multipliés couvrant actuellement environ 70 pays. On estime à près d'un million le nombre d'ordinateurs reliés dans le cadre des réseaux "recherche éducation".

Ce maillage très fin qui à travers les ordinateurs relie des chercheurs et ingénieurs de tous les pays est non seulement un outil de travail précieux, mais aussi un facteur de rapprochement et un instrument de coopération scientifique.

Les pays en développement ne bénéficient que marginalement de cette explosion des réseaux. Cela tient évidemment au faible niveau technologique de ces pays mais aussi, au sentiment partagé par de nombreux responsables, que les réseaux informatiques reposent sur une technologie lourde et sont générateurs de dépenses élevées en télécommunication. L'expérience que nous exposons ici, montre qu'au contraire, il est possible de développer un réseau informatique sur une grande échelle géographique en reliant des grappes de stations de travail de coût modeste.

Nous avons constaté que les utilisateurs les plus enthousiastes se recrutaient souvent dans les lieux les plus éloignés des métropoles technologiques. En effet, en réduisant les incidences du temps et des distances, les réseaux informatiques sont potentiellement plus bénéfiques pour les laboratoires isolés.

1.1. TRANSFERT TECHNOLOGIQUE

L'informatique grâce au bas prix des micro-ordinateurs, est maintenant diffusée dans tous les pays. Ce n'est pas pour autant que sa maîtrise technologique est généralisée.

Les laboratoires de "recherche-développement" sont les tout premiers utilisateurs des réseaux. Des banques de logiciels "domaine public" ont été constituées par certains organismes pour permettre une large diffusion d'outils et de techniques nouvelles. La libre diffusion de ces logiciels et l'accès aux conseils de ceux qui les ont développés jouent un rôle important dans la diffusion du savoir informatique.

L'accès à ces outils, à cette communauté scientifique et technique, est pour les pays du sud un atout pour la maîtrise technologique de l'informatique.

1.2. RECHERCHE ET COOPERATION NORD-SUD

Les pays en développement mettent en place des structures de recherche, en particulier dans les domaines de la santé et de l'agronomie. Celles-ci collaborent le plus souvent avec des institutions internationales et des laboratoires des pays du nord. Ces collaborations, indispensables à l'émergence d'un potentiel de recherche, induisent un besoin croissant de communication. Le réseau informatique est une réponse pertinente à ce besoin. Il permet un dialogue fréquent, non protocolaire, non contraignant pour les interlocuteurs (contrairement au téléphone) et il met les équipes en contact sur un plan *d'égalité technologique*.

Il devient possible à un groupe de recherche dispersé entre plusieurs continents, de mener un projet en commun, le réseau permettant de se conseiller mutuellement dans le montage d'une expérience, de collaborer dans la rédaction d'un article ou d'un rapport, de se transmettre des fiches bibliographiques, enfin de faire exécuter ailleurs des traitements informatiques lourds...

1.3. COMMUNAUTE SCIENTIFIQUE DES PAYS DU SUD

Les méthodes et les thèmes de recherche des pays en développement ne sont pas la simple translation des recherches menées dans les pays industrialisés. Leurs objectifs sont plus proches de la satisfaction des besoins vitaux des populations (alimentation, santé, éducation). Les résultats obtenus doivent être adaptés aux structures sociales, aux habitudes des populations et au rythme de développement technologique du pays. La coopération avec d'autres unités travaillant dans des conditions semblables est recherchée.

La situation actuelle fait trop souvent, des métropoles occidentales le point de passage obligé de la communication entre chercheurs des pays en développement. Nous sommes convaincus que les réseaux informatiques peuvent contribuer à tisser des liens horizontaux dans la communauté scientifique des pays du Sud.

2. L'EXPERIENCE DU RIO

2.1. L'ENVIRONNEMENT TECHNIQUE

2.1.1. Les télécommunications

De nombreux pays d'Afrique et d'Amérique latine se sont dotés de réseaux publics X25¹. Récemment installés, ceux-ci sont de très bonne qualité et d'un coût d'utilisation acceptable. Cet effort d'équipement a été un atout important pour la réalisation du RIO.

Cependant, il reste des pays ou des villes qui ne sont pas équipés de réseaux X25. Le réseau téléphonique commuté² (RTC) est souvent de mauvaise qualité (coupures fréquentes, bruits sur la ligne). Il ne permet généralement que des faibles débits (1200 bps).

Enfin, il est techniquement possible d'établir des **liaisons par satellite géostationnaire**. Le système INMARSAT offre un service adapté (standard A). Cependant les coûts d'investissement (300 000 à 400 000 FF) et de fonctionnement (70 FF la minute) des stations restent trop élevés.

Les petits satellites défilants à basse altitude offrent une technologie meilleure marché qui devra être étudiée dans l'avenir.

¹Réseau de transmission de données par paquet. X25 est la référence de la norme ISO (International Standard Organisation) qui définit ces réseaux. [PUJ90] TRANSPAC est un réseau public X25.

²réseau du téléphone vocal

2.1.2. L'Alimentation électrique

La mise en place d'un *système de régulation* et d'une alimentation de secours est indispensable. Les machines Unix doivent être pourvues d'un mécanisme de "shutdown" automatique dès la mise en service de l'alimentation de secours.

La *mise à la terre* des appareils doit être vérifiée avec soin. De nombreux incidents endommageant gravement le matériel sont le résultat de mauvaises prises de terre.

Dans de nombreux cas une *protection contre la foudre* doit être envisagée pour les modems.

2.1.3. Le personnel technique

Les informaticiens sont en nombre insuffisant, les spécialistes réseau déjà peu nombreux en France sont très rares en Afrique. L'ORSTOM a eu recours à des VSN (volontaire pour le service national en coopération) qui reçoivent un complément de formation en France avant leur départ (1ou 2 jours).

2.1.4. Les fournisseurs d'ordinateurs

Seules les grandes compagnies sont représentées (IBM, Bull et quelque fois DEC et HP). Orientées vers les marchés de la gestion et de l'Administration, ces entreprises connaissent mal les "stations de travail" et les applications scientifiques. Elles disposent de peu de compétence dans le domaine des réseaux longue distance.

La maintenance des ordinateurs est d'un coût double de celui qui est constaté en Europe pour un service inégal. L'insuffisance du stock de pièces détachées leur impose de recourir fréquemment à des importations qui allongent les délais d'installation et de réparation.

Le matériel du RIO a été, en grande parti importé directement. Une première maintenance est assuré par les techniciens de l'ORSTOM. Un système d'échange standard de carte CPU a été organisé avec un fournisseur français.

2.2. LE MATERIEL DE BASE: LA STATION DE TRAVAIL UNIX

Les stations de travail présentent plusieurs avantages:

- il s'agit d'un matériel bon marché (actuellement à partir de 60 000 FF / 12 000 000 CFA)

- polyvalent: ses possibilités graphiques permettent à la même station d'être utilisée pour des applications de traitement d'images satellitaires (télédétection), de statistiques (logiciel SAS), de système d'informations géographiques...

- monocarte: en cas de panne une seule carte est à changer. Celle-ci contient la CPU, la mémoire, les interfaces synchrones/asynchrones, Ethernet et SCSI. Elle peut être rapidement acheminée en France pour un échange standard

- d'une puissance comparable aux meilleurs mini-ordinateurs (de 15 à plus de 50 mips)

- elle permet de réaliser toutes les fonctions nécessaires au réseau sans autre matériel additionnel qu'un modem: liaison asynchrone V24, liaison synchrone X25, Ethernet

2.3. LES PROTOCOLES DE TELECOMMUNICATIONS

Notre problème a été d'utiliser, au mieux, les moyens de télécommunication disponibles en fonction des objectifs recherchés :

- fiabilité du système,
- coût de fonctionnement minimum de manière à en autoriser l'accès à tous,
- délais de distribution garantis. Il faut, par exemple, que le courrier électronique ait un délai de distribution qui souffre la comparaison avec la télécopie.

Lorsqu'il existe, nous utilisons le réseau X25. Mais il est quelquefois difficile ou coûteux d'établir une liaison directe vers un concentrateur, nous exploitons alors l'accès RTC vers un PAD public.

Les 5 solutions décrites ci-dessous vont de la plus confortable à la plus "légère". Elles s'appuient sur les protocoles du système UNIX: UUCP et TCP-IP

- **solution 1: X25 sur ligne directe, protocole IP**

matériel: Sun¹ 3 ou Sun 4 sous SUNOS 4.

logiciels commerciaux: Sunnet X25TM

Une sortie RS423 du Sun est reliée directement au modem synchrone. La gestion du protocole X25 est assurée par le logiciel "Sunnet X25". La liaison avec les autres sites du RIO se fait sous IP.

La liaison par IP nécessite une ligne X25 d'un débit égal ou supérieur à 9600 bps [DIR90]. En revanche c'est une solution qui apporte le maximum de confort. Les ordinateurs reliés de cette manière se comportent comme s'ils étaient sur un même réseau local TCP/IP (au débit près). Il devient possible d'utiliser les commandes des réseaux TCP/IP: *telnet*², *FTP*³... Les messages sont transmis par *SMTP*⁴ de manière immédiate vers le site destinataire.

Cette solution est relativement onéreuse, elle induit des coûts fixes (l'abonnement X25) et des coûts de fonctionnement plus élevés: nombreux établissements de CV⁵, surplus de caractères générés par "l'encapsulage" des paquets IP dans des paquets X25. Elle est en service sur des lignes spécialisées entre les sites RIO de Montpellier, Bondy et Paris, ainsi que dans les liaisons du RIO avec l'INRIA Roquencourt et le CNUSC.

- **solution 2: X25 sur ligne directe, protocole UUCP/F**

matériel: Sun 3 ou Sun 4 sous SUNOS 4

logiciels commerciaux : Sunnet X25TM

Comme dans le cas précédent, une sortie RS423 du Sun est reliée directement au modem synchrone, la gestion du protocole X25 est assurée par le logiciel "Sunnet X25".

Le protocole UUCP/F est une version d'UUCP destiné aux lignes fiabilisées [DEV88]. Il est bien adapté à la transmission par X25 quelqu'en soit le débit. Comme toute liaison par UUCP, elle est de type "store and forward", les données à transmettre sont stockées

¹Sun, SUNOS, Sunlink sont des marques déposées de Sun Microsystems

²TErminale NETwork: accès en mode terminal sur une autre UC, à travers le réseau

³File Transfert Protocole: transfert de fichiers en mode interactif.

⁴Simple Mail Transfert Protocole [RFC821]

⁵Circuit Virtuel: c'est le nom donné à la liaison entre 2 équipements de transmission de données dans un réseau X25. L'établissement du CV donne lieu à une facturation forfaitaire.

sur le site puis envoyées. L'envoi est soit effectué à chaque requête, soit à une heure déterminée, l'ensemble des requêtes étant groupées en un même lot [ORE86].

Cette solution permet d'obtenir les coûts de transmission les plus bas, le temps d'occupation du circuit virtuel (CV) est minimum alors que UUCP/F génère très peu de caractères supplémentaires (un seul "check sum" par fichier). Elle est en service à Dakar, Lomé, Niamey, Ouagadougou, Abidjan, Nouméa.

- **Solution 3 : X25 asynchrone**

Il s'agit de rejoindre un PAD public à travers une ligne RTC ou une liaison directe de type asynchrone V22.

matériel : Sun 3 ou Sun 4 sous SUNOS 4.0.x

Une sortie RS423 du Sun est reliée au modem asynchrone. La liaison avec les sites du RIO se fait sous "UUCP protocole F" si la ligne vers le PAD est de bonne qualité, protocole G sinon.

Cette solution donne de bons résultats sans exiger d'investissement puisqu'on se contente d'un point d'entrée sur un PAD public (en général un abonnement peu onéreux).

Cette solution est en service à Cayenne, Seychelles, Guadeloupe, Tahiti.

- **solution 4 : RTC**

matériel : toute machine UNIX

C'est la solution UUCP classique [ORE86]. Une sortie asynchrone de l'ordinateur est reliée au modem asynchrone. La liaison avec les autres sites du RIO se fait sous "UUCP protocole G". Elle est en service à Bamako, Bobo-Dioulasso, Dakar-ENSUT, Port-Vila, Brazzaville et aux Seychelles.

Le coût de cette solution dépend de la qualité de la ligne. Les connexions échouent lorsque des caractères parasites sont reçus dans la phase d'établissement de la liaison il est alors nécessaire de relancer UUCP. Une fois la liaison UUCP établie, la répétition des paquets allonge les temps de transmission.

Une amélioration très sensible peut être obtenue de deux manière:

- par l'utilisation de modem à correction et compression (NMP5, V42, V32, V32bis) avec UUCP/F (seul capable de gérer le contrôle de flux.
- par l'utilisation de modem haut débit, intégrant le protocole UUCP (Telebit TrailBlazer Plus™).

Après des essais concluant en France, nous avons testé sans succès différents types de modems sur des liaisons intercontinentales.

- **Solution 5 : UUCP sous DOS**

Matériel : compatible PC sous DOS

Il s'agit d'une variante intéressante de la solution 4. Elle n'utilise qu'une machine DOS qui émule le protocole UUCP; celle-ci se comporte vis à vis du site distant, comme une machine UNIX, cependant, l'initiative de la liaison appartient nécessairement à la machine DOS.

Cette solution est en service en Equateur (liaison vers "ecuanex"), à l'Ile Maurice, au Mexique, à Pointe-Noire au Congo. Elle est utilisée comme backup en cas de panne d'un noeud Unix.

2.4. L'ORGANISATION GENERALE DU RESEAU

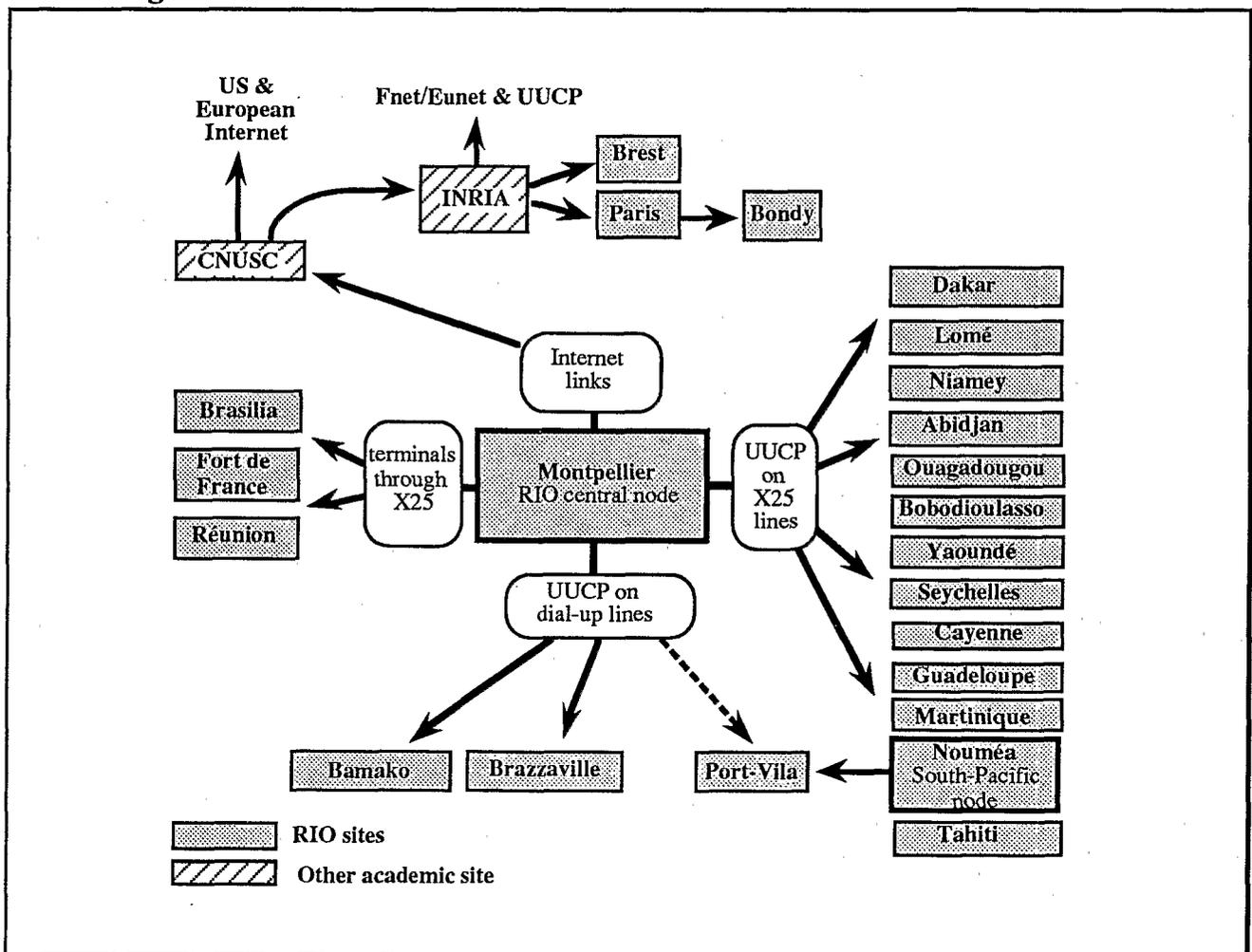
Le RIO est construit en étoile autour d'un noeud central installé à Montpellier. Dans chaque pays relié, un site distant communique directement avec ce site central. Cette organisation procure une bonne fiabilité et optimise les coûts de télécommunication.

Le routage des données (fichier, message) s'effectue de la manière suivante:

Le noeud secondaire conserve les données destinées aux utilisateurs locaux et transmet à Montpellier ce qui est destiné à d'autres machines. Montpellier effectue le routage vers les noeuds secondaires du RIO et constitue une passerelle vers l'Internet.

Un certain nombre d'implantations accèdent au RIO en se connectant directement par Transpac au site central.

Schéma général du réseau



2.5 L'INTEGRATION DES RESEAUX LOCAUX DANS LE SCHEMA GENERAL

La machine UNIX: serveur multi-fonctions

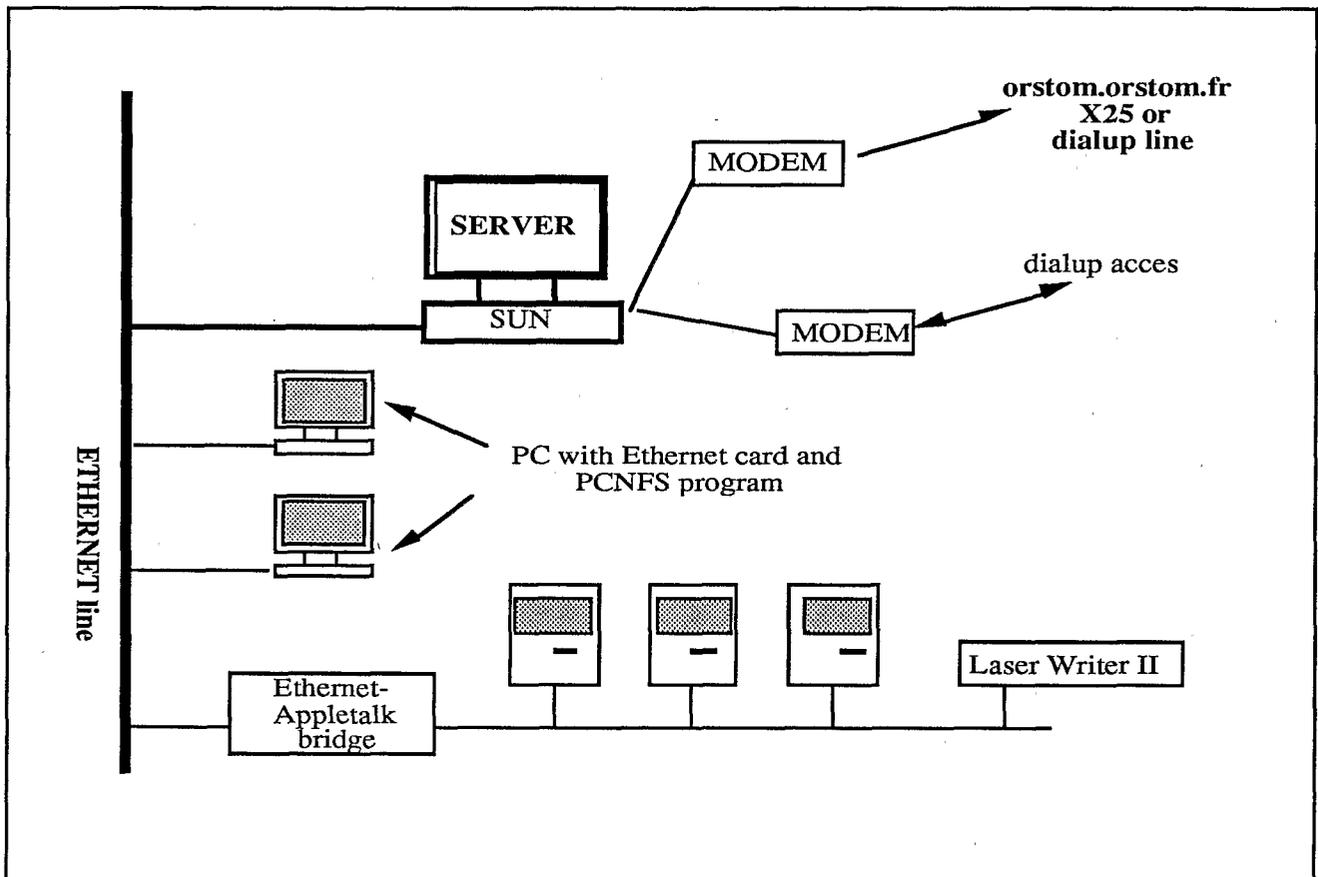
La demande d'un réseau local, de la part des utilisateurs de micro-ordinateurs est croissante. Ces réseaux de micros permettent d'améliorer le travail en équipe, d'économiser certains périphériques coûteux (imprimantes laser, traceurs...), d'exploiter des applications capables de partager des données. Cependant, le coût de l'installation

d'un réseau local de micro-ordinateurs est relativement élevé et nécessite un minimum de compétence pour être convenablement administré.

La solution retenue sur le RIO consiste à utiliser le système UNIX qui assure la liaison télécom avec les autres sites en tant que serveur de réseau local.[DOU87] Ce réseau dispose alors de fonctionnalités supplémentaires pour un coût marginal moindre:

- communication de données (messages, fichiers), de micro à micro, entre les sites,
- accès, à partir du micro, aux ressources de la machine UNIX (périphériques, logiciels)
- sécurité d'accès garantie par le système UNIX.

Les services réseaux sont assurés par les protocoles Ethernet, TCP/IP (fonctions terminal distant et transfert de fichiers) et PCNFS™ (serveur de fichiers et partage d'imprimante sous DOS). Le serveur UNIX est "vu" par les Macintosh comme un serveur Apple-Share tandis qu'il est perçu par les PC sous MS-DOS™ comme un serveur NetBIOS™.



3. LES SERVICES DU RIO

3.1. LA MESSAGERIE ELECTRONIQUE

La messagerie est le service de base de tous réseaux distants. Elle permet de transmettre, en toute confidentialité, des textes de quelques lignes à plus de 50 pages.

Le texte est saisi sur un poste du réseau ou un Minitel. Il peut être rédigé à l'aide d'un traitement de texte. Le destinataire reçoit le message dans une *boîte aux lettres* électronique sur son poste de travail habituel (micro, mini-ordinateur ou Minitel). Une

fois lu, le courrier peut être conservé dans un fichier informatique et re-travaillé avec un traitement de texte.

La messagerie électronique permet de correspondre avec tous les utilisateurs des réseaux internationaux: Internet, Fnet, EUnet, EARN, Bitnet, UUnet... Au total elle relie plusieurs millions de correspondants dans les secteurs de la recherche, de l'enseignement supérieur et des industries de pointe.

Chaque utilisateur dispose d'une boîte aux lettres. Celle-ci est repérée par une *adresse électronique* unique sur l'ensemble des réseaux. L'expéditeur d'un message est identifié par un mot de passe individuel qui garantit l'authenticité et la confidentialité du courrier. La messagerie inclue les services de publipostage (distribution à plusieurs correspondants) et de réexpédition automatique.

les accents

La messagerie du RIO est aux normes RFC822. Celles-ci n'incluent à priori que les caractères purement ASCII (7 bits). Pour les utilisateurs de langue française, l'absence d'accent est ressentie comme une contrainte pénible et nuit à l'intelligibilité du texte. C'est pourquoi nous avons cherché une solution d'implémentation des caractères accentués français. Celle-ci est réalisée par des interfaces utilisateurs développés à l'ORSTOM: PCMESSOR, NFSMESSOR, UUMESSOR et MESSORTEL.

Les caractères accentués restent codés sur 7 bits, ce qui garantit la compatibilité avec les autres réseaux mais l'interprétation de certains caractères ((),...) est modifiée conformément à la norme NRC. Cette implémentation est compatible avec le Minitel bi-standard en mode "téléinformatique, terminal français".

3.2. LA TRANSMISSION DE DOCUMENTS

Le service "messagerie" se limite à l'envoi de texte. Nous entendons par transmission de documents, l'envoi de rapports "balisés" c'est à dire préparés avec un logiciel de traitement de texte, contenant diverses polices et corps de caractères, des indications de styles, de justification...

Le principe est le suivant: le document est codé dans un format intermédiaire et intégré dans un message, il sera reconverti à l'arrivée sous sa forme primitive. Cette technique permet de transmettre des rapports d'environ 50 pages, entièrement balisés enrichis de graphiques et de dessins réalisés avec un logiciel de traitement de texte standard (sur Macintosh ou PC compatible IBM). Les documents peuvent être repris et modifiés par le destinataire disposant du même logiciel ou d'un produit compatible avec lui.

3.3. LES FORUMS

Le forum électronique est un outil de débat scientifique. C'est l'équivalent en terme de messagerie, de la "communication à plusieurs" sur le téléphone. Les contributions au forum se font par l'envoi de messages qui sont automatiquement distribués à tous les participants.

Le forum est constitué par un groupe d'utilisateurs du RIO ayant chacun une boîte aux lettres. Leurs adresses sont enregistrées dans une liste de distribution. Le forum porte le nom de cette liste.

Chaque forum est placé sous la responsabilité d'un animateur. C'est lui qui en demande l'ouverture et qui est à même de répondre à toutes les questions concernant le sujet, les participants et la nature des contributions attendues. Les forums actifs sur le RIO sont les suivants:

Nom du forum	Objet de la discussion
agrégation	Comportement agrégatif des poissons pélagiques
cyel	Cycle de l'énergie dans les lagons d'atolls de Polynésie
ecosys	Ecosystèmes coralliens et monts sous-marins
geofish	Utilisation de la géostatistique en biologie marine
malaria	Etude de la malaria
nacre	Biologie et environnement de l'huître nacrrière
popsant	Relations entre les problèmes de santé et la démographie en Afrique
sas	logiciel de Statistiques
sti	Sciences et techniques de l'informatique

3.4. LES INFO-SERVEURS

Il s'agit d'un système de bases de données dont la consultation s'effectue en temps différé. L'utilisateur envoie un message à l'adresse de l'info-serveur. Celui-ci interprète ce message en recherchant des mots-clé et renvoi à l'expéditeur le résultat de sa requête. Les info-serveurs peuvent être "physiquement" installés sur tout noeud du RIO et sont consultables à partir de tout accès aux réseaux "recherche-éducation", soit plusieurs millions d'accès dans le monde. L'accès n'étant pas réalisé en temps réel, le coût de consultation est réduit au minimum. (environ 200 CFA la page reçu).

Les info-serveurs suivants sont en service sur le RIO :

- à chaque forum est attaché un info-serveur qui permet de retrouver un texte soumis au forum ou de consulter la liste des contributions.

- CNUED: base de données des textes officiels (traduit en français) de contribution à la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement de Rio de Janeiro en juin 1992 (sommet de la Terre)

4. LES UTILISATEURS

Le nombre total d'utilisateurs dépasse 800, l'essentiel est formé par les chercheurs de l'Orstom et d'organismes partenaires. Le trafic est actuellement d'environ 7 Mo (7 millions de caractères) par mois dont la moitié vers l'Afrique.

Répartition par spécialité

Dicipline scientifique ou activité	nombre de compte
Sciences humaines	74
Agronomie	72
Sciences de la terre	110
Santé	46
Hydrobiologie / océanographie	145
Statistiques, biométrie, informatique et télédétection	90
Edition, documentation	35
Administration et directions	150
Non ventilés	80

Répartition par lieu en Afrique

Pays	lieu	Etablissement	adresse élect. du noeud du réseau	nombre d'utilis.
SENEGAL	Dakar-Hann	Orstom	dakar.orstom.fr (<i>orstom.orstom.sn</i>)	100
	Dakar-Bel Air	Orstom	belair.orstom.fr (<i>belair.orstom.sn</i>)	prévu nov. 92
	Dakar-Thiaroye	ISRA (Inst. sénégalais de rech. agronom.)	isra.orstom.fr (<i>isra.isra.sn</i>)	50
	Dakar-Univers.	ENSUT (Ecole nat. sup. univ. de technologie)	ensut.orstom.fr (<i>ensut.ensut.sn</i>)	prévu juin 92
BURKINA- FASO	Ouagadougou	Orstom	ouaga.orstom.fr (<i>orstom.orstom.bf</i>)	18
	Bobodioulasso	Orstom & OCCGE (Santé)	bobo.orstom.fr (<i>bobo.orstom.bf</i>)	prevu sept 92
MALI	Bamako	Orstom	bamako.orstom.fr	30
COTE D'IVOIRE	Abidjan	Orstom & CRO (Centre de rech. océanograph.)	abidjan.orstom.fr	24
NIGER	Niamey	Orstom & AGRHYMET	niamey.orstom.fr	27
TOGO	Lomé	Orstom & URD	lome.orstom.fr	19
CONGO	Brazzaville	Orstom & MRT	brazza.orstom.fr	prevu dec. 92
	Pointe Noire	Orstom	ptnoire.orstom.fr	oct. 92
CAMEROUN	Yaoundé	Orstom	yaounde.orstom.fr	prev oct.

5. CONCLUSION

La constitution d'un réseau de communication électronique en Afrique ne peut être que le résultat d'un travail long et patient. Les aspects techniques ne sont pas les plus délicats. Des compétences pédagogiques, organisationnelles et politiques sont indispensables pour mener le projet à bien.

La réalisation du RIO a pris plusieurs années et demandera encore du temps pour être étendu dans d'autres zones d'Afrique. Mais les résultats sont très encourageants. Dans les pays en développement, le réseau informatique ne constitue pas seulement un nouvel outil de communication, plus fiable, moins coûteux, moins protocolaire et plus rapide que le courrier postal, un moyen d'accéder à des grandes bases de données mais il établit des liens entre des communautés de travail qui ne pouvaient pas travailler ensemble auparavant.

REFERENCES

- [ANT91] Christiano Antonelli : La diffusion des télécommunications de pointe dans les pays en développement - Etude du Centre du développement , OECD Paris 1991.
- [DEV88] Devillers.Y. Mise en service d'une messagerie Unix - AFFU.
- [DEV90] Devillers Y. Le réseau Fnet-EUnet Documentation technique Fnet - Nov 90
- [DIR90] Dirlwanger, R.: Installation de Sunlink en vue d'une connexion IP/X25 vers INRIA (INRIA)
- [FNET90] Le réseau Fnet-EUnet, documentation technique CEDIA-Passerelles (INRIA)
- [KOR90] Mikko Korpela : The role of information systems ergonomics in developing countries - Information Technology in Developing countries - Elsevier Science Publishers BV.
- [NDI91] Momar Aly Ndiaye & Ibrahima Basse : Le réseau national d'information scientifique et technique du Sénégal - IFIP TC6/ICCC 3rd Conference, Tunis May 1991 - Computer Communications Elsevier Science Publishers BV.
- [MAL92] Carl Malamud : Exploring the Internet: A Technical Travelogue, Prentice Hall (Englewood Cliffs, NJ: 1992)
- [ORE86] Managing UUCP and USENET tim O'Reilly and Grace Todino (Nutshell Handbook); Using UUCP and USENET tim O'Reilly (Nutshell Handbook)
- [REN91] Pascal Renaud & Monique Michaux : The RIO, an international research network in developing countries - IFIP TC6/ICCC 3rd Conference, Tunis May 1991 - Computer Communications Elsevier Science Publishers BV.
- [RFC821] SMTP: simple Mail Transfert Protocol
- [RFC822] Standard for the format of ARPA Internet Text Messages
- [SHE91] Vineeta Shetty : African net quality tests users' mettle: Dearth of digital facility, subpar conditions, cost pose obstacle to users extending nets to continent - Network Word, oct 91
- [SUN87] SunLink™ X25 System Administration Guide, Sun Microsystems June 1987.
- [WOR91] Evans E. Woherem : Information technologie and Africa: an appraisal of the present situation and futur potential - Project Appraisal, volume 6, num 1, March 1991, pp 33-45.

ANNEXE

DESCRIPTION OF RIO NETWORK IN THE TROPICAL AREA

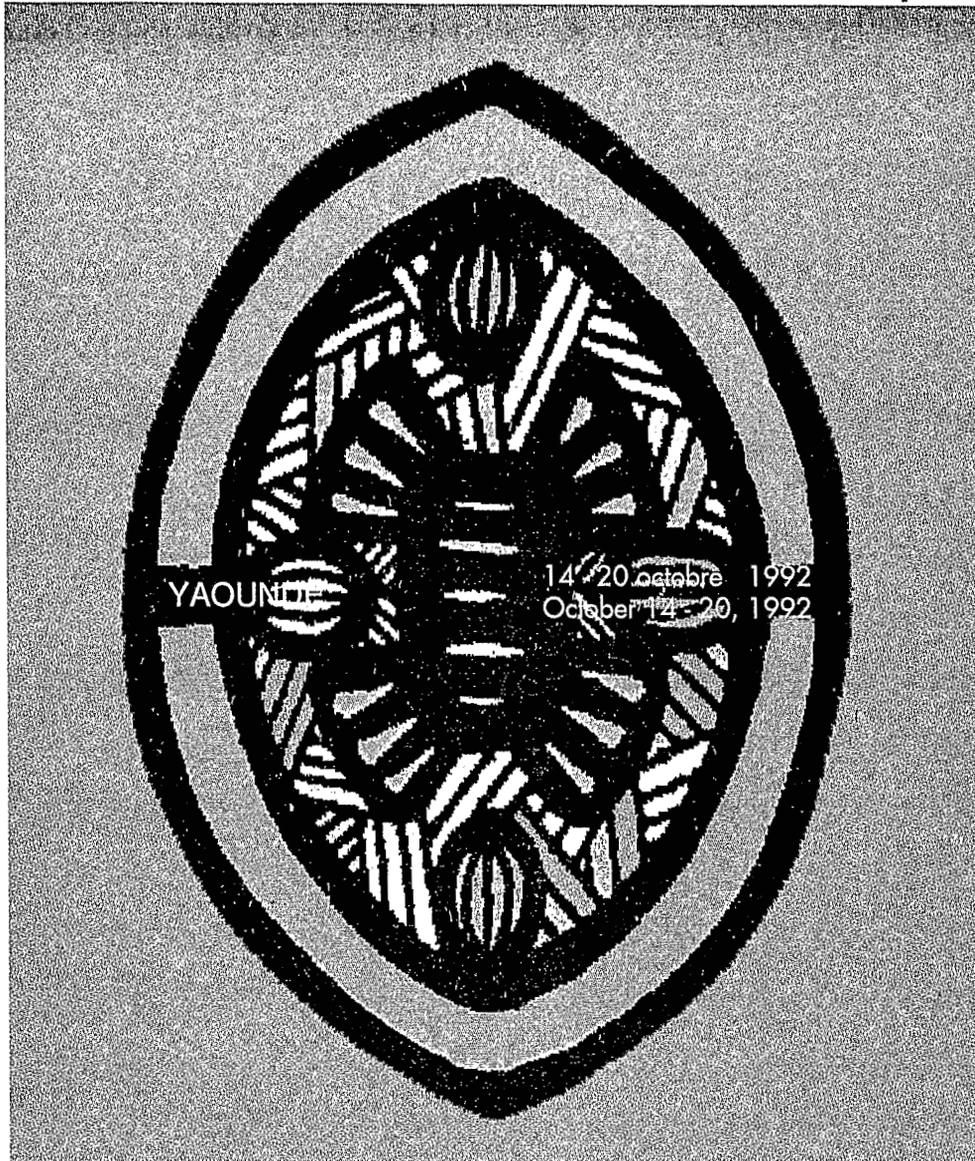
place & domain address	UNIX plate-forms (server on first line)	numb of PC	UNIX disk space	main applications of work-stations	Telecom links	sp. in Kbs	protocols
Pointe-à-Pitre (Fr. Caribbean) Pointap.orstom.fr	Sun 4/65C Apollo 4500 Appollo 3010	5 Dos	660 Mo +330 +150	BD & hydrological modeles	Transpac (X25) via dialup line	2,4	UUCP/f /V24
Cayenne (French Guyana) cayenne.orstom.fr	Sun 4/110 Sun 3/110	3 Dos 2 Mac	370 Mo +370 mo	BD , remote sensing, statistics	Transpac 2 VC	2,4	UUCP/f /X25
Nouméa (New-Caledonia) nouméa.orstom.fr	Sun 3/260 Sun 3/160C 3 Sun 3/140M 4 Sun 4/20 1 Sun 4/75 2 Sun 4/40C	20 Dos 5 Mac	3 Go	geophysic & oceanographic Data bases, GIS, remote sensing bibliographic DB	Transpac 2 VC	9,6	UUCP/F /X25 IP/X25
Papeete (French Polinesia) tahiti.orstom.fr	Sun 4/65C	5 Dos 2 Mac	600 Mo	oceanographic Data bases, statistics, biblio. DB	Transpac via dialup line	1,2	UUCP/f /V24
Port-Vila (Vanuatu) vanuatu.orstom.fr	Sun 4/65C	6 Dos 1 Mac	600 Mo	multimédia, naturalist & oceanogic DB	dialup line to Noumea	2,4	UUCP/G /V24 bis
Ouagadougou (Burkina-Faso) ouaga.orstom.fr	Sun 4/65C	5 Dos	600 Mo	Statistics, naturalists expert systems remote sensing	Fasopac (2 VC)	2,4	UUCP/F /X25
Dakar / Hann (Sénégal) dakar.orstom.fr	Sun 3/60 Sun 4/65C	15 Dos 5 Mac	600+ 1,5 Go	statistics, remote sensing, GIS bibliographic DB	Senpac (4 VC)	4,8	UUCP/F /X25
Dakar / ISRA (Sénégal) isra.orstom.fr	Sun 4/65C Sun 4/40 Sun 3/160C Sun 4/60M	9 Dos 1 Mac	600 +140 Mo	oceanographic DB, statistics, remote sensing	dialup line to Dakar-H + Senpac	2,4 2,4	UUCP/G /V24 bis UUCP/f /X25
Lomé (Togo) lome.orstom.fr	Sun 4/65C	14 Dos	600 Mo	Statistics, bibliographic DB	Togopac (2VC)	2,4	UUCP/F/ X25
Niamey (Niger) niamey.orstom.fr	Sun 4/65C 2 Apollo	4 Dos	600 Mo	Climatologic models & DB	Nigerpac (4 VC)	9,6	UUCP/F /X25
Bamako (Mali) bamako.orstom.fr	Sun 4/65C	12 Dos	600Mo	environment DB & IA models	dialup line	1,2	UUCP/G /V24
Victoria (Seychelles) seychel.orstom.fr	Sun 4/65C	4 Dos	600 Mo	oceanographic DB, statistics	X25 via dialup line	1,2	UUCP/F /V24
Yaoundé (Cameroun) yaounde.orstom.fr	Portable Spark	5	400 Mo	mail only	Campac (X25)	9,6	UUCP/f /X25
Abidjan (Côte d'Ivoire) abidjan.orstom.fr	Sun ELC	3	600Mo	stat, oceanography	Syntranpac (X25)	2,4	UUCP/f /X25

Plan for late 1992

place & domain address	UNIX plate-forms	numb of PC	UNIX disk space	previous set-up date	telecom link	sp. in Kbs	protocols
Dakar / Bel Air (Sénégal) dakar2.orstom.fr	Sun ELC	10	1,2 Go	sept 92	dialup line to Dakar-Hann	2,4	UUCP/G /V24 bis
Bobo-Dioulasso (Burkina-Faso) bobo.orstom.fr	Sun IPX	5	600 Mo	sept 92	dialup line	2,4	UUCP/F /X25
Brazzaville (Congo) brazza.orstom.fr	Sun IPX	10	600 Mo	dec 92	dialup line	?	UUCP/G /PEP

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE

Actes du 1er Colloque Africain sur la Recherche en Informatique



Proceedings of the 1st African Conference
on Research in Computer Science

Volume 2

Editeur / Editor
Maurice TCHUENTE