

---

# **Expérimentations au Dessus d'un Réseau Actif**

—

## **Vidéo et IP Multicast**

---

**Zièd Choukair**

**Ronan Keryell**

**Alain Leroy**

**Kave Salamatian**

—

**Laboratoire d'Informatique des Télécommunications**

**Département Informatique**

**École Nationale Supérieure des Télécommunications de Bretagne**

**12 janvier 2000**

- Présentation du laboratoire
- Contexte de l'étude
- Présentation de notre proposition de CTI
- Architecture



## ■ Grosse charge enseignement à l'ENST Bretagne : informatique (réseau (électronique))

- Tronc commun
- Option informatique
- DEA commun avec Rennes 1
- Formation continue
- Autres écoles

~> 21 enseignants chercheurs

## ■ Recherche : Laboratoire d'Informatique des Télécommunications

~> 9 chercheurs + 6 thésards

- Domaines applicatifs
  - ▶ Systèmes de télécommunication
  - ▶ Systèmes d'apprentissage à distance
  - ▶ Réseaux d'habitation



- ▶ Accès aux handicapés
- Axes de recherche
  - ▶ Composants logiciels pour la distribution
  - ▶ Gestion de la qualité de service
  - ▶ Adaptativité logicielle et matérielle
  - ▶ Interconnexion de protocoles, réseaux
  - ▶ Optimisation d'applications télécommunication
- Veille technologique
  - ▶ Méthodes objets
  - ▶ Objets et parallélisme
  - ▶ Composants
  - ▶ Métaprogrammation
  - ▶ Middleware et protocoles
  - ▶ Qualité de service
  - ▶ Logiciels libres



- ▶ Multimédia
- ▶ Architecture ordinateurs et réseaux
- ▶ Compilation
- ▶ Réseaux de neurones
- Technologies
  - ▶ Objets : OMT, Fusion, catalysis, UML – JavaBeans – Java, Eiffel, SmallTalk, C++,...
  - ▶ Multimédia, WWW : XML, SMIL,...
  - ▶ Distribution : Corba, RMI
  - ▶ Réseau : IP, MBone, H323, V90 – xDSL, ATM, Ethernet, RNIS
  - ▶ Compilation, parallélisme, optimisation de code
  - ▶ FPGA
  - ▶ Réseaux de neurones : reconnaissances de chiffres



- WestServer CSTI – *Compagnie des Signaux, ENIB, CHR de Brest, département du Finistère, région Bretagne*
  - ▶ Développement d'un cache www distribué et auto-adaptatif
  - ▶ Ordinateur parallèle Antara PowerPC sur ATM/Ethernet, Linux
  - ▶ Implémentation dans cache Jigsaw du W3C
  - ▶ Thèse en cours
- MIREHD GET/Voix sur IP : gateway et gatekeeper H323, testeurs de terminaux H323
- Dialex et Dialex++ : système de téléconférence IP multicast sur RNIS avec qualité de service
- laboratoire CERV (Centre d'Étude sur la Réalité Virtuelle) : développement et expérimentation de plates-formes de réalité virtuelle pour un usage collaboratif




- Projet européen AMUSEMENT : plate-forme de collaboration via réalité virtuelle
- Projet européen TIS en cours de montage : développement de services réseaux interactifs pour les locataires (leader recherche WP sur infrastructure réseau)
- Centrale de GTB pour DeltaDore : Linux embarqué, couplage avec le projet MUSTES de réhabilitation d'HLM à base d'Internet par câble et de portail domotique. Contacts avec NetGem
- Turbo-GET *GET, LIFL et Université de Prague* : tests de plates-formes et de modèles de distribution, communication de groupes et localisation des serveurs
- Mimosa *action incitative GET, INT, Eurekom* : modélisation, implantation et validation de services multimédia



- ITR-Covadis *soutient régional* : conception visuelle d'applications multimédia distribuées à base de Java, JMF, SMIL et de « médium ».





- Télévision  $\rightsquigarrow$  média quasi-incontournable
- Progrès énormes dans les réseaux à haut débit
  - ▶ Infrastructures (*backbones*) : ATM, IP direct WDM,...
  - ▶ Boucle locale : câble,  $x$ DSL (sans changer la chevelure !)
- Réseau avec débit suffisant pour avoir la télévision en numérique avec plus d'interactivité
- Problèmes de taille des tuyaux depuis les sources vidéo
  - $\rightsquigarrow$  Factoriser les flux identiques avec de la multi-diffusion (*MBone*)
  - $\rightsquigarrow$  Utiliser des mécanismes de cache
- Garantir une qualité de service correcte
- ... sur un flux et avec des utilisateurs très dynamiques 
- Protocoles et applications en développement rapides



↪ Utilisation d'un réseau (actif) *programmable*

Plate-forme expérimentale permettant de mettre en œuvre rapidement un maximum de solutions possibles :

- ▶ Vidéo-conférence sur IP
- ▶ Diffusion vidéo et audio
- ▶ Multi-diffusion
- ▶ Caches auto-adaptatifs
- ▶ Techniques de gestion de la qualité de service



- Développer plate-forme de réseau actif reconfigurable
- Diffusion de type MPEG2 sur IP
- Caches actifs auto-adaptatifs
- Tests de différentes stratégies
- Gestion de la qualité de service
- Gestion de l'encodage vidéo dynamique selon chemin et charge
- Privilégier les performances à la portabilité absolue (cohérence intra-France Télécom)
- Exploiter les nouvelles technologies de développement : systèmes d'exploitation ouverts, modélisation avancée, programmation à base de composants,...



- Réseaux actifs  $\rightsquigarrow$  thème 4
- Approche orientée opérateur : chaque nœud  $\equiv$  composant configurable dynamiquement par l'opérateur ou l'utilisateur pour supporter des services
  - Architecture et place des composants actifs dans les réseaux
  - Expérimentation (mise en place de plates-formes) et mesure des performances
  - Évaluation des apports en particulier dans les domaines suivants
    - ▶ Administration de réseau
    - ▶ Transport & QoS vidéo
    - ▶ Sécurité
    - ▶ Multicast et transport



- Programmation fine de chaque nœud du réseau
- Plus ou moins indépendant du matériel
- Extensibilité de l'infrastructure : déploiement possible de nouveaux protocoles et de nouvelles applications
  - ▶ Caches auto-adaptatifs avec préchargement, capitalisation,...
  - ▶ Fonctions « magnétoscope » sur de la vidéo à la demande
  - ▶ Ré-encodage dynamique de la vidéo en fonction du débit
  - ▶ Nouveaux services interactifs
  - ▶ Adaptativité et évolution dynamique en fonction des utilisateurs et des services demandés pour maintenir la qualité de service
  - ▶ Rajout de protocoles style IntServ et DiffServ
- Maintenance et mesures statistiques facilitées



- Co-existence avec des protocoles classiques voire propriétaires



Nœuds relié par des connexions réseau

- Début d'Internet : ordinateurs *programmables* implémentant des protocoles (IP)
- Aujourd'hui : routeurs spécialisés en IP
- Demain : rajout de plus en plus de fonctionnalités  $\rightsquigarrow$  routeurs programmables

$\rightsquigarrow$  ¿ Ordinateurs implémentant les nouveaux protocoles ?

2 approches :

- ▶ « Dans la bande » : chaque paquet transporte son protocole et/ou ses fonctions de traitement dans le réseau
- ▶ « Hors bande » : programmation des nœuds à part. Plus simple à réaliser efficacement



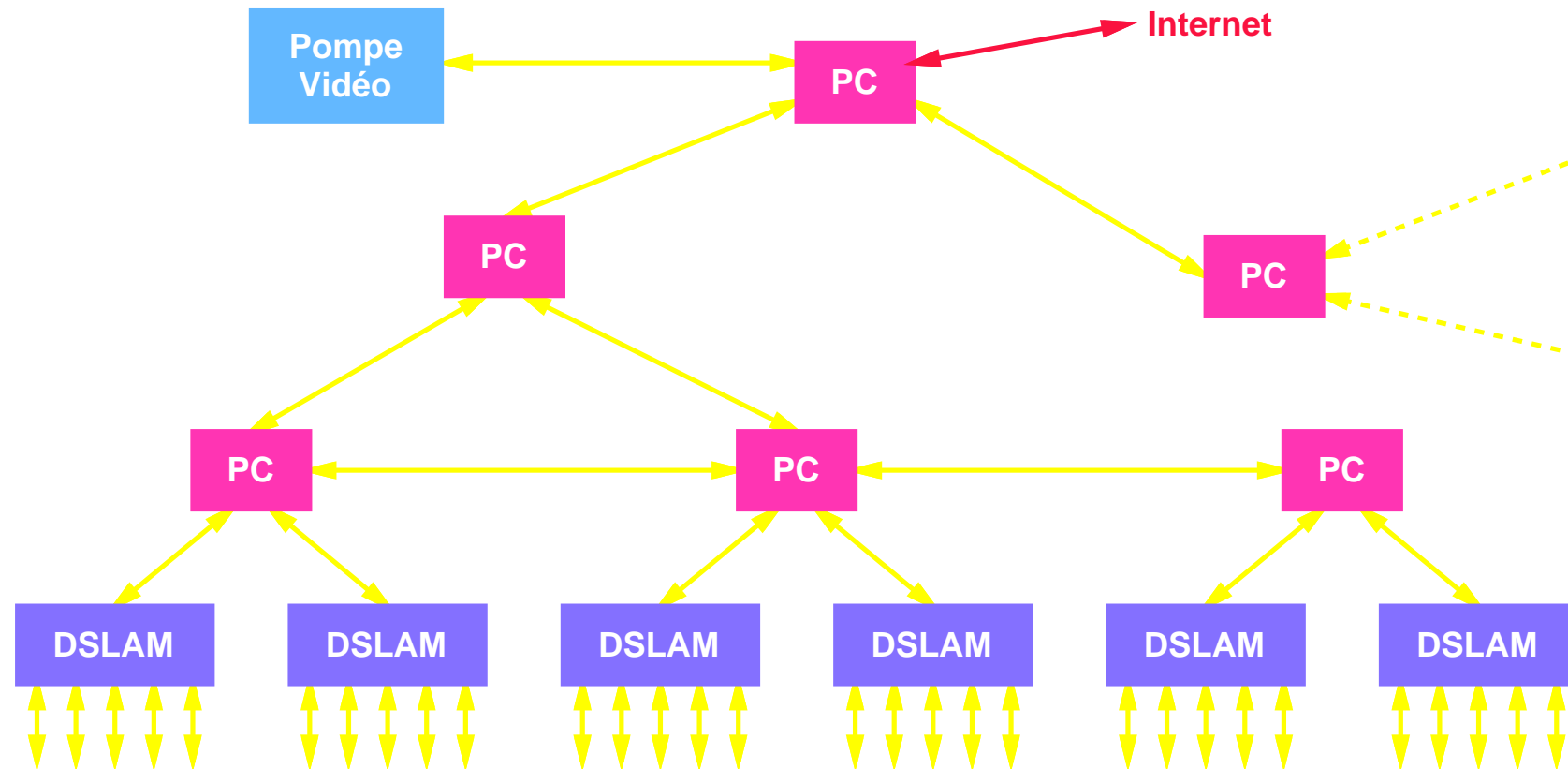
- Gestion de la qualité en fonction du coût de l'abonnement
- Répartition des films dans les caches du réseau en fonction du coût : seuls les émissions en direct et les films à la demande peu communs circulent en temps réel
- $\rightsquigarrow$  Format commun de représentation des contenus entre les chaînes (⚠ si erreur de programmation)
- Mou dans le réseau : insérer des pubs en cas de problème à des limites de séquences ( $\rightsquigarrow$  flux vidéo en avance dans les caches d'au moins une séquence)
- Préchargement des caches avec les films, les bandes annonces, les infos,...
- Utilisation des informations sémantiques pour gérer les caches : les infos et la météo ont une durée de vie faible,...

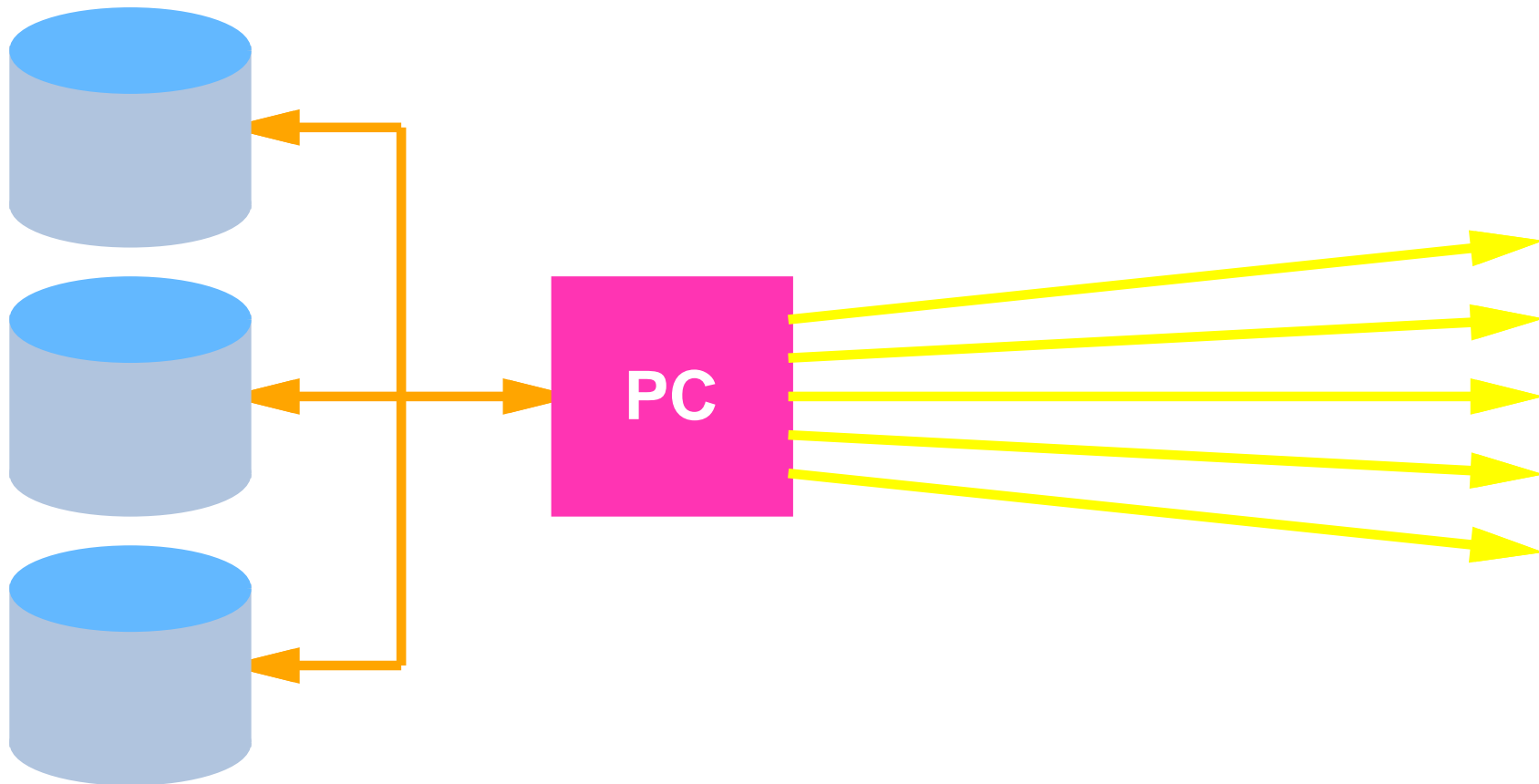




- Encodage hiérarchique avec cachage progressif et amélioration successive de la qualité à chaque demande
- Réduction fluide de la qualité si plus assez de débit à cause d'un flux prioritaire
- Transformées en ondelette du son pour resynchroniser différents spectateurs en ralentissant/accélérant sans « décalage spectral »
- Utilisation de la cryptographie pour compter le nombre de téléspectateurs sans avoir trace de leur identité







- Est-ce aussi simple ?



- Règles de 3
  - ▶ Disque bas de gamme IDE : 0,05 FF/Mo
  - ▶ Film de 90 mn en MPEG2 (6 Mbit/s) = 4,05 Go  $\equiv$  202 FF, prix d'un DVD !
  - ▶ Bus d'E/S d'un PC : PCI à 132 Mo/s. Approche pessimiste 60 Mo efficace sur le PCI
  - ▶ Un flux rentre et sort du PC (réseau ou disque)  $\rightsquigarrow$  30 Mo utile  $\equiv$  40 flux MPEG2 gérés simultanément
  - ▶ Ethernet 100 Mbit/s  $\equiv$  16 flux MPEG2
- Privilégier les performances à la portabilité absolue  $\rightsquigarrow$  utilisation directe d'Unix comme infrastructure
- Utilisation du mode noyau, du DMA et éviter les copies pour se rapprocher de l'efficacité théorique par rapport à un réseau actif de plus haut niveau



- Pas de problème de sécurité et d'interopérabilité : seul l'opérateur peut changer des modules
- Mettre plusieurs disques
  - ↗ capacités
  - ↗ débits
- Unix libre style Linux : embarqué (FLASH), sources disponibles
- Pas de clavier, pas d'écran, pas de boîte ? ~→ économies et robustesse (chauffe moins)
- DSLAM ou bien hub connecté à des chambres d'élèves
- Doublement du matériel possible pour la tolérance aux pannes
- Rajout de processeurs pour faire des traitements sur les formats



- Réseau câblé en infrastructure 1 Gbit/s Ethernet fibre optique
- Accès Internet principal à 20 Mbit/s
- Réseau de la « Maison des Élèves »
  - ▶ 340 machines ( $\equiv$  quartier) sur Ethernet ( $\equiv$  ADSL, câble)
  - ▶ Étoile en Ethernet 100 Mbit/s ( $\equiv$  URAD)
  - ▶ Hubs par couloir ( $\equiv$  DSLAM de rue)
- Utilisateurs critiques...



- Connexion au projet WestServer
- Utilisation d'une pompe vidéo CSTI
  - ▶ Utilise Linux
  - ▶ Sur serveur indépendant (Antara, multi-PowerPC ATM/Ethernet) ou nœud(s) du réseau de la CTI
  - ▶ Délivre des films stockés sur disques
  - ▶ Numérisation de chaînes de télévision à la volée (cartes de compression MPEG2)



- Projet WestServer
- Possibilité d'avoir 1 DSLAM avec 6 ou 12 accès ADSL
- Possibilité d'avoir autant de modems ADSL/Ethernet
- Modernisation prévue de l'autocommuteur pouvant aider





- Différents profils d'utilisateurs
- Différentes conditions réseau

⇒ Réseau actif pour permettre un changement dynamique du comportement



- Diffusion de chaînes de télévision (problème de redevance ?) avec rajout de fonctions magnétoscopes (sauter les publicités ?...)
- Chaînes de télévisions locales
- Retransmission de radio dont TFM
- Films à la demande et contrôle interactif
- Accès à Internet simultanément
  - ▶ Supervision du système et interactivité
  - ▶ Intranet
  - ▶ Jeux
  - ▶ Télé-achats
  - ▶ Sondages en temps réel



- Déploiement possible d'autres services intéressant France Télécom



- 1 mois : construction de la plate-forme de base : installation de Linux sur tous les PC et interconnexion
- 2 mois : bibliographie poussée en parallèle afin de déterminer quelle est l'architecture de réseau actif la mieux adaptée parmi la centaine (!) de projets existants
- 2 mois : installation du noyau de réseau actif sur la plate-forme et tests de fonctionnement
- 9 mois de développement :
  - ▶ Plusieurs stratégies avec leur distributions sur nœuds réseau actif
  - ▶ Composants de base de diffusion, de ré-encodage hiérarchique, de multi-diffusion et de sécurité répartis sur nœuds actifs
  - ▶ Composants sources d'information (vidéo, son,...)



- 4 mois de tests et d'expériences en parallèle avec la fin du développement
- Remise d'un rapport sur le projet de cette première phase



- Retour d'expérience infrastructure de diffusion vidéo sur réseau actif
- Montrer intérêt technique et économique à base de logiciel libre et de composants d'épicerie (COTS)
- Application d'un cache auto-adaptatif à la qualité de service
- Nouveaux types de services
- Retour des utilisateurs aidant définition de systèmes futurs



- Expérimenter réseau plus grand utilisant réseaux actifs internationaux
- Développement de nouveaux services tel que le co-gardiennage,...
- Amélioration de la sécurité du système
- Prise en compte de la tolérance au panne
- Aide et automatisation maintenance à distance
- utiliser architecture active pour mettre en place de nombreux systèmes de mesure et d'alarme
- Optimiser les programmes de ré-encodage de flux lorsque le débit est insuffisant
- Collaborer avec un service de France Télécom pour la mise en production *in situ*



- Sujet « chaud »
- Maquette représentative
- Plate-forme d'expérimentation et de déploiement rapides de nouveaux protocoles et service
- S'intègre dans des projets existants (WestServer, MUSTES, TIS,...)
- Projet qui continuera à vivre à travers l'enseignement et les projets
- Élèves motivés et compétents
- 1 an : trop court même pour une première phase ?
- En attente des demandes du CNET





## List of Slides

- |    |  |    |                                  |
|----|--|----|----------------------------------|
| 1  | Plan   | 17 | Architecture cible du réseau     |
| 2  | Département d'Informatique                     | 18 | Architecture cible du nœud       |
| 5  | Projets en rapport avec la CTI                 | 21 | Réseau d'expérimentation         |
| 8  | Contexte de l'étude                            | 22 | Fourniture de contenu            |
| 10 | Objectifs généraux de cette recherche          | 23 | Tests avec ADSL                  |
| 11 | Thèmes concernés de la CTI Axe 7               | 24 | Adaptativité                     |
| 12 | Apport du réseau actif                         | 25 | Services de base lors du test    |
| 14 | Réseaux actifs                                 | 27 | Programme potentiel des travaux  |
| 15 | Quelques services et fonctionnalités possibles | 29 | Résultats scientifiques attendus |
|    |  | 30 | Extensions envisagées            |
|    |  | 31 | Conclusion                       |
|    |  | 32 | Table des matières               |

