

Streaming sur GPRS: analyse des performances

Présentation de Mémoire
d'Option RTT

Jérôme PONS

11 juillet 2001



Plan de la présentation

- Introduction et objectifs du mémoire
- Service GPRS et accès à Internet
- Solutions de streaming et formats de codage des flux
Audio/Vidéo: analyse des traces
- Évaluation des performances du streaming sur TCP
sur GPRS
- Résultats
- Perspectives d'avenir et conclusion
- Questions

Introduction

- Le service GPRS de GSM offre un accès en mode paquet aux réseaux de données (IP et X25) avec de faibles débits (30 à 50 kbps)
- Un terminal mobile GPRS peut servir de modem externe à un PC pour accéder aux nombreux services Internet
 - Navigation WEB, Transfert de fichiers, messagerie, téléchargement, streaming, accès distant...
- Parmi ces services, le streaming permet de visualiser des contenus Audio ou Vidéo à la demande (VoD, AoD) ou en direct (Radio, TV)
- Quels sont les performances offertes par GPRS pour offrir le service de streaming ?

Objectifs du mémoire

- Analyser les performances du service de streaming sur GPRS dans le cadre de l'évaluation d'applications « temps-réel différé »
- Le travail réalisé a consisté à
 - Analyser les différentes couches et mécanismes concernés (Interface radio GPRS et réseau IP)
 - Lister les paramètres pertinents liés au streaming (débit, taille des unités de données et délai aller-retour des segments TCP ainsi que les formats de codage des flux Audio et Vidéo)
 - Tester les performances à l'aide du modem GPRS SAGEM « 3+1 »

Service GPRS de GSM (1/8)

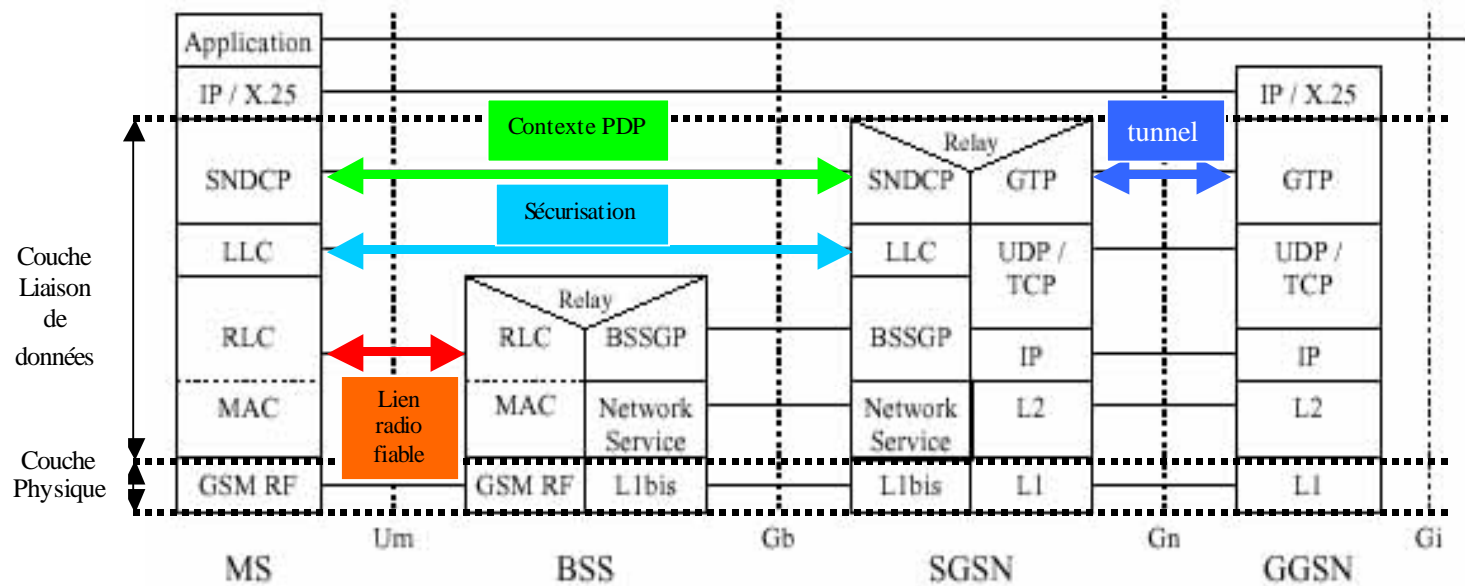
- Avant le GPRS, GSM offrait 2 types de services de transmission de données en mode circuit
 - Le service de messages courts (limite: 160 caractères par message)
 - Le service Fax/Data (limite: débit de 9.6 kbps, connexion permanente et facturation à la durée)
- Avec GPRS, GSM offre de nouvelles possibilités de transmission de données en mode paquet
 - L'utilisation efficace de la ressource radio (débit de 30 à 50 kbps par agrégation de TS, transmission sporadique des données, pas de connexion, accès rapide et facturation au volume)
 - La connexion aux réseaux de transmission de données utilisant le mode paquet (X25, IP)

Service GPRS de GSM (2/8)

- Réutilisation du sous-système radio de GSM (BTS et BSC)
- Introduction de nouveaux terminaux mobiles (3 classes) gérant les 4 plans de codage CS-i et possédant une capacité multislots (« 3+1 », « 4+1 »)
- Introduction d'un nouveau réseau de cœur
 - SGSN, pour contrôler les terminaux GPRS présents dans leur zone de service
 - GGSN, pour accéder aux réseaux de transmission de données à commutation de paquets
 - Accès possible aux réseaux IP tels qu'Internet

Service GPRS de GSM (3/8)

- Couches protocolaires au niveau de l'interface radio



Service GPRS de GSM (4/8)

- Indépendance avec les couches réseau (IP ou X25)
- Sous-couche SNDCP
 - Convergence et multiplexage des contextes PDP
 - Compression des en-têtes et données
- Sous-couche LLC
 - Échange de données sécurisé (et fiable) entre la MS et le SGSN
 - Mode acquitté (Selective-ARQ) désactivé
- Sous-couche RLC
 - Echange de données fiable entre la MS et la BTS
 - Mode acquitté (SR-ARQ) activé

Service GPRS de GSM (5/8)

- Sous-couche MAC
 - Accès aux canaux radio
 - Multiplexage statistique
- Couche physique GSM RF
 - Sous-couche PLL transmet les bloc RLC/MAC en les plaçant dans les bursts après codage convolutif suivant un plan de codage CS-i
 - Sous-couche RFL réalise la modulation/démodulation

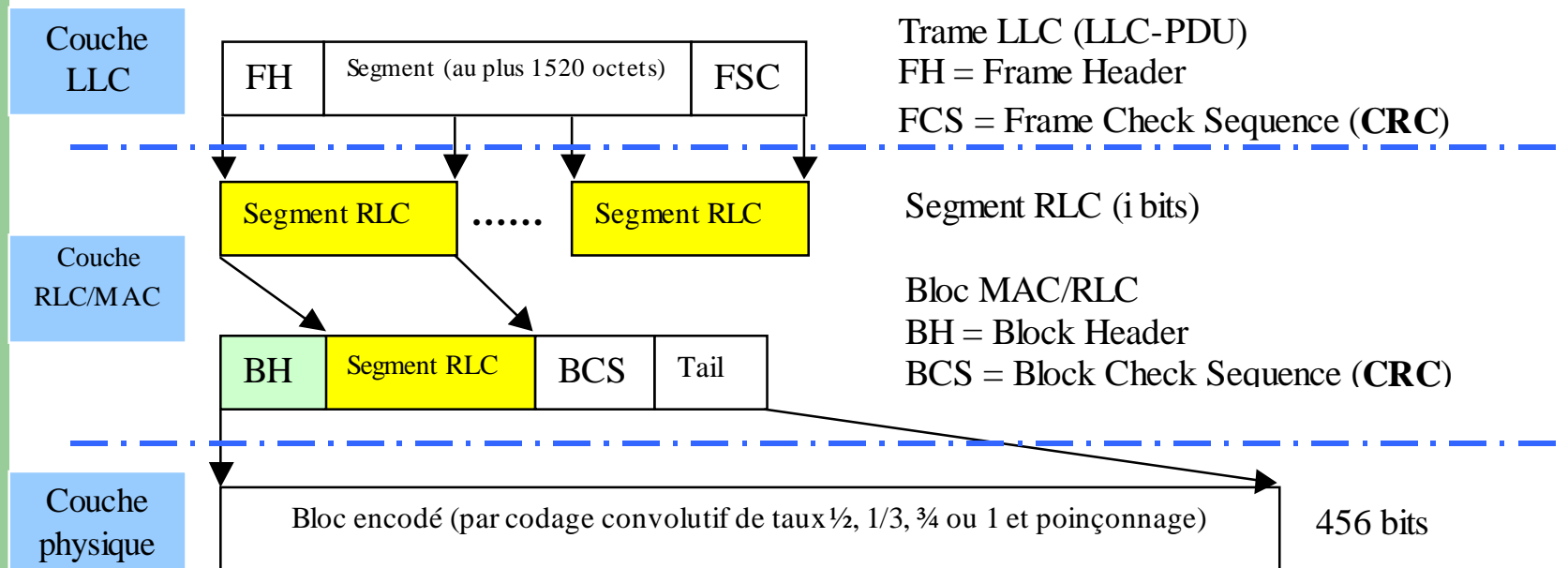
Service GPRS de GSM (6/8)

- Plan de codage

CS-i	k/n	Taux de codage	Charge utile i du bloc radio MAC/RLC (en bits)	BCS (en bits)	BH (en bits)	Tail (en bits)	Bloc RLC j avant encodage (en bits)	Bloc encodé (en bits) j * n/k	Poinçonnage (en bits)	Débit brut par canal physique (kbps)
CS-1	0.5	1/2	181	40	3	4	228	456	0	9.05
CS-2	0.5	2/3	268	16	6	4	294	588	132	13.4
CS-3	0.5	3/4	312	16	6	4	338	676	220	15.6
CS-4	1	1	428	16	12	0	456	456	0	21.4

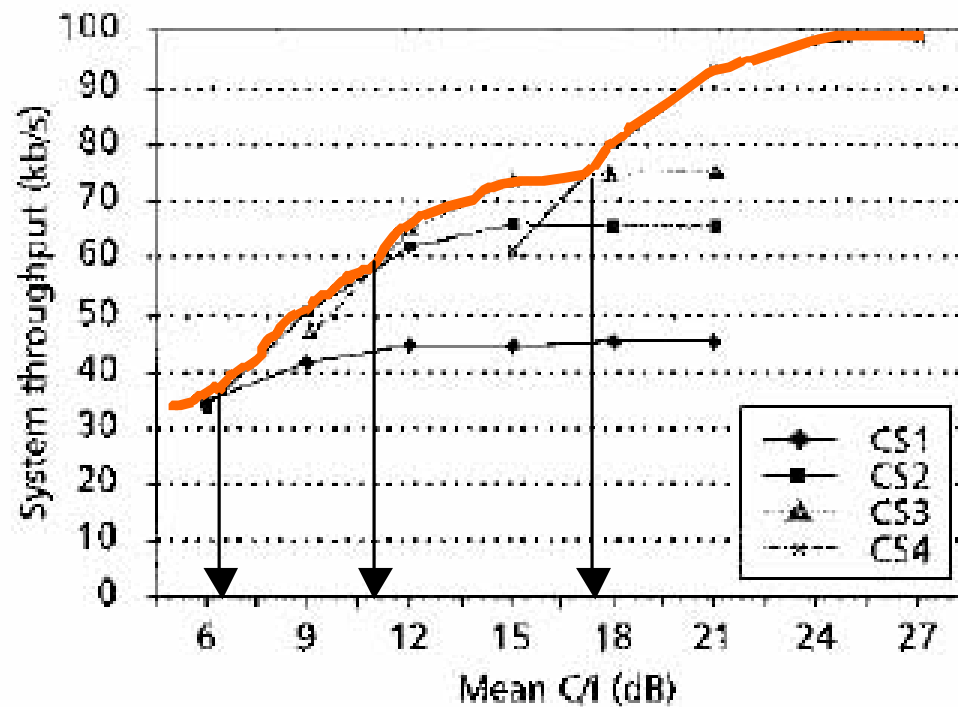
Service GPRS de GSM (7/8)

- Encapsulation des trames LLC



Service GPRS de GSM (8/8)

- Choix du plan de codage en fonction du C/I

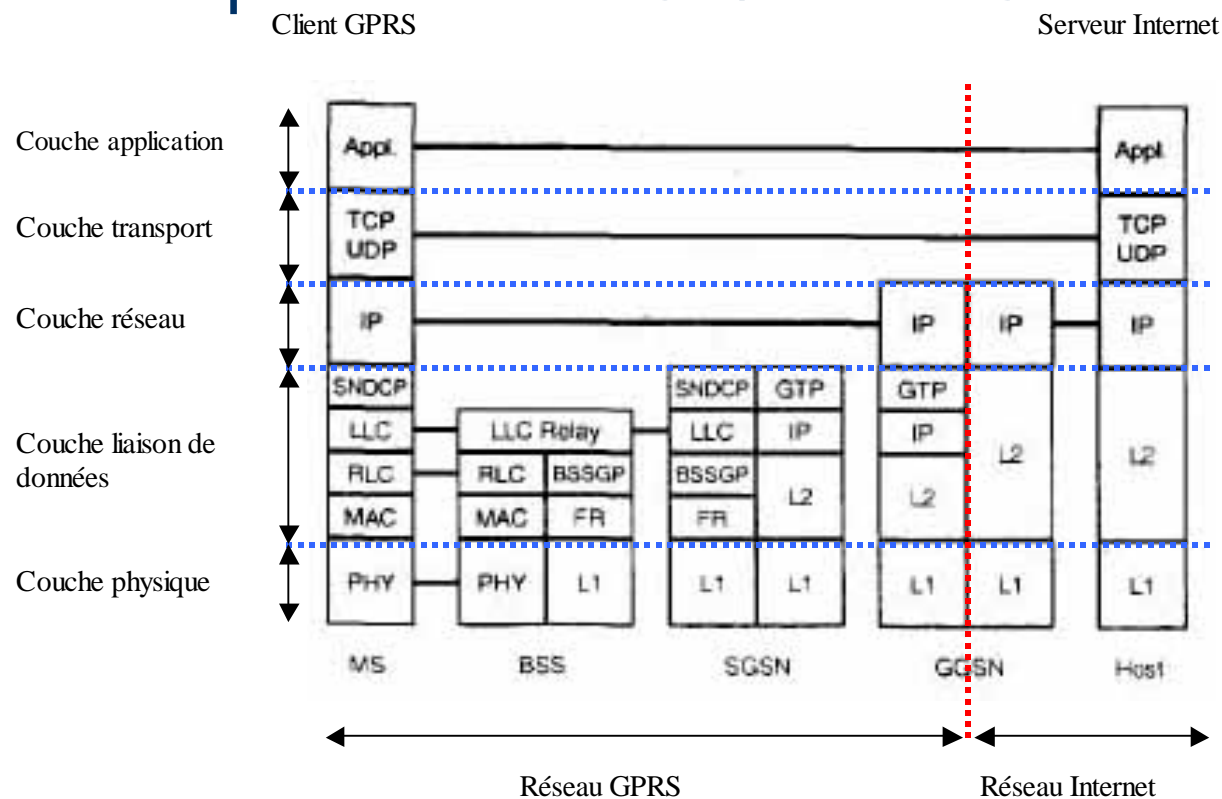


Accès à Internet avec GPRS(1/5)

- Accès à des serveurs distants pour l'abonné mobile
 - Transfert de fichiers
 - Accès à des machines ou bases de données
 - Messagerie (e-mail)
 - Navigation WEB
 - News
 - Forum de discussion et Chat
 - Streaming Audio/Vidéo
 - Téléchargement de musique
 - ...

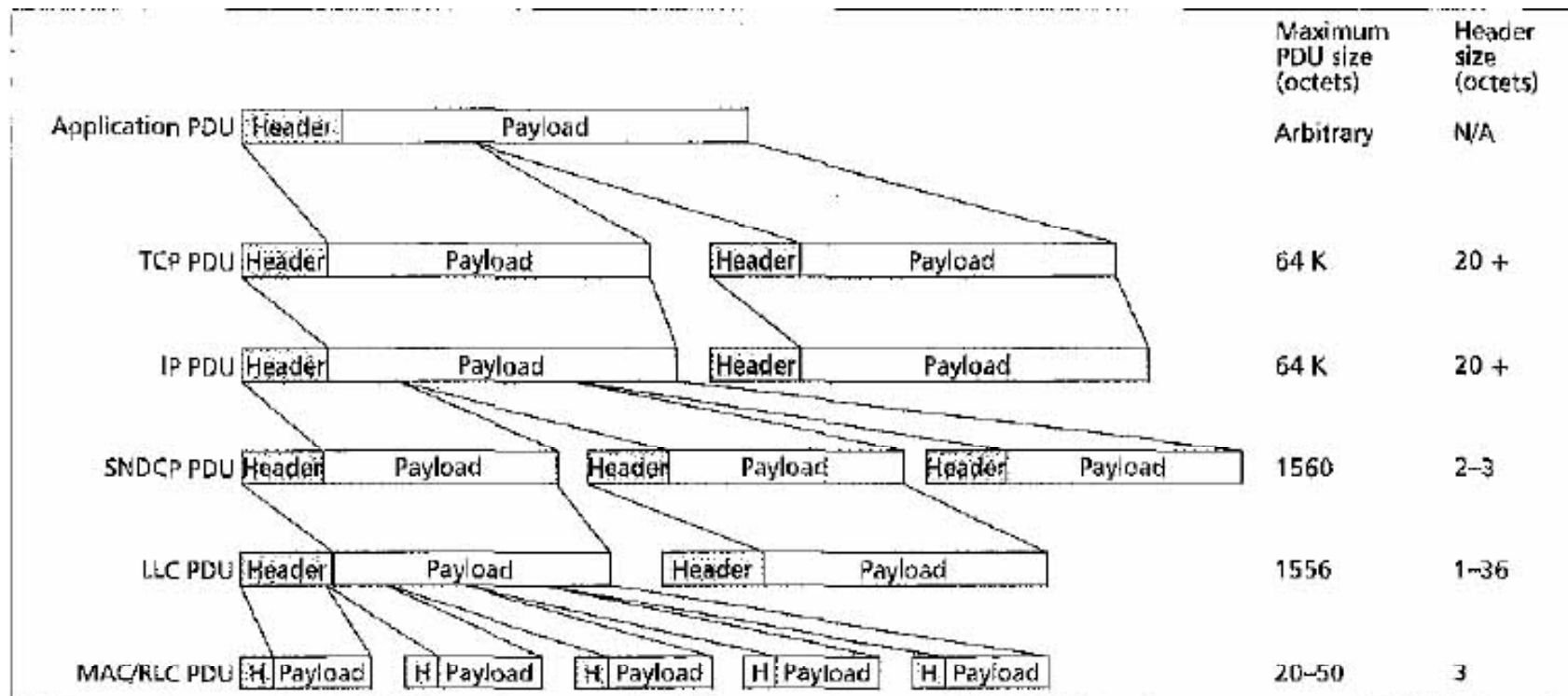
Accès à Internet avec GPRS(2/5)

- Pile de protocoles TCP/IP sur GPRS



Accès à Internet avec GPRS(3/5)

- Niveaux d'encapsulation



Accès à Internet avec GPRS(4/5)

- Couche de transport TCP
 - Contrôle de flux (fenêtre d'émission, slow start et congestion avoidance), mesure du RTT et RTO.
 - Transport fiable (mécanisme ARQ, séquençement des datagrammes IP)
 - En-tête de 20 octets (ports...) et charge utile d'au plus 536 octets (MSS)
- Couche réseau IP
 - Routage des datagrammes IP
 - En-tête de 20 octets (@IP...)

Accès à Internet avec GPRS(5/5)

- Les couches TCP et RLC (mode acquitté) possèdent un mécanisme de retransmission ARQ
- Le protocole TCP est suffisamment sensible pour que la perte d'un bloc au niveau de l'interface radio le fasse réagir (ralentissement de la transmission de données dans le sens downlink)
- Avec de mauvaises conditions radio, les ARQ de RLC se multiplient, doublés des ARQ de TCP
- Les deux mécanismes de retransmission entrent en compétition: TCP doit à tout prix ne pas tenir compte des pertes de blocs sur l'interface radio

Service de streaming (1/ 10)

- Le streaming consiste à consulter du contenu Audio ou Vidéo à la demande ou en direct sans en garder la trace côté client après consultation, contrairement au téléchargement
- 4 types de contenus sont disponibles
 - Audio à la demande (AoD)
 - Vidéo à la demande (VoD)
 - Audio en direct (Radio)
 - Vidéo en direct (TV)

Service de streaming (2/ 10)

- Les protocoles applicatifs impliqués dans le streaming reposent sur TCP (fiable non temps-réel) ou UDP (non fiable temps-réel)
- La contrainte « temps-réel différé » doit être respectée pour assurer la continuité du flux (Audio) et éviter les remises en mémoire tampon
- Plusieurs solutions sont possibles d'après les analyses de traces des échanges entre le client GPRS et le serveur de streaming consulté

Service de streaming (3/ 10)

- Solution de streaming HTTP sur TCP
- Solution de streaming RTSP sur TCP (ou UDP)
- Solution de streaming RTCP/RTP sur UDP (ou RTSP/RTP sur UDP)
- Les 2 premières solutions, basées sur TCP prédominent (sur les 17 analyses effectuées)
- Dans les 2 cas, le client se connecte d'abord à un serveur WEB pour sélectionner le contenu auquel il souhaite accéder (ouverture d'une première connexion TCP)
- Puis il est redirigé vers le serveur de streaming possédant le contenu choisi (ouverture d'une nouvelle seconde connexion TCP)

Service de streaming (4/ 10)

- Ouverture d'une connexion TCP



Client

Serveur de pages WEB

TCP : @IP_client, @IP_server1 , SYN,
option (MSS = 536 octets)
IP : port 1295, port 80

TCP : @IP_server1, @IP_client, SYN,
ACK, option (MSS = 1460 octets)
IP : port 80, port 1295

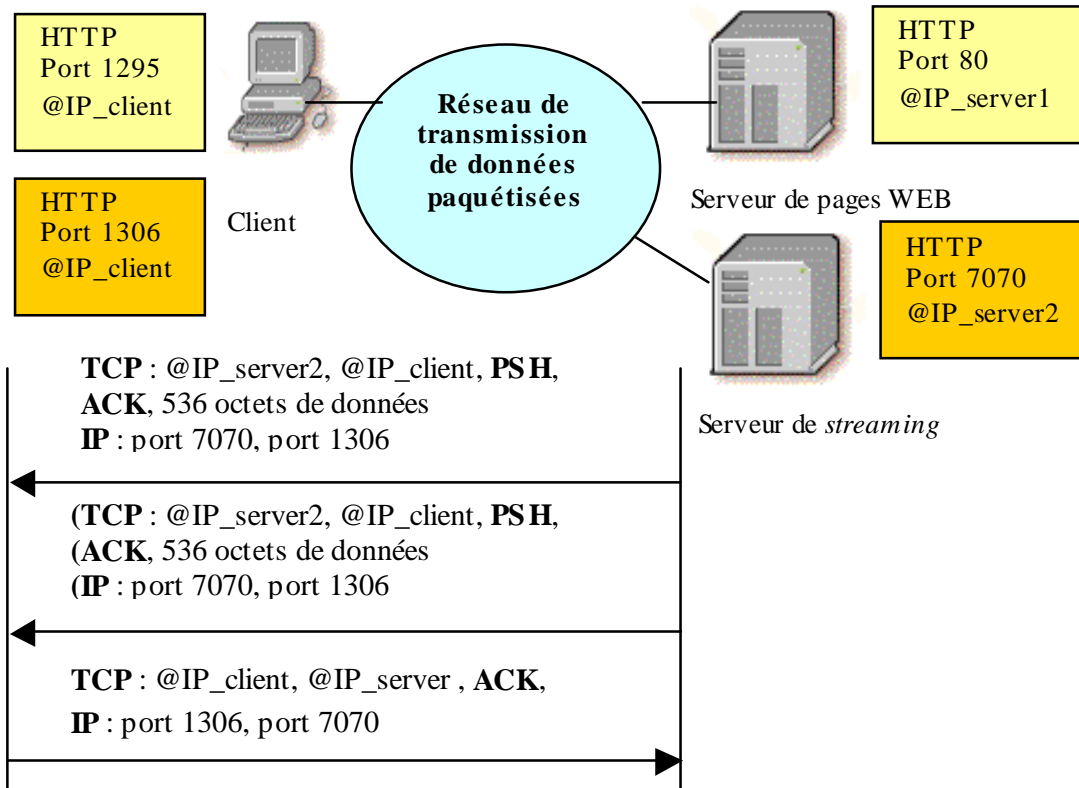
TCP : @IP_client, @IP_server , ACK,
IP : port 1295, port 80

Service de streaming (5/ 10)

- Le format de codage des flux Audio et Vidéo est négocié afin de paramétrer le « player » de streaming du client (RP, WMP ou QT)
 - Avec une requête HTTP GET dans le cas du streaming HTTP/TCP
 - Avec une requête RTSP DESCRIBE dans le cas du streaming RTSP/TCP
- Dans les 2 cas, la réponse contient une description SDP ou MIME des codeurs
 - “**m = audio 3456 RTP/AVP 0**”
 - Les flux **Audio** seront transportés par le protocole **RTP** sur le port numéro **3456** et le type de codec (**AVP** pour Audio Video Profile) est G.711 (**0**)

Service de streaming (6/ 10)

- Transfert des flux de streaming avec HTTP/TCP

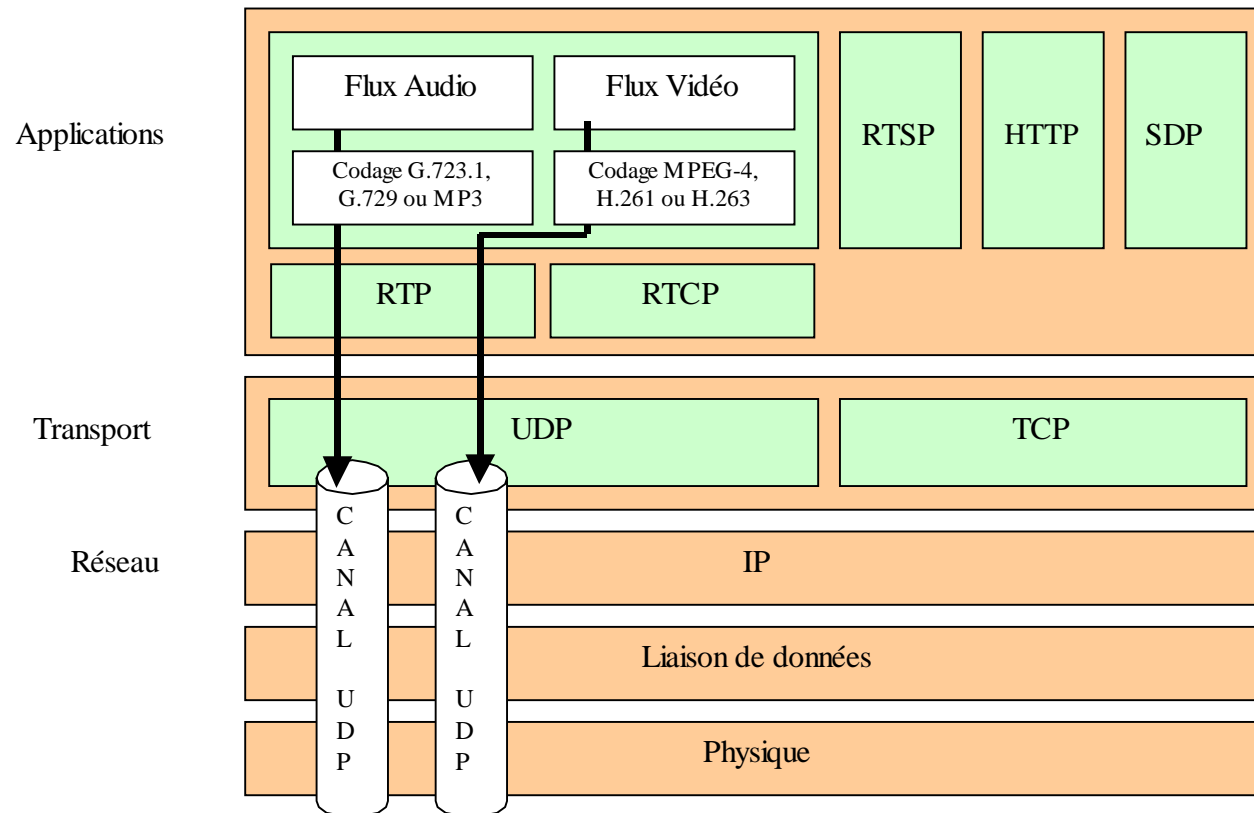


Service de streaming (7/ 10)

- Transfert des flux de streaming avec RTSP/TCP
 - 2 segments RTSP successifs contenant 536 octets voire moins avec l'interleaving
 - 1 acquittement TCP
 - Stratégie d'utilisation de la bande passante par RealServer avec le SureStream qui permet d'initialiser la taille de la mémoire tampon à l'aide du Preroll retourné par SDP suite à une requête RTSP DESCRIBE

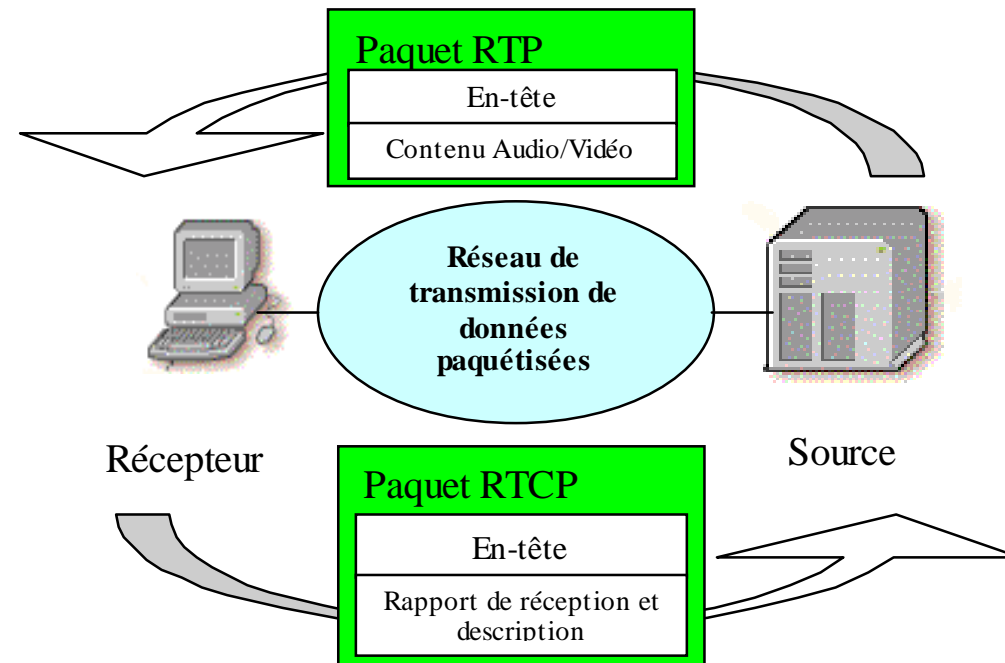
Service de streaming (8/ 10)

- Solution RTCP/RTP sur UDP



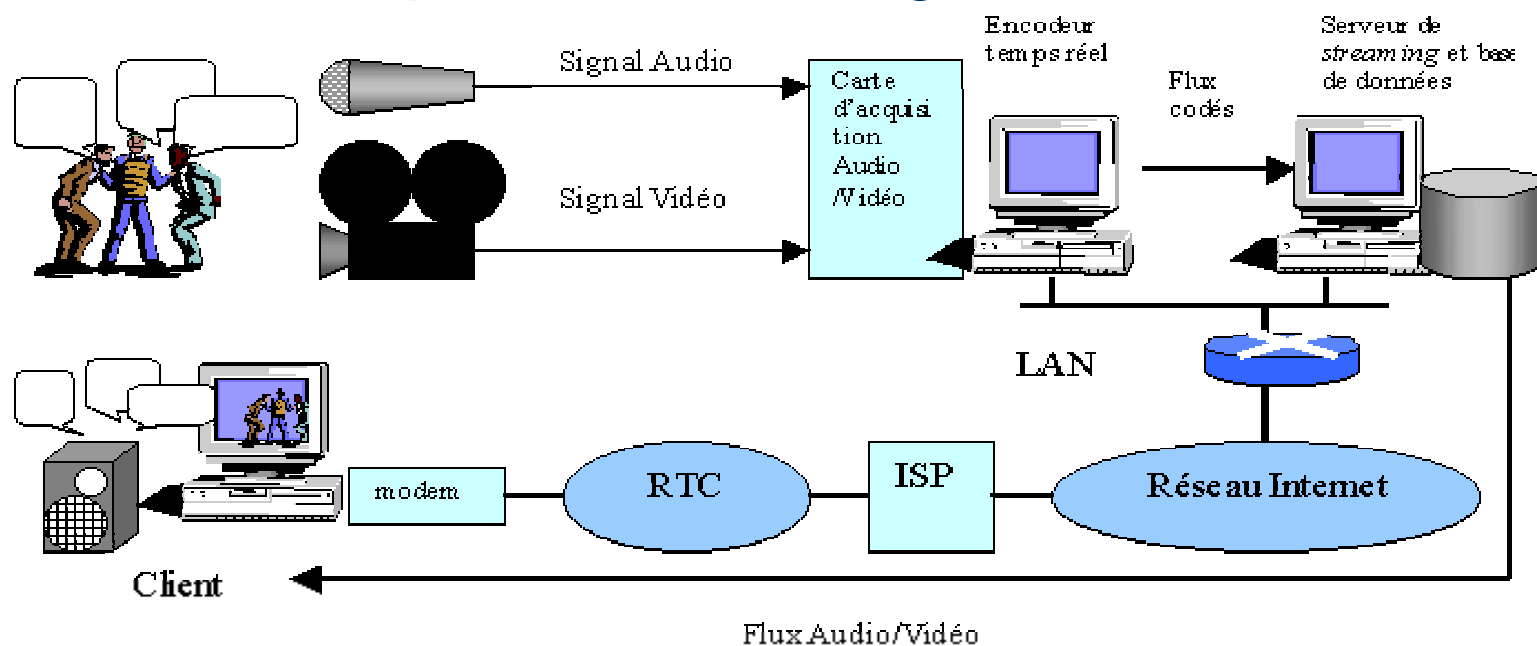
Service de streaming (9/ 10)

- Transfert des flux de streaming avec RTP sur UDP



Service de streaming (10/10)

- Encodage et compression des données véhiculées par le streaming



Formats de codage des données Audio et Vidéo (1/ 5)

- Données Audio

Débit	Accès	Codeur/Décodeur (Codec)
Très bas (≤ 10 kbps)	Internet avec terminal GSM ou GPRS	G.723.1, G.729 (ITU), HVXC, CELP
Bas (≤ 64 kbps)	Internet avec modem RTC ou RNIS ou terminal GPRS	G.711, G.722 et G.728 (ITU), RealAudio (propriétaire), Microsoft Audio Codec (propriétaire), Q-design (propriétaire), TwinVQ (propriétaire)
Moyen (≤ 500 kbps)	Internet avec modem ADSL ou câble ou liaison IP par satellite	RealAudio (propriétaire), Microsoft Audio Codec (propriétaire), Q-design (propriétaire), AAC, MP3 pour qualité CD (44 kHz et 128 kbps)

Formats de codage des données Audio et Vidéo (2/ 5)

- Données Vidéo

Débit	Accès	Codeur/Décodeur (Codec)	Format
Très bas (<= 10 kbps)	Internet avec terminal GSM	JPEG	
Bas (<= 64 kbps)	Internet avec modem RTC ou RNIS ou terminal GPRS	RealVidéo (propriétaire), Quicktime Sorenson (propriétaire), H.263	176*144 pixels, 10 images par seconde
Moyen (<= 500 kbps)	Internet avec modem ADSL ou câble ou liaison IP par satellite	RealVidéo (propriétaire), Quicktime Sorenson (propriétaire), H.261 , MPEG-4 (dans son mode optimal)	176*144 pixels, 25 images par seconde ou 352*288 pixels, 10 images par seconde
Elevé (> 500 kbps)	Internet via un LAN ou Intranet d'entreprise	MPEG-1 pour qualité VHS (< 1.5 Mbps), MPEG-2 pour qualité TV (2 à 6 Mbps)	352*288 pixels ² , 25 images par seconde

Formats de codage des données Audio et Vidéo (3/ 5)

● Players

Produit	RealNetworks Real G2 (V8)	Microsoft Windows Media Technologies (V7)	Apple Quicktime 4.1	IPTV 3.0 de Cisco/ Precept Software
Réseau ciblé	Internet	Internet, Intranet	Internet	Intranet
Services offerts	« live », VoD, unicast et multicast	« live », AoD, VoD, unicast, multicast et slidecast	“live”, AoD, VoD	“live”, VoD, multicast et slidecast
Codec	RealAudio ou RealVideo (propriétaires)	Microsoft audio codec (propriétaire) ou H.263, MPEG-4, MP3, CELP	Quicktime Sorenson, Q-design (propriétaires) ou H.263, H.261, MP3	Vxtrem, Indeo (propriétaires) ou H.261, MPEG-1 et MPEG-2
Conformité aux protocoles IETF	RTP, RTCP, RTSP, SDP, SMIL, IP multicast	UDP et IP multicast uniquement	http, RTSP, RTP, RTCP	RTP, RTCP, RTSP, SDP
Débits	28.8 à 512 kbps voire plus avec MPEG-1	28.8 kbps (Internet à 5 Mbps (Intranet)	NC	Hauts débits
Technique d'adaptation au débit réseau	SureStream	Intelligent Streaming	NC	NC
Format des fichiers	*.rm	*.asf	*.qt	NC

Formats de codage des données Audio et Vidéo (4/ 5)

- Le streaming sur GPRS impose les codeurs Audio et Vidéo utilisés
- Le débit maximal de transmission de données via le service GPRS est obtenu en fonction de la qualité de l'interface radio (CS-i), de la capacité multislots du terminal GPRS et de la charge du réseau et se situe entre 30 et 50 kbps
- En tenant compte des retransmissions, le codage des données devra se situer entre 20 et 40 kbps ce qui limite le choix des codeurs:
 - Vidéo: RealVideo, H.263 et MPEG-4
 - Audio: RealAudio, G.723.1, G.729 et G.728

Formats de codage des données Audio et Vidéo (5/5)

- Encapsulation de G.728 sur TCP sur GPRS
 - Débit du codeur de 16 kbps
 - Trames de 3.53 ms et 5 octets
 - Segment TCP de 536 octets de charge utile contient 107 trames G.728 et dure 271 ms
 - Avec les overheads, 21 blocs RLC sont obtenus
 - Avec un plan de codage CS-2 et un terminal « 1+1 », 420 ms sont nécessaires à leur transmission (débit offert au codeur de 10.2 kbps): le réseau GPRS ne suit pas le codeur
 - Avec un plan de codage CS-2 et un terminal « 3+1 », 140 ms sont nécessaires à leur transmission (débit offert au codeur de 30.6 kbps): le réseau GPRS suit le codeur

Évaluation des performances du streaming sur GPRS (1/ 5)

- Modem GPRS
 - SAGEM OT 96MGPRS
 - «Capacité multislots « 3+1 »
- PC équipé de Windows 98 et des players de streaming RP et WMP, relié au réseau Internet via le modem GPRS
- Hypothèses
 - Abonné non mobile
 - Abonné seul dans la cellule
 - Streaming HTTP/TCP et RTSP/TCP analysés

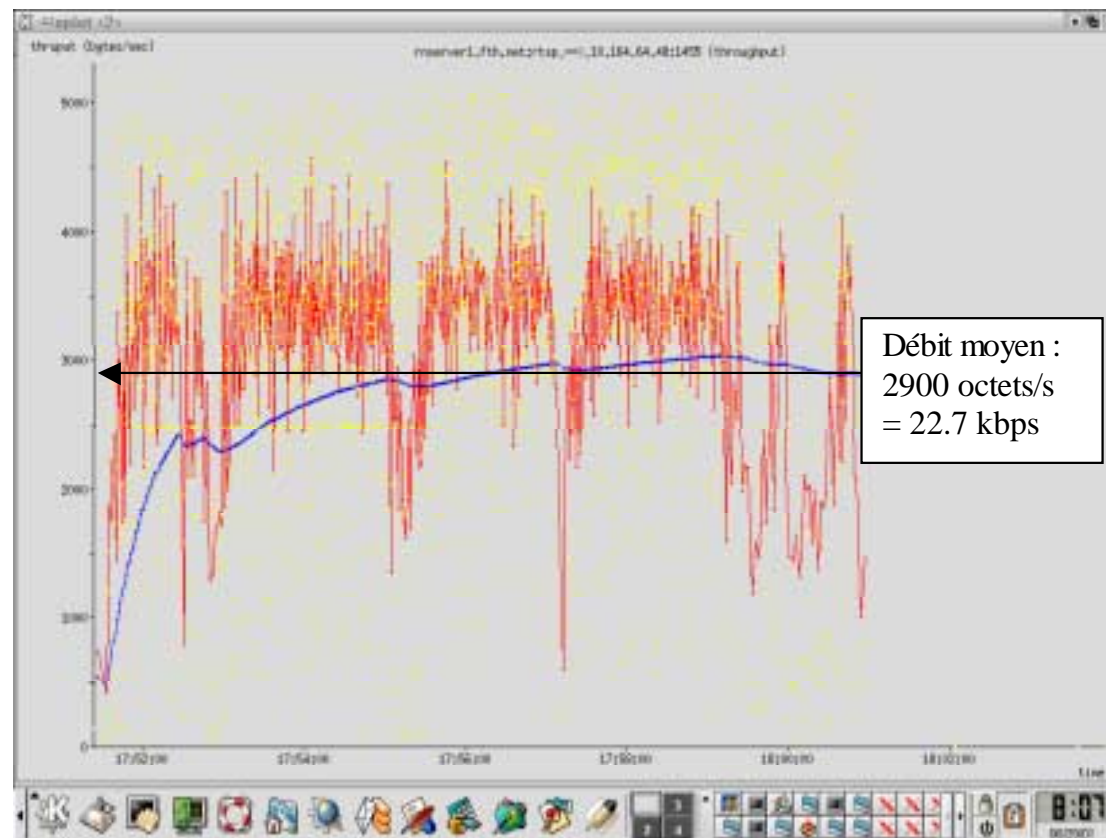


Évaluation des performances du streaming sur GPRS (2/ 5)

- Capture des traces TCP
 - Windump (96 octets Ethernet = 42 octets de charge utile TCP)
 - Ethereal (590 octets Ethernet = 536 octets de charge utile TCP, sens downlink seulement)
- Analyse des traces TCP
 - Ethereal
- Évolution des paramètres pertinents liés au streaming
 - TCPtrace (LINUX seulement)
 - Paramètres: numéros de séquence, débit, taille de la charge utile TCP, RTT et taille de la fenêtre d'émission

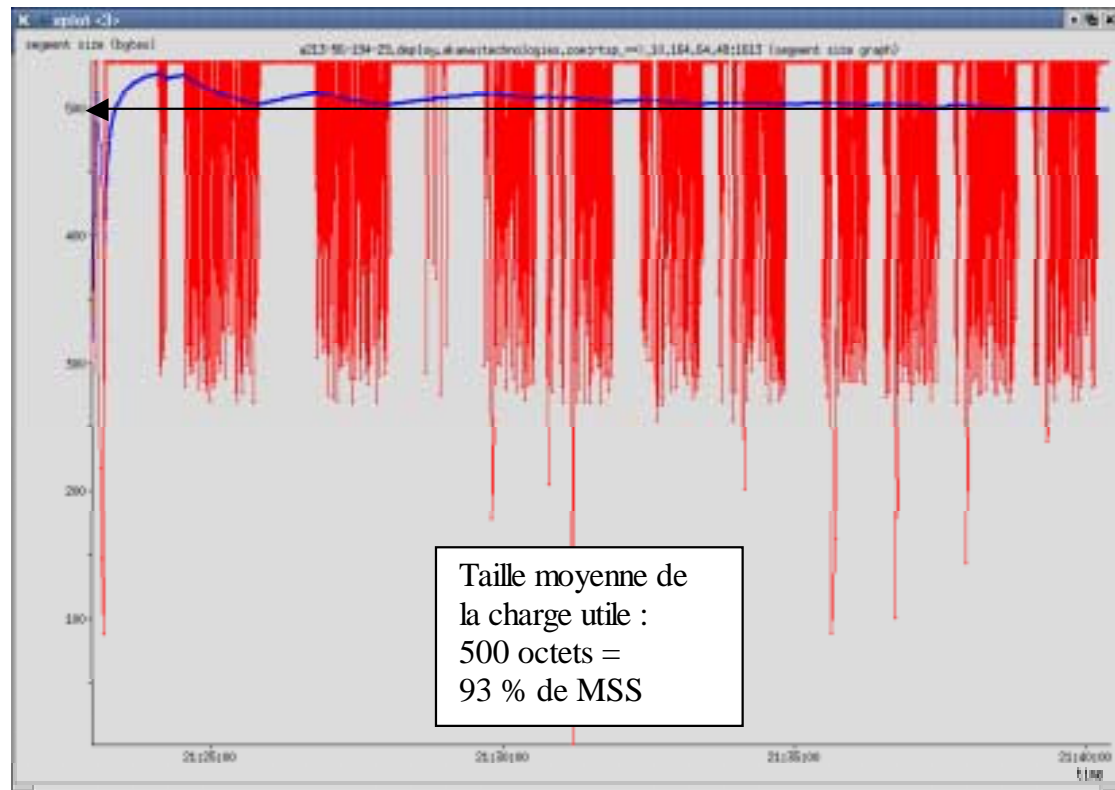
Évaluation des performances du streaming sur GPRS (3/ 5)

- Débit moyen



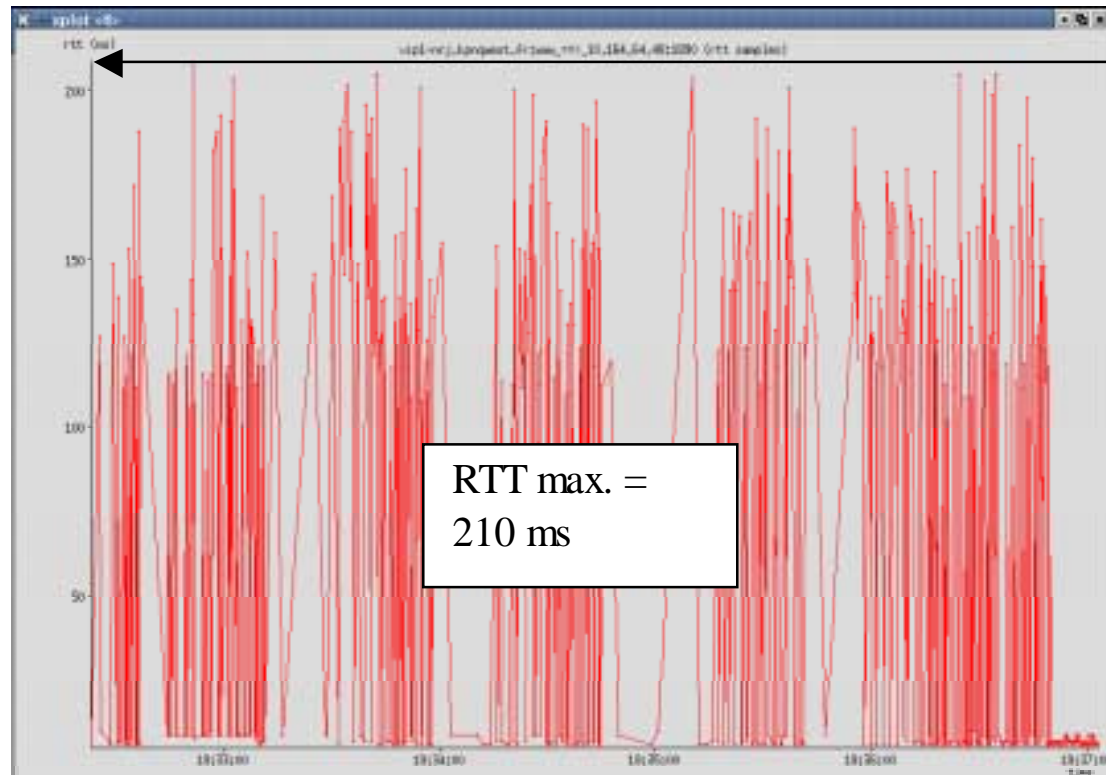
Évaluation des performances du streaming sur GPRS (4/ 5)

- Taille moyenne de la charge utile des segments TCP



Évaluation des performances du streaming sur GPRS (5/5)

- RTT max.

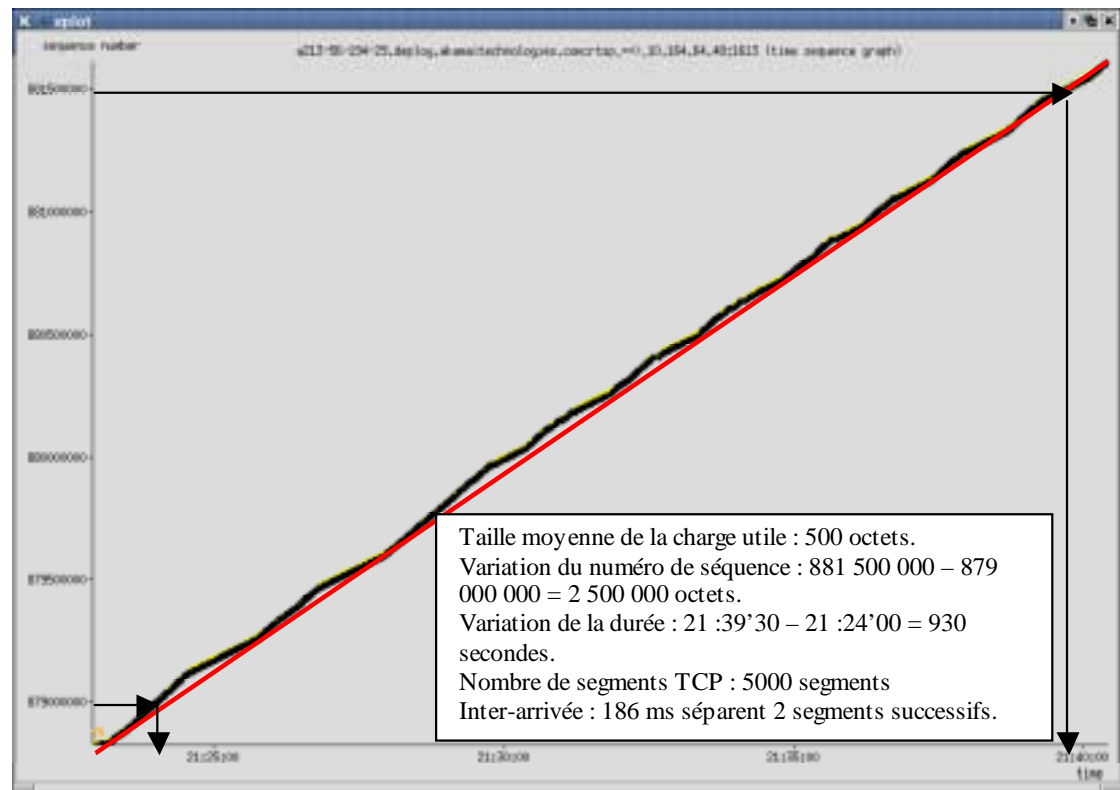


Résultats (1/ 3)

Serveurs de streaming	Type de streaming	Solution de streaming	Débit moyen de transmission des segments TCP (en kbps)	Taille moyenne de la charge utile des segments TCP (en octets)	Proportion de la taille moyenne de la charge utile par rapport à une MSS de 536 octets	Délai aller-retour maximal (RTT) (en ms)
NRJ	Radio	HTTP/TCP	12.5	515	96	210
Loft Story	TV	RTSP/TCP	21.1	500	93	410
CNN	TV	RTSP/TCP	17.2	530	99	210
FR3	VoD	RTSP/TCP	22.7	375	70	215
Yahoo Music	AoD	HTTP/TCP	25.4	530	99	210
RBN	AoD	RTSP/TCP	21.9	525 puis 510	98 puis 95	210

Résultats (2/ 3)

- Interarrivées des segments TCP et débit moyen



Résultats (3/3)

Serveurs de streaming	Type de streaming	Solution de streaming	Débit moyen de transmission des segments TCP (en kbps)	Taille moyenne de la charge utile des segments TCP (en octets)	Durée d'interarrivée de 2 segments TCP successifs (en ms)	Nouveau calcul du débit moyen de transmission des segments TCP (en kbps)
Loft Story	TV	RTSP/TCP	21.1	500	186	21.5
CNN	TV	RTSP/TCP	17.2	530	265	16.0

Perspective d'avenir et conclusion

- Nombreux protocoles impliqués dans la chaîne de communication (réseau GPRS et réseau Internet)
- Deux solutions de streaming prédominent
- Débits offerts (CS-2 et « 3+1 ») de 20 à 25 kbps mais seuls 15 kbps sont nécessaires pour le streaming Audio live
- Les segments TCP sont chargés à 500 octets en moyenne et le RTT ne dépasse pas les 210 ms
- Résultats obtenus dans des conditions optimales d'utilisation qui seront délicates à obtenir une fois l'offre commerciale GPRS lancée à la fin de l'année 2001
- Les sociétés PacketVideo et Emblaze proposent en démonstration des terminaux mobiles GPRS incluant le player de streaming et l'écran couleur
- Avant goût des terminaux multimédias UMTS...

Questions

- Merci pour votre attention
- Si vous avez des questions...