

Intégration de l'outil de partage TuttelShare® dans la plateforme synchrone Tuttelnet®

Jean-François COLIN

Telecom Lille 1 - rue Marconi 59658 Villeneuve d'Ascq France
colin@enic.fr

Résumé

Telecom Lille 1 est une école d'ingénieur du domaine des STIC. Elle propose depuis 2000 une filière de formation diplômante d'ingénieurs à distance. basé sur Internet. Cette formation permet aux futurs ingénieurs de se former tout en restant en poste dans leur entreprise d'origine. Cette formation qui comporte des modalités asynchrones (support en ligne, courrier et forum électroniques etc.) comporte également un volet synchrone mené dans la distance. Il s'agit d'une session où l'enseignant et les étudiants échangent des informations en temps réel et à distance, analogues à celles qui concerneraient une session de cours présentiel classique, c'est à dire présentation de documents, annotations sur tableau blanc et échanges interactifs. Cette plateforme synchrone a fait l'objet d'une présentation à TICE 2004 [12]. Cet article se concentre sur l'adjonction et l'intégration dans cette plateforme synchrone d'un outil de partage d'application nommé *TuttelShare* et développé dans un cadre de partenariat avec l'entreprise RasterTech.

Abstract

Telecom Lille 1 is a school of engineer in the field of Sciences and Technologies for Information and Communication. It proposes since 2000 a distant formation of engineers based on Internet technologies. This formation makes it possible to the future engineers to be trained while remaining in their company of origin. This formation which comprises asynchronous methods (support on line, mail and forum electronic etc.) also comprises synchronous sessions carried out in the distance. In this kind of session, the teacher and the students exchange real-time informations, similar to those which would relate to a session of traditional and « in presence » course, i.e. presentation of documents, annotations on white board and interactive exchanges etc.. This platform has already been presented in TICE 2004. This article focuses on a tool dedicated to application sharing named *TuttelShare* which has been co-developped with RasterTech Company and now integrated in out TuttelNet platform.

Keywords : e-learning.

Historique

En 1994 *Telecom Lille 1*, alors *ENIC*, s'est engagée dans la conception d'une dispositif global de formation à distance nommé *TuttelVisio*® [8]. Cette formation a suscité la mise en oeuvre d'une R&D importante pour mettre à disposition un dispositif technique permettant d'assurer le volet synchrone de cet enseignement. Le résultat fut le dispositif *Visiocentre*® [11] essentiellement développé par Telecom Lille 1, commercialisé par *Citcom*, et basé sur les technologies de communication disponibles alors (*ISDN*). En 2000 nous avons basculé l'ensemble du dispositif (synchrone et asynchrone) sur les technologies Internet. Le nom commercial de la plateforme est devenu *TuttelNet*®. Pour compléter ce dispositif l'école travaille depuis 2 ans sur le développement d'un outil permettant d'enrichir les possibilités offertes par la plateforme *TuttelNet*®. Cet outil, nommé *TuttelShare*, met à la disposition de l'enseignant un moyen lui permettant de partager n'importe quelle application dans les conditions et le contexte requis par cette application.

Le contexte TuttelNet

Le dispositif TuttelNet a été entièrement développé au sein de l'école. Opérationnel et déployé depuis l'année 2000 il est utilisé dans nos filières d'enseignement à distance (filière TuttelNet®, filière apprentissage, filière de remise à niveaux, formation continue etc...). En 2006, plus de 700 000 mn de connexion auront été consommées pour l'utilisation de la seule partie synchrone de ce système. Le dispositif TuttelNet® obtint en 2002 le premier prix de la Lettre de l'Étudiant [6] au titre des dispositifs pédagogiques innovants. L'outil développé par l'école pour assurer les sessions synchrones fut primé par la Fondation Louis Leprince Ringuet en 2002 également [2].

Le cahier des charges qui a déterminé la conception de la plateforme TuttelNet® était parfaitement défini puisqu'il

s'agissait à l'époque de reproduire (et d'enrichir à chaque fois que possible) les possibilités qui étaient alors offertes par notre plateforme TuttelVisio®.

En usage synchrone l'enseignant répartit ses activités de la façon suivante :

- Mode *annotation* : 40% du temps environ est consacré à l'annotation sur tableau blanc ou sur document existant.
- Mode *diaporama* : 15% du temps environ est consacré au diaporama.
- Mode *document* : 15% aux échanges verbaux s'appuyant sur des documents écrits dont la possession est commune aux enseignants et aux étudiants, par exemple un polycopié de cours.
- Mode *verbal* : 15% du temps environ consacré aux échanges purement oraux.
- Mode *interactif* : 15% du temps environ consacré à un échange interactif avec un étudiant.

La partie audio est actuellement découplée d'internet et assurée par un opérateur téléphonique extérieur.

Nous ne revenons pas davantage ici sur les fonctionnalités et les contraintes qui nous conduisent à élaborer cette plateforme technique. Ils sont décrits dans [12].

Le point important est celui-ci : dans l'état, l'application synchrone TuttelNet est de conception verticale. C'est une application métier dont le développement a été intégralement déterminé par les fonctionnalités cibles et les contraintes opérationnelles qu'il était nécessaire de respecter.

Cette approche peut faire débat : n'aurait-il pas été plus pertinent et plus simple d'adopter une approche plus orientée vers la réutilisation et l'adaptation de composants logiciels existants et qui sont de caractère plus génériques (tels que *NetMeeting* [5]) ? Notre argumentaire sur ce point a déjà été développé dans [12] : seule une conception verticale, donc exclusivement guidée par nos besoins, nous permettait d'atteindre exactement nos objectifs, c'est à dire l'implémentation des métaphores issues de l'expérience visiophonique acquise avec TuttelVisio.

Nous n'avons néanmoins pas complètement abandonné la piste consistant en l'intégration d'éléments de caractère plus générique : cette dernière approche nous a semblé pertinente pour l'adjonction et l'intégration de fonctionnalités nouvelles dans notre plateforme. Ce point est détaillé dans la suite.

Aux origines de TuttelShare®

TuttelShare consiste en l'adjonction à la plateforme *TuttelNet* d'un outil permettant le partage applicatif. Notre intérêt pour cette fonctionnalité a une double origine :

- dans notre démarche de passage de la visiophonie (*TuttelVisio*) à l'Internet (*TuttelNet*) la fonction dite "*PC auxiliaire*" était la seule à n'avoir pas été transférée.
- la sollicitation d'une société, *RasterTech*, spécialisée dans le domaine du plan technique, pour la mise au

point d'une solution de travail collaboratif basée sur Internet.

La fonction "PC auxiliaire"

La fonction "PC auxiliaire" de la plateforme TuttelVisio permettait à l'enseignant de diffuser aux différents Visiocentres l'image d'écran d'une station (le PC auxiliaire). Cette image, transformée en flux vidéo, pouvait être proposée alors en temps réel aux différents centres. Si l'usage le plus fréquent était celui de la visualisation de slides, un autre usage plus rare consistait en la démonstration de logiciel. Dans les deux cas les limites du système résidaient dans la médiocre qualité du flux vidéo engendré après les multiples compressions et décompressions, multiplexages et démultiplexages, nécessaires pour transmettre ce flux sur des lignes dont la bande passante maximale était de 384 ko (6X64ko). Cette qualité médiocre du signal invalidait très souvent l'usage concret de cette fonction.

En outre, nous reviendrons sur ce point dans le paragraphe suivant, le PC auxiliaire était une station banalisée qui n'offrait pas toujours les conditions correctes permettant la mise en oeuvre de l'application à partager.

La transposition sur Internet a résolu complètement la question du transfert de slides : ceux-ci sont diffusés en temps réels et dans leur qualité native à tous les participants.

Ce n'est pas le cas néanmoins de la fonction permettant de pratiquer une démonstration de logiciel vers un public distant. Dans un contexte internet cette fonctionnalité s'apparente au partage applicatif, mais dans le contexte présidentiel d'un cours à distance. TuttelShare a pour objectif l'implémentation et l'adaptation de cette fonctionnalité.

La société RasterTech

RasterTech, société spécialisée dans le domaine de la distribution et de l'édition de logiciel graphique, a souhaité établir avec *Telecom Lille* un partenariat scientifique, dans un contexte de création d'entreprise. L'objet principal de ce partenariat était le développement d'un produit, baptisé *DataConf*® par *RasterTech*, destiné à fournir une solution de travail collaboratif dans le domaine du plan technique.

DataConf® et *TuttelShare*® possèdent la même infrastructure : celle-ci a été, suite à ce partenariat, entièrement développée par notre école, en s'appuyant néanmoins pour certains points sur des applications open-source existantes.

RasterTech a, elle, pris en charge les développements relatifs aux couches hautes du logiciel (intégration dans le domaine métier de *RasterTech*, son système d'information, son système de paiement, la sécurité) sur technologies *J2EE*.

Nous avons, symétriquement, réalisé l'adaptation des couches basses du logiciel à notre domaine métier, en l'occurrence l'enseignement à distance, en opérant leur intégration dans *TuttelNet*.

| | |
|-------------------------------------|---------------------------|
| TuttelShare® (Telecom Lille 1) | DataConf® (RasterTech) |
| Couches basses (Telecom Lille 1) | |

Le développement de ces couches basses, même pour ce qui concerne les portions de code open-source utilisée, a représenté un travail de réingénierie très lourd, à notre échelle. Il est évident que sans la sollicitation de la société *RasterTech*, et le partenariat qui en a résulté, nous aurions certainement jugé que la mise à disposition de la fonction *TuttelShare* au sein de *TuttelNet* n'aurait pas justifié un tel investissement.

Sur la base de ce projet, *RasterTech* a été, dans un contexte très sélectif, lauréat du concours national ANVAR d'aide à la création d'entreprise et lauréat MITI (incubateur d'entreprise innovante du Nord-Pas de Calais). Outre son rôle d'aiguillon, la plupart des tests de fonctionnement ont été réalisés avec les clients industriels de cette société.

Le partage applicatif dans le contexte TuttelNet

Une fois l'objectif fixé - offrir les fonctionnalités de partage applicatif au système *TuttelNet* - il faut en priorité délimiter le jeu de contraintes spécifiques à notre plateforme et à son utilisation.

Contraintes d'usages

Sur *TuttelNet* l'enseignement synchrone à distance est une modalité particulière de mise en oeuvre d'une session de travail collaboratif : celle du modèle présidentiel. Le professeur, en effet, contrôle la session. L'information circule essentiellement selon un schéma de diffusion de 1 vers N (mais rien dans notre système n'interdit d'autres formes de circulation de l'information entre les membres). Pour la mise en oeuvre de ce dispositif l'enseignant doit occuper une position particulière dite "bureau professeur". Cette station met à sa disposition une tablette graphique à écran sensitif incorporé, l'application professeur *TuttelCast*, un contexte de connexion au réseau etc... : il s'agit donc d'une position dédiée. *Telecom Lille* dispose par exemple de trois *bureaux professeur* de ce type.

Lorsqu'un enseignant souhaite faire la démonstration d'un logiciel, il s'agit fréquemment de logiciel présentant un certain niveau de complexité justifiant précisément ce type d'enseignement par démonstration. Dans notre école, spécialisée dans le domaine *STIC*, il peut s'agir par exemple de logiciels dans le domaine de la simulation et du calcul (*MathLab*, *LabView*...), du système d'information (*PowerAMC*, *Objecteering* ...) du domaine réseaux

(*OpenNet*, *Omnet++*, *EtherReal*, *Vomit* ...), de développement logiciels (*Eclipse*, *VStudio*...) : ces logiciels professionnels ont en commun d'être des produits complets, paramétrables et nécessitant une installation lourde, voire soumise à des impératifs de licences. Il est évident que le seul usage raisonnable qu'on peut demander à un enseignant concernant ces logiciels, et dans le but de faire une démonstration à distance, est leur utilisation dans le contexte système où ils ont déjà été installés : sur la station de travail personnelle de l'enseignant par exemple, ou encore dans le laboratoire spécialisé concerné.

TuttelShare vise donc à permettre le partage d'une application dans son environnement natif... tout en tenant compte de la présence nécessaire de l'enseignant au niveau du bureau professeur dédié à *TuttelNet*.

Le passage de VNC à TuttelShare

VNC et ses limites

L'intégration d'une solution de partage applicatif dans notre plateforme a été précédée d'une phase de recherche de solutions existantes [1]. Nous nous sommes rapidement orientés vers le logiciel VNC (*Virtual Network Computing* [7]) en raison d'une part du caractère open-source de cette solution, du dynamisme de la communauté qui existe autour de ce produit, de l'existence d'une documentation sur le protocole applicatif utilisé (*RFB : Remote Frame Buffer*).

Pour autant le logiciel (ou ses nombreuses variantes) ne pouvait nous convenir tel quel et pour plusieurs raisons :

- une topologie de connexion inadaptée à nos besoins
- un multipoint très limité par sa capacité à monter en charge

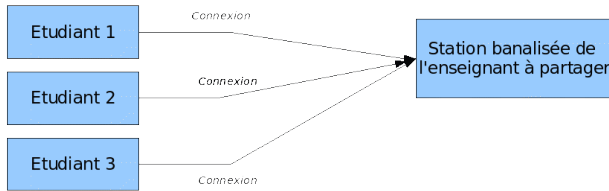
Inadéquation de la topologie de connexion VNC

VNC est fondamentalement un logiciel de contrôle à distance qui permet, par exemple, à un administrateur de système d'agir à distance sur une machine de son réseau. Cette problématique ne nous convient pas. Dans notre architecture nous souhaitons que la station de travail du professeur, dont il convient par exemple de partager une application métier, soit parfaitement banalisée. Cela signifie que ce partage n'implique aucune modification des caractéristiques de connexion de cette station (adresse privée ou, publique, présence de firewall, translation d'adresse, règles de filtrage etc...) ou tout autre paramétrage propre à l'application. Cela a comme conséquence, en particulier, qu'il est nécessaire de ne pas avoir à transformer cette station en serveur pour la rendre capable d'assurer le partage à distance d'une de ses applications.

Cela est contradictoire avec l'architecture proposée par VNC : dans ce système une station partagée doit exécuter un logiciel spécifique (*VNC serveur*) qui transforme de fait cette station en serveur (présence d'une *socket* d'écoute). Le client qui souhaite accéder à ce partage doit d'une part

connaître l'adresse de cette station et tenter une connexion vers cette dernière.

Topologie de connexion VNC classique



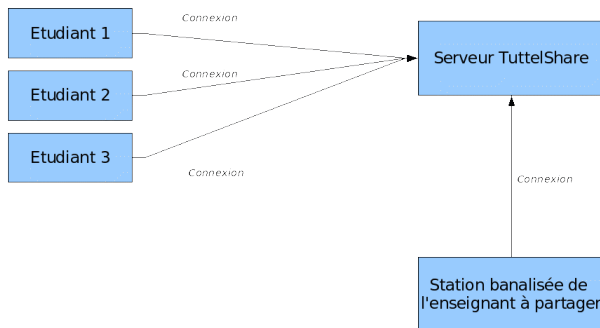
Banalisation de la station partagée

Ce schéma est invalidé dans notre situation pédagogique : les étudiants sont dispersés, les stations de travail des enseignants ont le plus souvent un adresse privée, les accès depuis l'extérieur sont filtrés... tout cela concourt à rendre à coup sûr inopérant un tel partage. En outre nous nous interdisons de modifier la configuration, y compris la partie concernant le paramétrage réseau, de cette station.

Notre travail fut donc de modifier ce schéma de connexion. Pour cela il a fallu procéder à une réécriture de l'application serveur VNC en y inversant la topologie de connexion : ce logiciel est devenu ainsi à son tour un logiciel client, au sens TCP du terme.

Le second volet de ce travail a consisté en l'écriture d'une application serveur (serveur *TuttelShare*) qui a vocation, elle, à s'exécuter sur un serveur dédié. La topologie devient ainsi la suivante :

Topologie de connexion TuttelShare



Dans ce schéma la station de travail de l'enseignant (ou n'importe quelle station de travail existante à configuration constante) contenant l'application métier à partager est un simple client TCP, et donc non soumise aux contraintes de configurations qui sont celles d'une station serveur.

Pour compléter ce travail de banalisation de la station destiné à supporter le partage applicatif, l'application VNC *serveur inversée* a été amputée de tout ce qui pouvait modifier ou utiliser la configuration de la station sur laquelle elle s'exécute (base de registre par exemple). Son chargement, son exécution et sa destruction ont été rendus totalement transparents par l'usage d'un simple navigateur et d'un mécanisme d'applets signées. Les paramètres

nécessaires à son exécution sont donc délivrés par le serveur *TuttelShare* et non recherchés localement.

Contraintes d'échelles et de charges

Nos *télégroupes*, sessions synchrones de *TuttelNet*, peuvent comporter jusqu'à une cinquantaine de participants. Lors de la conception du dispositif *TuttelNet* nous avons donc imaginé une topologie de connexion et un protocole applicatif spécifique à notre problème et adaptée à un groupe de cette taille, cela est décrit dans [14].

La solution précédente, basée VNC, n'est pas capable, telle quelle, de supporter les contraintes de charges que nous avons à supporter dans le cadre de nos sessions de cours à distance.

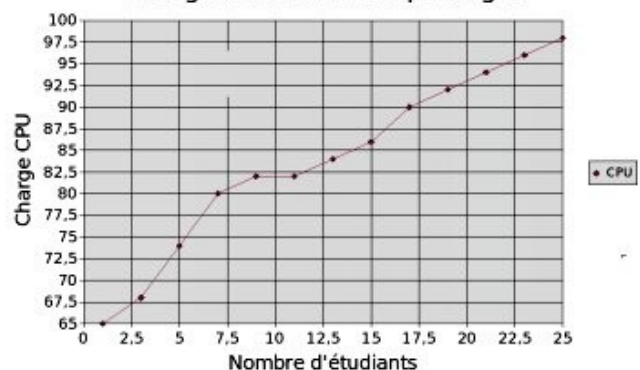
Le problème réside en effet pour l'application VNC dans le fait que son application serveur (exécutée sur la station à partager) procède à l'élaboration, au codage (*RFB*) et à la compression à la volée des données permettant le rafraîchissement en temps réel de de l'application partagée côté client. Ce processus consiste à :

- négocier avec le client la nature de la transaction (nature du codage, palette de couleurs, authentification etc..)
- déterminer, par une heuristique appropriée, les portions d'écran à rafraîchir parce qu'elles ont été modifiées
- coder, voire compresser, ces données graphiques
- les envoyer à la demande et en fonction de cette demande au client concerné (tous les clients ne sont évidemment pas forcément au même niveau d'adéquation entre leur état et l'état de la station partagée)
- recommencer ce travail pour chaque client

Ce travail s'effectuant pour chaque client connecté le nombre de clients devient un élément déterminant de la charge imposée à la station partagée (qui doit, parallèlement, exécuter une application métier elle-même souvent gourmande en ressource de calcul...).

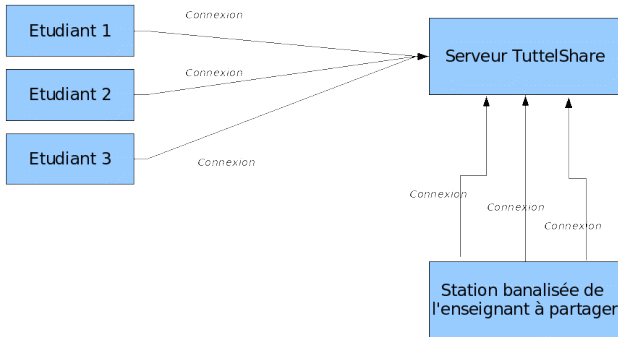
L'expérience nous montre que, typiquement, au delà de 5 ou 6 clients la charge imposée à la station partagée produit des effets visibles et commence à invalider le fonctionnement normal de l'application.

Charge de la station partagée



Ainsi le serveur *TuttelShare*, tel que présenté précédemment, se contente de relayer les données vers, et depuis, la station partagée. Cela signifie que l'application serveur VNC, et *inversée*, continue à gérer autant de flux de données qu'il y a de clients connectés au serveur *TuttelShare*. Avec par exemple 3 clients une représentation à un instant donné de la situation est la suivante.

Topologie de connexion *TuttelShare*

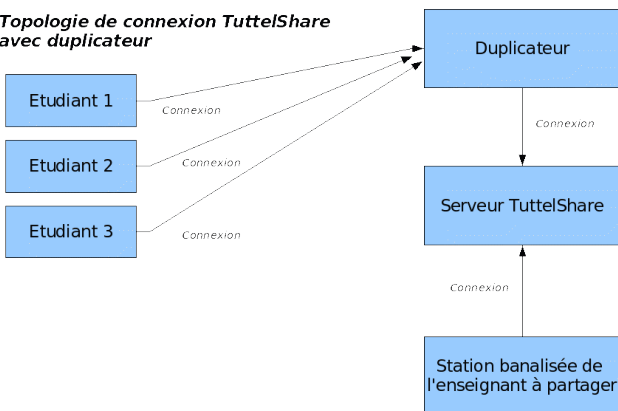


Dans cet exemple chaque client a engendré, en relais, un flux vers la station partagée et, du point de vue de cette dernière, la situation est identique à ce qu'elle aurait été si ces trois clients s'étaient connectés directement (sans passer par le serveur *TuttelShare*). Cette station se trouve donc en situation d'avoir à élaborer en temps réel trois flux de données graphiques.

La solution à ce problème a consisté à développer un composant logiciel, le *duplicateur*, qui, exécuté sur un serveur dédié, qui peut être également le serveur *TuttelShare*, se charge de ce travail de négociation et de duplication des flux.

Ce composant est donc une médiation entre le client (l'étudiant) et le serveur *TuttelShare*. Ce composant est lui-même un client VNC. Du point de vue de la station partagée contenant l'application métier à démontrer tout se passe comme si elle n'avait qu'un seul client... le duplicateur lui-même. La charge supplémentaire imposée par le dispositif sur la station partagée devient alors extrêmement raisonnable et acceptable dans quasiment tous les contextes.

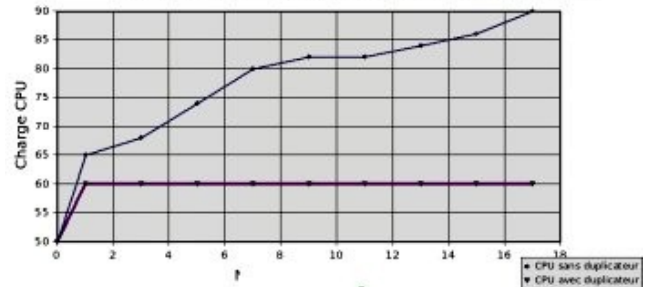
Topologie de connexion *TuttelShare* avec duplicateur



En déportant cette charge sur un serveur nous avons la possibilité de maîtriser celle-ci en le dimensionnant

convenablement (mémoire et processeur). Ce n'était bien entendu pas le cas lorsque cette charge devait être assumée par une station de travail partagée dont les paramètres matériels et logiciels ne sont pas sous notre contrôle.

Charges comparées de la station partagée



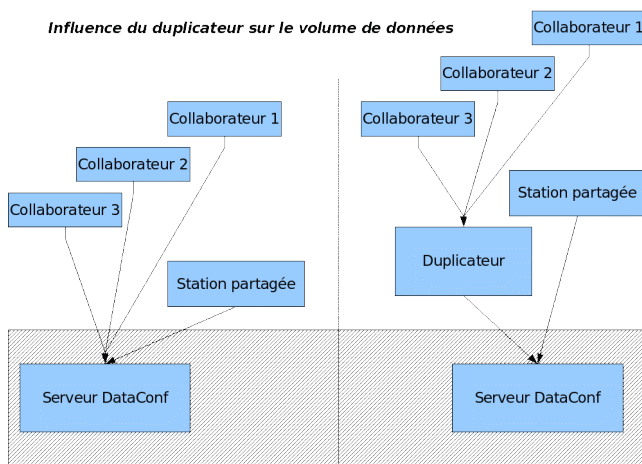
Ce schéma montre que la charge de la station partagée devient indépendante du nombre d'étudiants connectés. Pour cette dernière tout se passe comme si il n'y avait qu'un seul étudiant dans le groupe.

Cascadage des dupicateurs

La conception de ce duplicateur en tant que client VNC offre l'avantage de rendre ce système compatible avec les contraintes de charges sur une large échelle. En effet ce choix de conception rend possible l'utilisation de plusieurs dupicateurs, chacun ayant en charge un groupe d'utilisateurs donnés, et le cascadage de ces dupicateurs. Dans le schéma ci-dessous les étudiants 4, 5 et 6 sont pris en charge par un duplicateur; ce dernier, ainsi que les étudiants 1, 2 et 3, est pris en charge par un autre duplicateur. Globalement la station à partager continue à se trouver indemne du surcroît de charge que cette réplification de flux aurait dû engendrer.

Sous l'influence de *RasterTech* un autre argument a été également moteur dans ce développement : celui de la bande passante.

En effet le serveur de conférence (*DataConf* ou *TutteShare* selon les contextes d'utilisation) a vocation à être hébergé par un prestataire dont les conditions tarifaires dépendent également du débit prévisibles de données. Cet outil étant utilisé typiquement dans le contexte *DataConf* comme outil de partage d'application destiné à une session de travail collaboratif pour les collaborateurs d'une entreprise donnée, il est possible en déployant le composant duplicateur sur un des serveurs de l'entreprise de réduire considérablement le volume de données transistant depuis le serveur de conférence.



La partie hachurée correspond à l'espace hébergeur. La partie blanche correspond à l'intranet de l'entreprise. Sans duplicateur le nombre de flux pour *une* station partagée et n collaborateurs s'élève à $n+1$. Avec le duplicateur ce nombre est constant et vaut 2.

Contraintes de sécurité

Les nombreux tests menés en conditions réelles avec de véritables clients industriels nous ont convaincu qu'il fallait incorporer dans cette plateforme technique les fonctionnalités nécessaires à la gestion de la sécurité.

Cette préoccupation sécuritaire s'est imposé de deux façons :

- d'une part parce que certains clients ont des exigences de sécurité particulières, de confidentialité par exemple, qui conditionnaient l'acceptation de notre outil.
- d'autre part parce que cet outil est destiné à être utilisé dans des contextes réseaux et systèmes eux-mêmes sécurisés.

C'est en réalité ce deuxième point qui a posé le plus de problèmes.

En effet une entreprise de taille suffisante ne peut, aujourd'hui, se passer d'une architecture sécurisée. Cela passe par l'adoption de techniques et d'outils tels que l'utilisation d'adresses privées, de translation d'adresses, de firewalls applicatifs, de proxy (Squid, NetCache...) etc... Tout ceci concourt généralement à ne laisser transiter entre la nébuleuse internet et le réseau de l'entreprise que des flux correspondant à un petit nombre d'applications standards (messagerie électronique, web, protocoles réseaux,...) ou métiers spécifiques. La remise en cause de ces règles est généralement, à l'échelle d'un groupe par exemple, difficile et ce fait constitue un frein naturel à l'utilisation de nouvelles applications.

Nous avons donc muni notre système de fonctionnalités lui permettant de s'accommoder, le plus souvent avec succès, de ces barrières sécuritaires. Celles-ci utilisent les techniques classiques de VPN (Virtual Private Network) et résolvent, en même temps les problèmes de confidentialité évoqués. Nous nous sommes là aussi appuyés sur une solution open-source, *SSLEplorer* [15], pour

l'incorporation de ces fonctions dans notre plateforme. Celles-ci ont du même coup été étendues à notre plateforme d'enseignement à distance *TuttelNet*.

La mise en oeuvre de TuttelShare au sein de TuttelNet

Une nouvelle ressource pour TuttelNet

L'intégration de l'outil TuttelShare dans notre dispositif TuttelNet se présente pour l'utilisateur final assez naturellement. En effet la plateforme TuttelNet met à la disposition de l'enseignant un certain nombre de ressources qui seront diffusées à la volée à l'ensemble des étudiants connectés. Les ressources principalement utilisées actuellement par les enseignants sont, par ordre décroissant d'usage, les suivantes :

- l'annotation sur tableau blanc
- le slide
- l'annotation sur slide
- la navigation synchronisée

L'intégration de TuttelShare revient à ajouter à cette liste une ressource supplémentaire : le partage d'application.

Lorsque l'enseignant choisit cette ressource (par un simple appui sur un bouton proposé dans l'interface graphique qu'il a déjà à sa disposition) il déclenche l'accès à l'application (ou à la station) qu'il aura choisi de partager *au préalable*. Du point de vue de l'enseignant, positionné physiquement devant le bureau professeur TuttelNet, cette station est distante : il la contrôle néanmoins à distance depuis le bureau professeur. Les actions qu'il exerce sur cette application distante et partagée sont diffusées en temps réel aux participants à la conférence qui dispose, au sein de l'application cliente *TuttelBrowser*, d'une vue analogue en tout point à celle dont dispose l'enseignant lui-même. Les étudiants n'ont, par défaut, pas la possibilité d'agir sur cette application partagée : il n'y a d'ailleurs pas d'obstacle technique à cette possibilité, mais dans notre contexte d'utilisation d'école et compte tenu des effectifs de nos télégroupes cela est difficilement envisageable. Cela n'est pas le cas dans le contexte d'utilisation de *DataConf* et dans ce cas il s'agit d'un choix qui peut d'ailleurs varier dans le temps au cours de la session.

Le processus de partage vu du point de vue de l'enseignant

Précisons maintenant le processus complet permettant à un enseignant de mettre en oeuvre cette ressource.

Lorsque ce dernier sait qu'il a un cours TuttelNet à effectuer un jour donné, sur une tranche horaire déterminée et qu'il envisage d'y utiliser un logiciel spécifique à titre de démonstration (par exemple MathLab®) le processus est le suivant :

- l'enseignant lance l'application en question sur la station habituelle d'hébergement de cette application (dans son bureau ou son laboratoire par exemple)

- l'enseignant, avec son navigateur, et par une simple URL, exécute un formulaire *web* lui permettant de choisir le créneau horaire et l'application concernés par le partage (l'enseignant a également la possibilité de mettre en partage non pas une simple application mais la station toute entière : cela lui permet, le cas échéant, de partager plusieurs applications lors de la session TuttelNet)
- le jour du cours, l'enseignant se rend dans le bureau professeur au sein de Telecom Lille (souvent) et, depuis la position TuttelNet, active le partage à chaque fois qu'il en a besoin.
- une fois mise en partage, il peut agir comme il le souhaite sur son application distante.

Evaluation et transférabilité

Le système d'enseignement à distance proposé par l'école a, plusieurs fois, été audité en tant que dispositif pédagogique global. Ce point a déjà été traité dans [14].

Concernant la partie partage applicatif l'évaluation s'est effectué dans des conditions très réalistes et a été menée essentiellement par notre partenaire *RasterTech* avec ses propres clients. Les développements ont été littéralement pilotés par ce retour d'expériences et on pourrait en multiplier les illustrations concrètes, pour certaines déjà évoquées dans cet article : conception de l'interface graphique, banalisation de la station de travail partagée, utilisation systématique du port standard *http*, puis *https*, possibilité de partager une station ou une application, travail sur la bande passante etc...

Ce travail est né dans un contexte de création d'entreprise, et pour ce qui concerne la partie *DataConf*® il est cadré par des organismes comme le *MITI* ou l'*ANVAR*, en particulier l'existence d'un *business plan*.

Conclusions

Le système *TuttelNet* est le résultat de l'expertise accumulée par notre école dans le domaine de l'enseignement à distance initiée par une activité de R&D importante dans le domaine de la visiophonie. Son élaboration a comme caractéristique d'avoir été entièrement, et pragmatiquement, guidée par les besoins exprimés par l'institution, par les étudiants, et par les enseignants.

Le projet *TuttelShare* est, lui, né essentiellement sous l'influence d'un besoin exprimé par un partenaire industriel. Son élaboration a comme caractéristique d'avoir été pragmatiquement guidée par les besoins exprimés par cette entreprise et ses clients.

Parallèlement nous avons souhaité en faire également un outil destiné à notre plateforme de télé enseignement en procédant aux adaptations nécessaires: son déploiement en vrai grandeur est prévu pour septembre 2006, l'avenir nous dira l'accueil que lui réservent les enseignants de Telecom

Lille 1.

Références

- [1] J-F. Colin. *Visualisation à distance du travail sur logiciel : un état de l'art*. RasterTech, MITI N-PdC, Spt 2003.
- [2] J.F. COLIN. Conception et réalisation d'un outil de téléreunion utilisé dans le cadre du cursus tuttelnet de l'enic. – INT - Evry 2002, May 2002. Présentation du Prix de la Fondation Leprince Ringuet.
- [3] P. Grevet. *La distance dans les formations de l'ENIC de 1994 à 2002*. Rapport de recherche du Contrat de Plan CNRS, Conseil régional N/PdC, March 2003.
- [4] A. MEDDAHI and J.F. COLIN. Mobility issues in the context of enhanced services : distance learning/elearning services . Caucun, May 2001. Terena networking conference.
- [5] Microsoft. Netmeeting. <http://www.microsoft.com/windows/netmeeting/>
- [6] V. MISERY and J.C. DAMIEN. Le dispositif Tuttelnet de formation d'ingénieur. Paris, October 2002. Présentation du Prix de la Lettre de l'Etudiant.
- [7] T. RICHARDSON. Virtual network computing. *IEEE Internet Computing*, Feb 1998.
- [8] P. VINCENT and J.F. COLIN. Visioconferences and throughput. French-Hungarian seminar Budapest, October 1995.
- [9] P. VINCENT, J.F. COLIN, and K. SBATA. A multipoint based architecture . Caucun, May 2002. IASTED International Conference.
- [10] P. VINCENT, J.F. COLIN, and C. TOMBELLE. Multimédia, germe d'innovations . Workshop Ganymède. CHR Lille, June 1994.
- [11] P. VINCENT, J.F. COLIN, C. TOMBELLE, and A. MEDDAHI. Visiocentre from technics to uses. Educa Conference Berlin, November 1995.
- [12] VirTEPPE. Virteppe learning environment. <http://www.virteppe.net/>, November 2001.
- [13] K.R. WOOD and T. RICHARDSON. The RFB protocol. In *ORL Cambridge*, January 1998.
- [14] J-F Colin *Conception d'un outil synchrone d'enseignement à distance*. TICE 2004
- [15] <http://sourceforge.net/projects/sslexplorer>
- [16] <http://www.sun.com/software/communitysource/j2ee/j2ee/>

Annexes



FIG. 1 – La position professeur dans le dispositif TutteNet

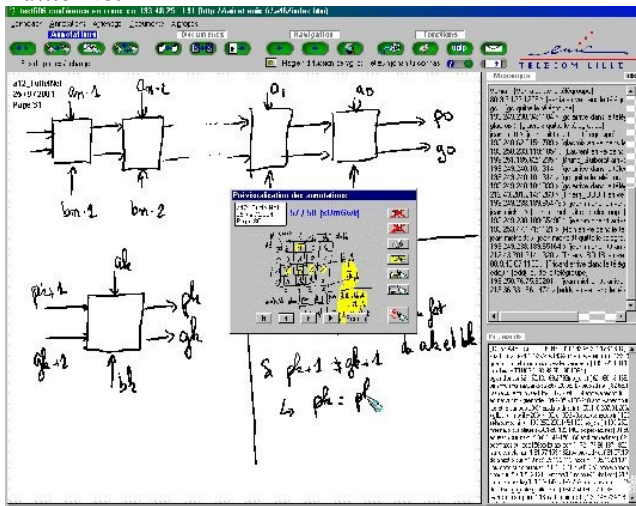


FIG. 2 – L'interface applicative côté élève (sans vidéo), en mode annotation.

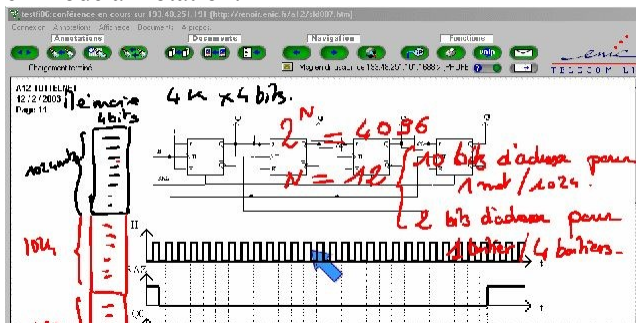


FIG. 3 – L'interface applicative côté élève en mode document annoté (vue partielle)

FIG. 4 – Virtual Learning Environnement (inclusion vidéo)