

TRAVAUX PRATIQUES DE SCIENCES EXPÉRIMENTALES À DISTANCE

Franck CANU

I - LES ACTEURS

Après des études menées par Franck Canu et Christian Rellier avec le soutien du groupe EVARISTE¹ sur un réseau expérimental basé sur les technologies Internet de type Intranet, le lycée Bergson², et dans un premier temps le laboratoire de sciences expérimentales en sciences physiques ont expérimenté des travaux pratiques à distance à travers un réseau informatique distant.

Le partenaire distant est le centre scolaire de l'hôpital Debré dans le 19^{ème} arrondissement avec des élèves difficilement scolarisables.

Depuis quelques années le centre scolaire de l'Hôpital (spécialisé dans le suivi scolaire du premier degré) a mis en place une structure scolaire pour le second degré. Des enseignants du lycée Bergson participent déjà à l'aide d'heures supplémentaires au maintien du niveau des élèves difficilement scolarisables par un encadrement pédagogique sur place à l'hôpital.

Les Travaux pratiques étant impossible à réaliser dans un environnement hospitalier mais très riche pédagogiquement sur la compréhension des phénomènes physiques, nous avons étudié la possibilité de fournir des TP en ligne temps réel et très interactifs.

1 Le groupe EVARISTE est composé de chercheurs et d'enseignants (du secondaire et du supérieur) qui travaillent à la conception, à la réalisation et à l'expérimentation d'ensembles logiciels et matériels éducatifs en utilisant l'informatique pour mesurer, contrôler, représenter des phénomènes physiques afin de favoriser la démarche d'apprentissage et l'activité de modélisation/réflexion menées par les élèves.

2 Lycée Henri Bergson - 27 rue Édouard Pailleron - 75019 PARIS - 01 42 02 06 36 - canu@cnam.fr

Après la phase d'expérimentation, la société CCE³ sous convention avec le Ministère de l'Education Nationale de la Recherche et de la Technologie, avec la Ligue de l'enseignement, compte tenu de l'intérêt pédagogique et innovant du dispositif, et avec la participation de l'Anvar, assure le développement industriel du procédé de transport visio-data dans différents environnements (point à point, diffusion sur site via Intranet à partir d'un site distant, accès à des serveurs vidéo-data par Internet complétés par des moyens de commerce électronique pour cours « privés virtuels »).

II - PRÉSENTATION DU PROJET INTRANET

Le laboratoire de sciences expérimentales travaille depuis trois ans déjà, sur un concept « Intranet » :

Un réseau Intranet utilise toutes les technologies de l'Internet en réseau local pour diffuser de l'information. Il est constitué d'un serveur WEB⁴ interne muni d'un moteur de recherche interne mis à la disposition des élèves et des enseignants par le réseau local pour former un réseau pédagogique multimédia et la possibilité de se connecter à l'Internet pour tous les postes du réseau pour compléter une recherche plus exigeante.

Le serveur apporte aux clients (postes élèves) des supports de cours ; des fiches de TP multimédia ; des pages élèves ; le lancement d'applications ; de l'acquisition de données en réseau par le biais d'un unique logiciel unique : « le navigateur Web ».

3 Société CCE Couleur Communication Ecriture - 5 Rue Descartes - 95330 Domont - 01 39 35 48 88 - e mail : request@cce.worldnet.fr

4 Le serveur Web

Contrairement au réseau « Internet » dit ouvert, avec ses avantages et ses inconvénients, un réseau Intranet consiste généralement en un ou plusieurs serveurs WEB internes fermés (reliés ou non à l'Internet) mis à la disposition d'un groupe de personnes à travers un réseau local ou des accès téléphoniques via modem. Les serveurs Web apportent toutes sortes d'informations (bases de documents standards, programmes, bases de données, messagerie interne, etc.) par le biais d'un unique logiciel de consultation : « le navigateur ». Les utilisateurs se servent du navigateur Web installé sur leur PC pour accéder à une série de pages électroniques qui reliées entre elles par des liens hypertextes rendent plus aisée la navigation à travers l'information.

L'élève et l'enseignant utilisent un même langage, le HTML⁵. Si l'Internet se définit parfois comme la mémoire du savoir à l'échelle de la planète, on peut considérer ici l'Intranet comme une mémoire de l'établissement : chaque professeur comme chaque élève peut lui apporter sa contribution. La constitution d'une mémoire du savoir obéit à ce principe : fonder un espace libre d'accès que chacun alimente, modifie, échange ou reproduit. Pour la première fois, l'élève peut concrètement y prendre part, créer des pages, charger des sites et revoir les cours et les exercices à son rythme. Bien sûr tout ceci obéit à des règles qui permettent d'attribuer à chacun des droits, mais aussi des limites dans ses possibilités de création ou de modification sur le serveur. En outre, cette mise en réseau crée des affinités, une synergie de travail et une convivialité au sein de l'établissement. Ainsi, les bienfaits de l'Intranet tiennent d'abord à un rééquilibrage de la communication. Le discours à l'intérieur de la classe ne se fait plus de manière unilatérale. L'élève doit chercher par lui-même une réponse à certaines de ses questions et construire sa propre culture de façon un peu plus autonome.

A la demande du centre scolaire de Robert Debré, pour un partenariat plus puissant entre le centre et le lycée à travers le réseau, des idées ont germé sur l'utilisation du réseau informatique pour connecter entre eux les élèves des différents sites. Bien sûr la première idée était de pouvoir leur fournir les supports de cours déjà réalisés et présents sur le serveur, mais l'interaction faisait défaut. Le laboratoire pratique depuis de nombreuses années de l'acquisition de données expérimentales à l'aide de cartes d'acquisition qui couplent le montage de physique et l'ordinateur sur des postes locaux.

III - TRAVAUX PRATIQUES À DISTANCE

L'idée est de créer, grâce au réseau informatique, un binôme de travaux pratiques délocalisé, constitué d'un élève en salle de travaux pratiques au lycée et d'élèves délocalisés assistés ou non par un ensei-

⁵ Le format HTML, c'est l'abréviation de Hyper Text Markup Language, ou langage d'édition de document multimédia d'hyper navigation.

gnant à l'hôpital avec un ordinateur communiquant et relié au réseau Intranet du lycée à l'aide d'une liaison RNIS⁶ ou RTC⁷.

Grâce à des logiciels de visioconférence classique, l'élève qui se trouve à l'hôpital dispose à la fois d'une fenêtre (image et son) de la salle de TP et du montage de l'élève du lycée partagé à travers des logiciels qui se trouvent sur le poste de l'élève au lycée.

Il peut donc visualiser et acquérir les données expérimentales du TP par l'intermédiaire d'une carte d'acquisition ou bien saisir les données expérimentales qu'il visualise par l'intermédiaire d'instruments de mesure à travers la caméra.

Il peut aussi traiter les données expérimentales en partenariat ou en autonome sur le poste élève du lycée ou sur son poste à travers le réseau.

Les possibilités techniques permettent donc de faire réellement un TP à distance (saisie des données en acquisition avec une interface ou manuelles, puis traitement).

6 Le RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Service, ISDN en anglais ou Réseau Numéris en France). À travers lui, les données numériques sont transportées directement d'un ordinateur local à un ordinateur distant. Autrement dit, sans emprunter aucun lien ou périphérique analogique intermédiaire tel que modem ou ligne téléphonique. La flexibilité résulte de l'intégration des différents types de services à haut débit au travers d'un réseau unique. Ce qui ouvre de nouvelles voies dans tous les domaines, qu'il s'agisse de télécommunication, interconnexion de réseaux, visioconférence, téléphonie avancée ou service multimédia.

7 RTC Réseau téléphonique commuté :

Il s'agit du réseau « normal » de téléphonie analogique.

Le terme RNIS fait généralement référence à ces standards et protocoles, mais aussi à tous les équipements de télécommunication et de commutation concernés.

Lorsqu'il est connecté au réseau téléphonique public, un ordinateur doit utiliser un modem pour convertir ses propres signaux numériques en signaux analogiques pouvant alors être transportés par le réseau. La plus grande vitesse de connexion obtenue par cette méthode est de 33,6 Kbps, voire de 56 Kbps.

Inversement, les liens du RNIS sont capables d'émettre et de recevoir des données dans leur forme numérique native et offrent des vitesses de transmission bien plus élevées, de 64 à 128 Kbps pour un accès de base.

IV - EXEMPLE DE TRAVAUX PRATIQUES RÉALISÉS

Le TP est l'étude du changement d'état de l'eau, le tracé de la courbe de température en fonction du temps, l'élève du lycée construit le dispositif expérimental sur sa paillasse.

La température du corps pur est mesurée à l'aide de l'interface d'acquisition sur le poste élève du lycée.

Les différentes phases des changements d'état sont visualisées par l'élève se trouvant à l'hôpital à travers la caméra, l'image et les données expérimentales sont envoyées en temps réel par le réseau informatique.

La courbe de température se trace sur les deux postes en même temps. On peut aussi bien sûr faire l'acquisition de différentes grandeurs physiques en abscisse et en ordonnée si l'expérience physique s'y prête.

Le logiciel d'acquisition serveur se trouve sur le poste élève du lycée, et il peut être partagé à travers le réseau et donc l'élève hospitalisé peut à travers le logiciel d'acquisition client se connecter et récupérer en temps réel les données et la représentation graphique du poste serveur lycée et donc réellement faire un TP en binôme.

Depuis l'hôpital l'élève peut donc après l'expérience traiter ces données à travers son logiciel de traitement type REGRESSI, il peut ensuite modéliser en relation avec l'élève de son binôme.

La possibilité de faire un compte rendu en commun est possible à travers un logiciel de traitement de texte partagé en réseau.

V - LES LIEUX TECHNIQUES ET PÉDAGOGIQUES

*** Le laboratoire de sciences expérimentales du lycée Bergson avec son architecture réseau.**

*** Un poste élève serveur de données expérimentales branché au réseau.**

Le matériel

Un PC multimédia standard, caméra télécommandable en local et à distance par le site client, une carte de compression audio vidéo et RNIS intégré type carte de visioconférence professionnelle. Une ligne téléphonique NUMERIS avec agrégation des canaux (128 kbits/s) abon

nement classique et une ligne RTC analogique. Une interface ORPHY muni de ses capteurs pour l'acquisition.

Les logiciels

Les logiciels d'acquisition en réseau et de traitement développés par le groupe EVARISTE, le logiciel de visioconférence, un navigateur standard JAVA compatible, la couche réseau TCP/IP en adressage dynamique.

*** Un poste élève délocalisé au centre scolaire de l'hôpital.**

Le matériel

Un PC multimédia standard, caméra, une carte de compression audio vidéo et RNIS intégré type carte de visioconférence professionnelle, un modem standard 28 800 ou plus. Une ligne téléphonique RTC et une ligne NUMERIS avec agrégation des canaux (128 Kbits/s) abonnement classique

Les logiciels

Les logiciels d'acquisition en réseau et de traitement développés par le groupe EVARISTE, le logiciel de visioconférence, un navigateur standard JAVA compatible, l'accès RAS, la couche réseau TCP/IP en adressage dynamique.

VI - BILAN

Après deux ans de mise au point et d'expérimentation avec Alain Rauch, professeur de sciences physiques au centre scolaire et des élèves du centre scolaire de l'hôpital Debré, l'intérêt pédagogique pour ces enfants est indéniable tant sur le plan construction des savoirs que sur le plan humain. Ce dispositif permet un « sas » de réintégration entre l'hôpital et le système scolaire puisque les enfants participent à la vie d'une classe, ce qui permet de « garder le contact » pour les pathologies qui demande un séjour d'hospitalisation bref ou la réinsertion progressive pour les pathologies lourdes qui ont demandé un séjour long.

Suite à cette expérience Joël Atlan, professeur de mathématiques au collège Guillaume Budé, développe avec succès depuis un an avec ses collègues des cours de mathématiques, espagnol, enseignement civique à haut degré d'interactivité pour ces mêmes enfants.

Le projet retenu comme très innovant, fait partie d'une convention avec le ministère de l'Éducation nationale et un industriel pour un développement commercial à très brève échéance pour fournir des solutions logicielles et matérielles très performantes pour mettre en place des plates-formes de travaux pratiques et de cours à distance à haut degré d'interactivité pour les différents utilisateurs.

Enfin, les développements industriels assurés par la société CCE permettront de proposer prochainement une gamme de solution d'enseignement à distance pour les travaux pratiques dans des environnements variés (point à point, mono site avec diffusion sur le site par des réseaux intranet, accès par Internet sur des serveurs vidéo et data pour suivi des cours à domicile, éventuellement achetés par des moyens de commerce électronique).

VII - QUELQUES EXEMPLES DE TRAVAUX PRATIQUES À DISTANCE À TRAVERS UN RÉSEAU INFORMATIQUE

1/ Champ magnétique dans un solénoïde

On mesure le champ B au centre du solénoïde à l'aide d'une sonde teslamètre branchée à l'interface d'acquisition, les valeurs de I sont mesurées à l'aide d'un ampèremètre (la lecture peut être visualisée par la caméra, les valeurs sont saisies au clavier par l'un ou l'autre des groupes et on trace plusieurs courbes en faisant varier n).

2/ TP sur le changement d'état

Utilisation de l'interface simple mode temporel lent, étude du changement d'état de l'eau en suivant la température de l'eau en fonction du temps.

Étude sur le changement d'état de différents corps purs (eau, cyclohexane, etc.), observer les phénomènes de surfusion.

3/ Étude de la caractéristique d'un dipôle

Principe :

On construit la caractéristique d'un dipôle point par point de deux façons. Le mode opératoire sera adapté à la nature du dipôle.

Niveau 2nd et collègue

- * en mode clavier la tension aux bornes du dipôle est mesurée par la carte, l'intensité est mesurée à l'ampèremètre (la lecture peut être visualisée par la caméra, les valeurs sont saisies au clavier par l'un ou l'autre des groupes).

4/ Le pendule

- * Le pendule simple
- * Étude des oscillations.

5/ La distillation simple de l'eau ou fractionnée d'un mélange de corps purs.

La température en haut de colonne est mesurée à l'aide d'un capteur (on peut fournir d'autres points de température, par exemple dans le bouilleur et le distillat).

La caméra visualise le montage et les détails de la distillation, première goutte, équilibre de la colonne, etc.

Étude des courbes et analyse des résultats du distillat.

Quelques modifications : influence de la pression sur la température d'ébullition.

On peut modifier la pression dans le montage (mesure de la pression à l'aide d'un capteur) et voir l'influence de cette pression sur la température.

6/ Étude du pH d'une solution et dosage pHmétrique.

La mesure du pH se fait à l'aide d'une électrode reliée à l'interface d'acquisition.

La mesure du volume versée est visualisée par la caméra et saisie par l'élève.

7/ Étude expérimentale d'un gaz parfait

Étude expérimentale de la compressibilité isotherme du gaz parfait (loi de Mariotte).

Une masse d'air m est enfermée dans une grosse seringue graduée en ml (0-300).

En déplaçant le piston on fait varier le volume, on mesure la pression à l'aide d'un capteur relié à la seringue.

Le T_p peut être automatisé à l'aide d'un pousse seringue relié à l'interface.

Montrer que la pression d'un gaz varie avec la température (loi de Charles).

Le gaz étudié est l'air ; dont la masse m est enfermée dans un récipient sphérique de volume invariable. Le récipient est raccordé à un capteur de pression relié à l'interface.

On fait varier la température en immergeant le récipient dans de l'eau à des températures variées.

On peut automatiser le TP en contrôlant la température du bain à distance à l'aide de l'interface.

Franck CANU