



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services Branch

395 Wellington Street
Ottawa, Ontario
K1A 0N4

Bibliothèque nationale
du Canada

Direction des acquisitions et
des services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa (Ontario)
K1A 0N4

Your file *Voire référence*

Our file *Notre référence*

NOTICE

The quality of this microform is heavily dependent upon the quality of the original thesis submitted for microfilming. Every effort has been made to ensure the highest quality of reproduction possible.

If pages are missing, contact the university which granted the degree.

Some pages may have indistinct print especially if the original pages were typed with a poor typewriter ribbon or if the university sent us an inferior photocopy.

Reproduction in full or in part of this microform is governed by the Canadian Copyright Act, R.S.C. 1970, c. C-30, and subsequent amendments.

AVIS

La qualité de cette microforme dépend grandement de la qualité de la thèse soumise au microfilmage. Nous avons tout fait pour assurer une qualité supérieure de reproduction.

S'il manque des pages, veuillez communiquer avec l'université qui a conféré le grade.

La qualité d'impression de certaines pages peut laisser à désirer, surtout si les pages originales ont été dactylographiées à l'aide d'un ruban usé ou si l'université nous a fait parvenir une photocopie de qualité inférieure.

La reproduction, même partielle, de cette microforme est soumise à la Loi canadienne sur le droit d'auteur, SRC 1970, c. C-30, et ses amendements subséquents.

Canada

OUTILS LOGICIELS AMÉLIORANT L'INTERACTION EN CLASSE

par
Daniel Pilon

Thèse
déposée à l'École des études supérieures et de la recherche
comme exigence partielle en vue de l'obtention de la
Maîtrise en Science Informatique

L'Institut d'Informatique d'Ottawa-Carleton
Département d'Informatique
Université d'Ottawa

© Daniel Pilon, Ottawa, Ontario, Canada, 1994

For English version, flip over the document



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services Branch

395 Wellington Street
Ottawa, Ontario
K1A 0N4

Bibliothèque nationale
du Canada

Direction des acquisitions et
des services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa (Ontario)
K1A 0N4

Your file *Votre référence*

Our file *Notre référence*

The author has granted an irrevocable non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of his/her thesis by any means and in any form or format, making this thesis available to interested persons.

L'auteur a accordé une licence irrévocable et non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de sa thèse de quelque manière et sous quelque forme que ce soit pour mettre des exemplaires de cette thèse à la disposition des personnes intéressées.

The author retains ownership of the copyright in his/her thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without his/her permission.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège sa thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

ISBN 0-612-07857-4

Canada



UNIVERSITÉ D'OTTAWA
UNIVERSITY OF OTTAWA

Table des Matières

| | |
|--|------|
| Liste des Illustrations | iv |
| Résumé | vi |
| Avant-Propos | vii |
| Remerciements | viii |
| PARTIE I - INTRODUCTION | 1 |
| Introduction | 2 |
| Motivations | 3 |
| Développements Récents | 5 |
| Conditions d'Implantation | 7 |
| Observation en Classe | 10 |
| Gestion éducationnelle | 11 |
| Feed-back | 12 |
| Méthode Active d'Apprentissage | 13 |
| Renforcements Visuels | 14 |
| Notes de Cours | 14 |
| Surveillance des Étudiants | 16 |
| Conception de Cours | 18 |
| Un Aperçu de LæProf | 19 |
| L'Organisateur de LæProf | 19 |
| La Conception du Contenu d'un Transparent | 21 |
| Stratégie d'Explication | 22 |
| Situation Actuelle | 23 |
| Systèmes Informatiques Existants | 24 |
| Systèmes à Stylo Électronique | 27 |
| Systèmes d'exploitation de Stylo | 28 |
| PARTIE II - CONCEPTION DU SYSTÈME | 30 |
| Configuration du Système | 31 |
| Les Modules Fonctionnels du Système | 32 |
| La Configuration pour la Salle de Classe | 34 |
| La Configuration pour la Salle de Classe Distante | 35 |
| La Configuration du Logiciel | 36 |

| | |
|--|----|
| Les Outils Logiciels | 38 |
| Aperçu des Outils | 39 |
| L'écritoire | 39 |
| Le Tableau Électronique Superposé | 40 |
| L'Outil Prise de Notes | 41 |
| L'Outil Question/Réponse | 42 |
| L'Outil Acétate Interactif | 44 |
| L'Outil Quiz | 46 |
| L'Outil Surveillance | 49 |
| L'Outil Tête-à-Tête | 50 |
| | |
| PARTIE III - IMPLANTATION | 53 |
| | |
| Intégration Logicielle | 54 |
| Les Environnements d'Utilisation du Système | 55 |
| Les Composants du Système | 57 |
| L'Intégration dans LæProf | 58 |
| Pilote de Paquet PC/TCP | 60 |
| Le Champ Type du Cadre Ethernet | 61 |
| Le Système d'Exploitation de Stylo Choisi | 62 |
| | |
| Implantation des Outils Logiciels | 64 |
| L'Outil Accès | 65 |
| L'Outil de Contrôle des Ordinateurs des Étudiants | 67 |
| Le Fichier de Gestion | 68 |
| L'Outil Prise de Notes | 69 |
| L'Outil Question | 72 |
| L'Outil Acétate Interactif | 77 |
| L'Outil Quiz | 77 |
| L'Outil Surveillance | 80 |
| L'Outil Tête-à-Tête | 82 |
| | |
| Développement Ulérieur. | 85 |
| Les Fichiers Externes | 86 |
| Le Module Tutoriel Intelligent | 87 |
| Paramètres de Projection Définis par l'Usager | 88 |
| Le Module Horaire | 89 |
| Le Module Agenda | 90 |
| Le Module de Courrier Électronique | 90 |
| Le Module de Reconnaissance d'Écriture | 90 |
| | |
| PARTIE IV - LES PROBLÈMES | 92 |
| | |
| Matériel Informatique | 93 |
| Ordinateur Bloc-Notes Stylo | 94 |
| Écran Couleur du Bloc-Notes Stylo | 94 |

| | |
|--|---------|
| Carte d'Interface de Réseau Sans Fil | 95 |
| Essai en Salle de Classe | 95 |
| Soutien de l'Université | 95 |
| Logiciel | 96 |
| Système d'Exploitation de Stylo Opérant Sous DOS | 97 |
| Mode d'Affichage de LæProf | 97 |
| Spécifications des Appels PenBIOS™ | 98 |
| Pilote Ethernet en Pascal | 98 |
| Modifications de LæProf | 98 |
| Implantation en Réseau Local | 99 |
| Soutien de l'Université | 99 |
| PARTIE V - CONCLUSIONS | 100 |
| Conclusion | 101 |
| Conclusion | 102 |
| Les Améliorations Possibles | 102 |
| Résumé des Contributions | 103 |
| PARTIE VI - APPENDICES | 106 |
| Appendice A - Structures de Données de ClassTool | 107 |
| Appendice B - Déclarations des Fonctions & des Procédures | 109 |
| Appendice C - Types Ethernet DIX | 119 |
| Bibliographie | 122 |

Liste des Illustrations

| | |
|---|----|
| Figure 1 - L'Organisateur de LæProf | 20 |
| Figure 2 - Les Modules Fonctionnels de ClassTool | 32 |
| Figure 3 - La Configuration pour la Salle de Classe | 34 |
| Figure 4 - La Configuration pour la Salle de Classe Distante | 35 |
| Figure 5 - L'Écritoire | 39 |
| Figure 6 - Le Tableau Électronique | 40 |
| Figure 7 - L'Outil Prise de Notes | 41 |
| Figure 8 - L'Outil Question | 43 |
| Figure 9 - L'Outil Répondre | 43 |
| Figure 10 - L'Outil Acétate Interactif | 45 |
| Figure 11 - Le Paramètre de Projection "Acétate Interactif" | 46 |
| Figure 12 - Le Paramètre de Projection "Quiz" | 47 |
| Figure 13 - L'Outil Quiz en Mode Étudiant | 48 |
| Figure 14 - L'Outil Quiz en Mode Professeur | 48 |
| Figure 15 - L'Outil Surveillance | 50 |
| Figure 16 - L'Outil Tête-à-Tête | 51 |
| Figure 17 - Les Environnements d'Utilisation du Système | 55 |
| Figure 18 - Inter-Relations des Unités du Système | 58 |
| Figure 19 - Format du Cadre Ethernet | 61 |
| Figure 20 - Format du Cadre d'Accès au Système | 65 |
| Figure 21 - Format du Cadre d'un Accusé de Réception d'un Accès | 66 |
| Figure 22 - Flot de Données d'un Accès au Système | 34 |
| Figure 23 - Format du Cadre de Contrôle des Ordinateurs des Étudiants | 67 |
| Figure 24 - Flot de Données d'une Session de Contrôle des Ordinateurs | 68 |
| Figure 25 - Le Fichier de Gestion en Mode Serveur | 69 |
| Figure 26 - Format du Cadre d'Événements du Stylo | 70 |
| Figure 27 - Format du Cadre de Commande de Dispositif d'Entrée de LæProf | 71 |
| Figure 28 - Flot de Données d'une Session de Pointage et Surlignage | 72 |
| Figure 29 - Format du Cadre de Demande de Question | 73 |
| Figure 30 - Format du Cadre de Demande de la Prochaine Question | 74 |
| Figure 31 - Format du Cadre du Fichier de Question | 74 |
| Figure 32 - Format du Cadre de Réponse d'une Question | 76 |
| Figure 33 - Flot de Données d'une Session de Question | 77 |
| Figure 34 - Format du Cadre de Réponse de Quiz | 78 |
| Figure 35 - Format du Cadre de Demande de Statistiques de Quiz | 78 |
| Figure 36 - Format du Cadre de Réponse des Statistiques du Quiz | 79 |
| Figure 37 - Flot de Données d'une Session de Quiz | 80 |
| Figure 38 - Format du Cadre de Demande de Surveillance | 80 |
| Figure 39 - Format du Cadre de Contenu Mémoire Vidéo | 81 |
| Figure 40 - Flot de Données d'une Session de Surveillance | 82 |
| Figure 41 - Format du Cadre des Événements du Stylo en Tête-à-Tête | 82 |

| | |
|--|-----------|
| Figure 42 - Format du Cadre de Commande de Fonction de LæProf . . . | 83 |
| Figure 43 - Flot de Données d'une Session de Tête-à-Tête | 83 |

Résumé

Cette thèse décrit un système informatisé d'aide aux présentations et aux assistances lors d'exposés magistraux et présente ses fonctionnalités. Elle introduit un système utilisant les blocs-notes stylo et un ensemble d'outils logiciels pour améliorer la communication entre les professeurs et les étudiants. Les outils logiciels permettent aux professeurs d'interagir efficacement avec les étudiants durant les cours et aident les étudiants à prendre des notes pertinentes. Le système peut être employé dans une classe traditionnelle, lors d'enseignement à distance ou dans un environnement de téléconférence. Pour cette thèse, les outils logiciels lorsque référés comme un tout, seront désignés comme *ClassTool*.

Avant-Propos

Depuis l'apparition de l'être humain sur la Terre, le monde a évolué dramatiquement. Les femmes et les hommes devaient apprendre à survivre. Ils apprenaient en essayant et en expérimentant. Avec un incroyable et ingénieux intellect, les humains ont été capable d'améliorer leur société. Les raisons probables qui contribuent à la réussite d'un monde meilleur peuvent être parce que les humains, dans leur nature, aiment être activement impliqués à se motiver eux-mêmes (nouvelle découverte mondiale, voyage sur la lune); et ces humains formés d'êtres disparates (homme/femme, adulte/enfant, noir/blanc, professeur/élève) ont communiqué entre eux pour partager leurs expériences et transmettre leur sagesse. Malencontreusement, des incidents tristes arrivaient quand ces qualités étaient employées à mauvais escient; des barbares règnaient sur des continents; des magiciens, supposément sorciers, et des prêtres étaient brûlés vifs; des guerres sanglantes se produisaient; et les esclaves ont un jour existé. Heureusement, des femmes et des hommes glorieux ont été capables d'inventer des façons pour éviter de tels incidents en contrôlant et disséminant l'information rapidement à quiconque voulant s'impliquer activement à la création d'un monde meilleur.

Par souci de lisibilité et pour éviter d'alourdir le texte, le masculin est utilisé comme générique dans cette thèse.

Remerciements

J'aimerais exprimer ma profonde gratitude aux personnes suivantes qui ont été mes sources d'inspiration, d'idées, de suggestions, de commentaires, de critiques, de perspicacité, et de divers autres formes d'aide et d'assistance:

- mon épouse Martine pour son enthousiasme et sa tendre patience après avoir passé au travers de plusieurs frictions inattendues, et pour avoir donné naissance à mon troisième garçon David;
- mes deux autres garçons, Erik et Pascal, pour me prouver que cet ordinateur bloc-notes est convivial et peut réellement être employé par n'importe qui;
- mon directeur de thèse Jacques Raymond pour ses précieux commentaires et idées;
- mes parrains Michel Jean et capitaine François Viens, du Collège militaire royal de St-Jean, pour avoir cru en ma recherche et en me fournissant de l'équipement de la toute dernière technologie;
- ma chère amie Patricia Scaglione pour transformer mes textes griffonnées en étonnantes compositions, et principalement pour sa ténacité extraordinaire;
- mes collègues de classe Daniel Amyot, major Louis Massey, Mark et Michael Weedmark pour toutes ces discussions stimulantes;
- Bruce Leong, de Communication Intelligence Corporation, pour

m'avoir fourni des logiciels pour stylet électronique; et

- Mike Hughes et Mark Ross, de NEC Technologies Inc., pour me prêter de l'équipement utilisant le stylet électronique.

==== Partie I ====

Introduction



Introduction

"Avoir appris juste assez pour citer à faux"

Ibid,51
Byron, George Gordon
Noel Byron, 6th Lord
18-19ième siècle

Motivations

Il est devenu évident que la classe traditionnelle n'est pas rentable, que les budgets dans les institutions académiques sont réduits chaque année, et qui plus est, l'on s'attend à une plus grande productivité avec trop peu de ressources. Pour affronter ces problèmes, des systèmes informatiques tels que la présentation assistée par ordinateur, l'enseignement assisté par ordinateur, le tutoriel intelligent et l'enseignement à distance en direct, sont passés du stade des projets pilotes au stade d'implantation dans plusieurs collèges et universités. Ils sont maintenant vus comme d'autres méthodes ordinaires de transmettre/échanger la connaissance. Ma recherche a été déclenchée par les motivations suivantes:

- a. l'enseignement assisté par ordinateur (CAL) et les systèmes tutoriels intelligents (ITS) ont été et sont encore développés avec la perception qu'en minimisant le rôle des professeurs et maximisant la participation des étudiants, l'apprentissage des étudiants sera amélioré. Selon mon opinion, "remplacer" les professeurs par des ordinateurs ne résoudra pas les problèmes d'apprentissage. Tandis que les systèmes CAL et ITS donnent de bons résultats pour l'apprentissage individuel, il n'y a présentement que l'humain (tel qu'un professeur) qui puisse percevoir les signes affectifs et cognitifs complexes des étudiants dans une salle de classe traditionnelle. Même en éducation à distance, le désir des professeurs à ressentir la présence des étudiants est réfléchi par l'installation de caméras vidéo dans des classes distantes. La communication interactive est vitale pour développer une dynamique sociale et pour travailler avec les talents de chaque étudiant pour la maîtrise individuelle et collective de programmes d'études. Le sommaire de Robinson [37] explique que la recherche précédente a régulièrement démontré le rapport positif de la participation des étudiants, le contrôle de

l'instruction et le feed-back correctif à l'accomplissement;

- b. les logiciels d'enseignement assisté par ordinateur et les logiciels de presentation sont conçus afin d'aider les professeurs à enseigner et non d'aider les étudiants à étudier. Ils supposaient que l'environnement entier des salles de classe était amélioré en fournissant simplement et en améliorant les outils d'enseignement courants disponibles au professeur; ils n'ont pas été conçus pour amener de nouveaux outils aux étudiants. En fait, parce que seulement quelques tâches des professeurs étaient informatisées, je crois que l'efficacité et l'harmonie de toutes les fonctions de la classe devenaient déséquilibrées; par exemple, quand les acétates électroniques sont employés, les professeurs tendent à passer au prochain plus vite qu'en utilisant un tableau noir traditionnel forçant ainsi les étudiants à prendre des notes inexactes;

- c. parallèlement, l'efficacité de l'enseignement à distance comparée avec l'enseignement traditionnel en classe n'est pas claire parce que certaines études, telle que celles de Shavelson et al. [39] et Whittington [47], ont démontré des résultats diamétriques. Cependant, les résultats de Walker et Hackman's [44] indiquent que les cours télévisés pourraient être considérés échangeable avec l'enseignement "face-à-face" quand les facteurs médiatiques permettent la dissémination des contenus de cours et où les étudiants requièrent moins de contact avec leur professeur; les étudiants peuvent éprouver de la frustration, de l'inconfort et de l'anxiété avec des systèmes de télécommunication qui ne sont pas interactifs. De plus, Moore [29] dit que comparée au contact "face-à-face", l'instruction télédiffusée tend à réduire la gamme de transactions disponibles entre l'étudiant et le professeur, ainsi que parmi les étudiants eux-mêmes.

Comme LeBaron et Bragg [25] expliquent, les concepteurs doivent développer des stratégies claires pour unir les "distances" en créant des occasions électroniques pour les transactions avec l'étudiant. Walker et Hackman [44] ajoutent que ces facteurs de système doivent être conçus pour permettre une plus grande interactivité, un contrôle des utilisateurs, et une présence sociale; et, les instructeurs doivent être formés pour transiger avec des niveaux d'imminence plus élevés; et

- d. l'enseignement est un procédé de communication. Indépendamment du modèle de pédagogie employé, la communication entre le professeur et l'étudiant est centrale au procédé. Pour intéresser l'apprentissage des étudiants de nos jours, les professeurs doivent être d'excellents orateurs. Les étudiants doivent être motivés et ce n'est pas évident à faire si cela se passe dans des auditoriums. Un conférencier peut être extrêmement motivateur, mais Hestens et al. [16], Lois [24] et Redish et al. [35] ont démontré que l'enseignement traditionnel n'est pas efficace pour stimuler l'apprentissage de l'étudiant; les étudiants doivent être impliqués activement. Je crois que de nouveaux outils informatiques pour aider les étudiants à assister et participer aux cours donnés dans des auditoriums peuvent être une solution à ces problèmes.

Développements Récents

Comme mentionné dans la brochure corporative de la compagnie AT&T/GO, l'avancement des inventions comportant de meilleures communications continue à accroître rapidement et est poussé par le concept de rapprocher l'information des gens. Ces inventions incluent l'ordinateur personnel, le télécopieur, le téléphone cellulaire, et le téléavertisseur. Un des produits

croissants les plus rapidement dans cette catégorie est le plus courant - le téléphone sans fil. De plus, une nouvelle génération de produits, appelée Assistant Personnel Numérique (PDA) émerge. Les PDAs représentent l'intégration de technologies de communications les plus avancées aujourd'hui. Ils sont à la fois portatifs et riches en communication; ils forment un pivot regroupant tous les types de communications employées aujourd'hui tels que le courrier électronique, le télécopieur, le téléavertisseur et le téléphone cellulaire. Les Assistants Personnels Numériques changent la façon dont les gens restent en contact tout en voyageant.

Cependant, même si de grandes inventions favorisant de meilleures communications ont émergé, des outils informatiques populaires améliorant l'enseignement et l'apprentissage en classes traditionnelles n'ont pas encore été trouvés. Comme Raymond et Pilon [34] ont indiqué, l'apprentissage assisté par ordinateur (CAL) et la formation informatisée (CAT) ont évolué passant par plusieurs étapes depuis leur début dans les années 50. Les étapes d'évolution étaient déclenchées soit par des objectifs révisés, habituellement après l'échec d'une approche, ou soit par le développement de nouvelles technologies informatiques, logicielles ou matérielles. De plus, une évolution d'identification et de classification de la discipline survint aussi comme les espoirs et les réalités changeaient. Quand même, durant les années, le but fondamental est encore le même, c'est-à-dire l'emploi d'ordinateurs en éducation afin d'améliorer la productivité. En plus, le nombre d'articles de recherche sur de nouvelles technologies en éducation déjà écrits et en production indique que le but semble encore justifié et urgent. Cependant, la majorité de ces nouvelles approches trouvées a essayé de seulement remplacer les fonctions des professeurs (renforcer, corriger, etc.) et/ou le matériel didactique (rétro-projecteur, carroussel à diapositives, etc.); en fait, ces approches fournissent un ordinateur à chaque étudiant et les professeurs deviennent de simples assistants de laboratoire.

L'ordinateur personnel (PC) est devenu l'outil central de plusieurs

professions et disciplines. Des efforts considérables ont été faits en éducation bien que le tableau, le rétro-projecteur, les notes de classe et le manuel prévalent encore. Cependant, de nos jours les ordinateurs ne sont pas encore employés dans la classe comme on le prédisait qu'ils le seraient voilà des années. Jusqu'à maintenant, les ordinateurs ont été employés principalement à l'école dans des laboratoires où les étudiants les utilisent comme tuteurs pour apprendre des sujets que des professeurs n'ont pas été capables de livrer efficacement ou simplement pour des raisons politiques ou économiques.

C'est seulement récemment que des systèmes de projection peu coûteux avec de bons contrastes et une bonne résolution sont devenus disponibles. Ils créent une façon efficace et bon-marché à employer l'ordinateur dans la classe comme un vrai "tableau électronique". Conséquemment, l'ordinateur peut être employé comme un assistant pour le professeur durant un exposé magistral selon la méthode traditionnelle; cependant, dans ce cas, seulement les fonctions du tableau et du rétro-projecteur ont été reproduites ou améliorées. Actuellement, les classes distantes dans un contexte d'éducation à distance sont équipées avec un tel système qui affiche seulement ce que le professeur écrit sur le tableau. Les questions sont posées et répondues via des microphones et des haut-parleurs, et certaines classes sont équipées avec des moniteurs et des caméras vidéo. Très peu de méthodes ou d'équipement est employé pour accroître la participation des étudiants ou pour fournir un feed-back au professeur. Les étudiants comptent sur ce qu'ils entendent et sur ce qu'ils voient sur l'écran de projection tandis que le professeur compte sur les questions posées et sur ce qu'il voit sur ses petits moniteurs.

Conditions d'Implantation

Dans un système éducationnel aussi complexe, il est presque impossible de l'améliorer sans préalablement le décomposer en petits groupes fonctionnels.

Il est évident que les jeunes enfants à l'école primaire n'apprennent pas et ne sont pas enseignés de la même façon que les adultes à l'université, dans un environnement d'éducation à distance ou en éducation permanente. Une nouvelle science a même émergé de ces différences; Knowles [21] a souligné une distinction entre l'art et la science d'aider les adultes à apprendre, un procédé qu'il nommait andragogie et le terme largement employé, pédagogie, la science d'enseigner les enfants.

Dans cette thèse, je décris les composants d'un système qui améliore l'interaction entre des professeurs et des étudiants dans un auditorium ou dans une salle de classe traditionnelle. Ce système est visé pour l'enseignement collégial et universitaire. Bien que le système puisse être employé dans une classe close, il est parfaitement façonné pour un enseignement réel à distance qui autrement serait faible en interaction. Depuis que nous sommes dans ce qui est désigné l'ère de l'autoroute électronique, plusieurs systèmes d'enseignement à distance seront développés et réalisés. Ces systèmes, s'ils veulent survivre, devront démontrer qu'ils amènent plusieurs avantages sur l'enseignement traditionnel en classe incluant l'interaction dynamique, intervention, feed-back et séance de tête-à-tête privée. Je crois que le système proposé dans cette thèse réalise tout ceci et peut être vu comme une solution aux problèmes associés à l'enseignement à distance. Assister, améliorer, et accroître les capacités des exposés magistraux sont donc les buts que j'ai fixés pour la conception des outils logiciels présentés dans cette thèse.

L'ensemble des outils logiciels conçus pour cette thèse, lorsque décrits comme un tout, seront désignés comme *ClassTool*. *ClassTool* devait être intégré et donc compatible avec le logiciel LæProf (auparavant nommé EOP) de Raymond [32]. De plus, je suppose dans ma discussion que le concepteur du cours (habituellement le professeur) connaît la matière à enseigner, comment elle sera présentée et devra développer ses leçons avec LæProf.

Pour tirer pleinement parti du système, le professeur et chaque étudiant doivent être équipés d'un ordinateur portatif utilisant un stylet électronique comme dispositif d'entrée de données (ordinateur bloc-notes stylo) et équipé d'une carte d'interface de réseau Ethernet (NIC). Les classes doivent être équipées d'un réseau Ethernet avec un ordinateur relié au réseau et relié à un système de projection.



Observation en Classe

*"L'erreur est la force qui soude les
hommes ensemble; la vérité est
communiquée aux hommes
seulement par ce qui est vrai"*

Tolstoy, My Religion
A handbook of Proverb

Gestion Éducationnelle

Steller [41] définit un système de gestion éducationnelle (IMS) comme un système qui fournit l'aptitude d'identifier et de délimiter quels étudiants devraient apprendre; il gère les gens, les programmes, l'équipement, et autres ressources pour promouvoir l'apprentissage et fait des ajustements appropriés basés sur les évaluations des résultats. En outre, D'Angelo et Lomerson [8] indiquent les quatre composantes essentielles de gestion éducationnelle efficace suivantes:

- a. un ensemble de guides ou objectifs qui donne des directions et fournit des points de référence pour mesurer les résultats;
- b. un moyen d'évaluer les besoins éducatifs initiaux et de niveaux d'entrée pour diagnostiquer les placements appropriés et les modèles de regroupement;
- c. une structure organisationnelle et un processus de distribution de l'instruction capable de fournir l'utilisation flexible et alternative des ressources; et
- d. une méthode rétroactive/proactive pour contrôler et enregistrer le progrès et évaluer les résultats réels comparés aux objectifs.

ClassTool devrait être équipé avec un certain type de mécanisme pouvant gérer les activités produites dans les salle de classe. Les données rassemblées, certains individus seraient capables de gérer l'instruction selon les composantes de D'Angelo et Lomerson.

Feed-back

Documenté par Jackson [17], dans un seul jour, un professeur d'école élémentaire peut s'engager dans plus de mille échanges inter-personnels avec des étudiants. Les professeurs des écoles secondaires peuvent avoir des interactions avec 150 étudiants différents par jour. Au niveau collégial et universitaire, des classes aussi nombreuses que 200 étudiants ne sont pas rares, et dans un environnement d'enseignement à distance, le nombre d'étudiants peut être certes très grand; imaginez les interactions requises par un professeur durant un exposé magistral s'il devait donner un feed-back à chacun d'eux. Selon mon opinion, dans cette situation un professeur ne peut pas livrer un feed-back correct et opportun à chaque étudiant.

Une technique développée par Weaver et Cotrell [46] pour obtenir une variété dans un auditorium est la réponse sur une demi-page. Durant un cours, ils proposent de demander aux étudiants de déchirer une moitié de page de leur cahier de notes et de mettre leur nom et la date dans le coin supérieur droit. La demi-page peut être employée pour obtenir une réaction immédiate au contenu du cours, pour pousser les étudiants à fournir un exemple à un concept, pour tester la compréhension des étudiants, pour produire de brefs sondages, et pour faire des quizzes. Les étudiants répondent aux demi-pages pour aider à leur compréhension, pour les défier à penser, pour une ouverture au feed-back, pour stimuler et motiver, et pour réduire l'anxiété des tests. La réponse sur demi-page peut aussi diminuer l'anxiété du professeur en diminuant la focalité unique de l'étudiant vers le professeur. Bien qu'étant une excellente façon de promouvoir la participation, je crois que cette technique consomme beaucoup de temps précieux d'un cours.

De plus, Swan et Mitrani [42] mentionnent qu'il est nécessaire pour les

professeurs de modeler leurs présentations aux réponses des feed-backs des étudiants, et pour chaque étudiant, extraire de l'information présentée, seulement ce qu'il leur est applicable.

ClassTool devrait fournir un certain type de feed-back aux étudiants et professeurs. Un feed-back immédiat serait préférable.

Méthode Active d'Apprentissage

Selon Twining [43], demander des questions est une stratégie qui peut aider les étudiants à identifier l'organisation d'un cours. Les étudiants peuvent demander au professeur d'expliquer des points en litige ou à clarifier des points confus. De telles questions aident clairement l'écoute et la compréhension. Cependant, la nonchalance des étudiants, selon mon opinion, est un des problèmes interactifs les plus dramatiques dans une salle de classe surtout dans des classes distantes en éducation à distance où les étudiants ne sont pas à l'aise avec les microphones. Certains étudiants manquent de confiance en soi et ne lèvent pas leur bras ou ne parlent pas dans le microphone pour poser ou répondre aux questions, et ils copient, devinent, ignorent un item, ou "se débranchent" momentanément d'une explication donnée par le professeur; ce serait si simple s'ils communiquaient avec le professeur. Un des aspects que Doyle [11] a trouvés auxquels les professeurs doivent nécessairement s'habituer en classe est le climat public de la classe; la plupart de ce qu'arrive à un étudiant est aussi vu par plusieurs autres étudiants. Cela n'aide pas du tout quelqu'un manquant de confiance en soi.

Parallèlement, Rosenthal [38] suggère que les professeurs pourraient maximiser l'accomplissement des étudiants s'ils leurs donnaient plus d'occasions de poser des questions et d'y répondre. Aussi, pour améliorer les classes ennuyantes et ne relevant aucun défi, Good et Weinstein [14] suggèrent d'accroître l'opportunité des étudiants de participer activement tout en écoutant. Les

questions de faits, lorsqu'employées avec modération, aident les professeurs à déterminer si les étudiants connaissent l'information fondamentale ou pas. Outre les questions de faits, les professeurs doivent demander des questions qui obligent les étudiants à penser, analyser et synthétiser.

ClassTool devrait donner aux étudiants l'occasion de participer activement à leur apprentissage en classe. Il devrait aussi fournir aux étudiants une façon de poser des questions sans être intimidés par leurs pairs.

Renforcements Visuels

Frederick [12] énonce que dans les classes de toutes tailles, les renforcements visuels sont vitaux pour concentrer l'attention et à clarifier le contexte des présentations verbales. Dans un environnement de classe traditionnelle, ceci est réalisé en pointant avec un doigt ou tout autre objet, sur le tableau noir ou le rétro-projecteur.

ClassTool devrait fournir des outils permettant le renforcement visuel. Il devrait réaliser cela en dirigeant l'attention des étudiants vers un point focal unique dans la classe.

Notes de Cours

Knapper a énoncé [20], que outre les instructeurs et les étudiants, la dimension la plus fréquemment mentionnée pour assister les étudiants à apprendre est le matériel didactique tel que "le bon vieux manuel", "le livre de révision" ou "les feuilles de guide d'étude", "les acétates sur rétro-projecteurs", et "les diapositives et les films". L'aide à l'apprentissage la plus fréquemment mentionnée, cependant, sont les notes de cours.

Twining [43] indique que certains instructeurs croient que la plupart du temps disponible aux étudiants en classe devrait être utilisé pour écouter et pour penser, avec la prise de note seulement utilisée pour souligner des idées pour considération ultérieure. Il réfère aussi à d'autres personnes qui croient que les étudiants pourraient tout aussi bien écrire tout ce qu'ils peuvent; d'autres personnes suggèrent un juste milieu entre ces deux extrêmes. Normalement, les étudiants ne sont pas formés pour isoler ce qui est important dans un exposé magistral, dans un objectif pédagogique ou dans un acétate. Conséquemment, les étudiants retranscrivent soit la totalité des acétates, soit de l'information non pertinente ou tout simplement n'écrivent rien. Jensen [18] indique que pour prendre de bonnes notes, les étudiants doivent être compétents à trier l'information. Il suggère de rechercher des expressions telles que "Ce qui est le plus important", "tout d'abord", "il doit être mentionné que..." ou toute autre expression similaire qui indique la façon du professeur de dire aux étudiants que quelque chose d'important va suivre.

Heureusement, Walko et Dwyer [45] indiquent que beaucoup d'éducateurs ont formalisé le procédé d'annotation - en fournissant aux étudiants des guides d'étude, des guides d'activité, des sommaires, des guides individualisés, etc. pour faciliter leur interaction avec le contenu. D'autres éducateurs ne fournissent rien aux étudiants. Pendant que les étudiants sont occupés à copier les acétates, ils sont habituellement incapables de comprendre rapidement ce qui est écrit sur eux ou de penser à l'explication du professeur. Par conséquent, des étudiants de plusieurs d'institutions, comme rapporté par Collison [6], achètent leurs notes de classe de firmes privées de prise de notes.

De plus, des études telles que celles de Carrier [5] indiquent que la prise de notes est une stratégie efficace pour influencer positivement la façon des apprenants d'organiser le contenu. Le terme stratégie, tiré du milieu militaire, réfère à une façon optimale d'atteindre un but. Parallèlement, McWhorther [26] fait état que la prise de notes aiguise les habiletés d'écoute des étudiants et les aide

à retenir l'information pour une période plus longue.

Le mot clé pour une prise de note efficace est la clarté. L'espacement est ce qui crée un bon format de prise de notes. Pour prendre des notes, les étudiants emploient des types différents de papier (ligné ou non-ligné, coloré ou papier blanc), leur propre code de couleurs pour surligner, et leur propre abréviations pour accélérer le processus d'annotation.

ClassTool devrait fournir des outils aux étudiants pour les aider à prendre des notes pertinentes en classe. Il devrait permettre aux étudiants de mieux focuser sur les explications du professeur. Aussi, ClassTool ne devrait pas forcer les étudiants à suivre une seule et unique méthode de prise de notes.

Surveillance des Étudiants

Selon Spencer-Hall [40], certains étudiants sont de beaucoup meilleurs à développer une bonne impression que d'autres parce qu'ils ont appris à mal se comporter avec des manières qui échappent à l'attention du professeur. Ce chercheur a aussi remarqué que les étudiants qui sont habiles à mal se comporter lorsque le professeur a son dos tourné sont aussi habiles à paraître convenablement impliqués quand le professeur observe le comportement en classe. Ces étudiants sont occasionnellement attrapés lorsqu'ils sont tellement absorbés dans leur conduite qu'ils oublient d'observer continuellement le professeur. En outre, des études conduites par Anderson et al. [2] indiquent que lorsque les professeurs observent les étudiants travailler à leur bureau, ils observent typiquement l'engagement des étudiants à une tâche mais non pas leur compréhension de ce qu'ils font. En éducation à distance, lorsqu'aucune caméra vidéo n'est employée, il est presque impossible pour un professeur de discerner si les étudiants participent activement à un exercice donné.

ClassTool devrait empêcher les étudiants d'être ennuyés par des

indisciplinés qui dérangent. Il devrait aussi décourager les étudiants à se mal comporter et devrait les entraîner à faire les exercices.



Conception de Cours

"Si tout homme désire écrire dans un style clair, laissons-le en premier lieu être clair dans ses pensées."

Johann W. von Goethe

Un Aperçu de LæProf

Avec l'implantation de LæProf, anciennement appelé EOP (Éditeur-Organisateur-Projecteur) [32], Raymond a démontré, qu'un système d'enseignement par ordinateur peut efficacement structurer des concepts, présenter des sujets, expliquer des difficultés, accentuer des détails et illustrer des contenus. LæProf crée un environnement au niveau du pupitre pour l'emploi dans la classe. Il fournit des outils au professeur qui doit préparer et présenter des exposés magistraux à une classe. Dans le même logiciel, LæProf intègre un *Organisateur* pour structurer et organiser des idées utilisant une hiérarchie d'objectifs, de transparents, de points et d'éléments graphiques; il intègre un *Éditeur* graphique orienté-objet pour créer, modifier et améliorer des transparents; et un *Projecteur* pour présenter des idées utilisant des outils efficaces de présentation hérités des traditionnels tableau noir, rétro-projecteur, carrousel de diapositives, ordinateur et manuel. Pour utiliser ClassTool, LæProf doit être employé pour créer le cours et pour le présenter dans la classe.

L'Organisateur de LæProf

Suivant les méthodes de Gagné [13] et Dick & Carey [10], LæProf emploie une approche de haut en bas hautement structuré pour la conception d'un cours; il est consistant entre les cours et il est très simple et sans détours à utiliser.

Un cours est un ensemble de leçons, chacune d'elle transportant un sous-ensemble de sujets de cours. Dans LæProf, un cours est vu comme un répertoire sur une unité de disque dure ou une disquette et les leçons sont des fichiers individuels situés sous un répertoire de cours.

Une leçon peut être décomposée en *objectifs*. Ces éléments

correspondent aux objectifs que les étudiants doivent atteindre après une leçon. Dépendamment du sujet, du style et des stratégies d'enseignement du professeur, les objectifs peuvent être présentés de façon linéaire, suivant une approche successive ou de façon répétitive et récursive. Suivant ces approches, un professeur emploie l'Organisateur de LæProf pour structurer les leçons en différents niveaux. L'Organisateur est illustré à la figure 1.

| | | | |
|-----|--------------------------------|-------|------------------|
| | Principles de l'Électronique | 041mn | Affiche temps |
| 1 | Théorie des Semiconducteurs | 010mn | Table de matière |
| 2 | Circuits avec diodes | 003mn | Table de matière |
| 3 | Circuits Transistor Biasing | 003mn | Table de matière |
| 4 | Amplificateurs Small-Signal | 010mn | Table de matière |
| 41 | Base drive and emitter drive | 002mn | Pas recouvrement |
| 42 | Formules de Base-driven | 002mn | Pas recouvrement |
| 43 | L'amplificateur common-emitter | 002mn | Pas recouvrement |
| 44 | Swamping the emitter diode | 002mn | Pas recouvrement |
| 441 | Forme Base-driven | | Titre |
| 442 | Source V _{bb} | | affiche |
| 443 | Transistor | | affiche |
| 444 | Résistance r _B | | affiche |
| 445 | Résistance r _E | | affiche |
| 446 | Résistance r _C | | affiche |
| 447 | Voltage V _b | | clignote |
| 448 | Voltage V _c | | clignote |
| 45 | Impédance d'entrée | 002mn | Pas recouvrement |
| 5 | Amplis de puissance Classe A | 005mn | Table de matière |
| 6 | Amplis Push-Pull Classe B | 005mn | Table de matière |
| 7 | Amplis de puissance Classe C | 005mn | Table de matière |

Figure 1 - L'Organisateur de LæProf

Chaque objectif est davantage sub-divisé en *transparents*. Ce terme est employé comme le concept mime étroitement une présentation utilisant un rétro-projecteur et un ensemble d'acétates et de transparents. Plusieurs références [30, 22] fournissent des lignes de conduites sur la conception de transparents (la mise en page et le contenu); LæProf s'efforce de renforcer ces principes en fournissant des outils efficaces de conception de transparents. Par exemple, un de ces principes suggère qu'un transparent devrait présenter, expliquer ou illustrer un seul et unique concept. Bien sûr, il revient au concepteur du cours de décider ce qui est un concept. Les manières dont le concept est communiquée en présentant, expliquant ou démontrant un transparent reflète la stratégie d'enseignement du professeur. Pour soutenir efficacement diverses stratégies, LæProf décompose davantage le niveau de transparent.

Un transparent est constitué de *points pédagogiques*, dont les déroulements successifs constitueront la couverture du concept contenu dans ce transparent. Les points pédagogiques réfèrent aux points qu'un professeur fait pour expliquer un concept. La pratique courante pour expliquer un concept avec un transparent est de le mettre sur un rétro-projecteur avec des parties couvertes avec des morceaux de papier; en expliquant le concept, le professeur dévoile à tour de rôle les parties couvertes présentant chacun un point pédagogique spécifique. Un autre style consiste à montrer le transparent en entier, pointer vers des parties pertinentes ou à les souligner d'une certaine façon pendant que l'explication du concept est donnée. Bien sûr, beaucoup de combinaisons de ces approches existent, mais en général nous pouvons dire que présenter un point pédagogique consiste à produire certaines actions visuelles sur l'image affichée à l'écran et vue par les étudiants. Ces actions peuvent être l'apparition d'objets graphiques, leur disparition, leur soulignement, leur animation, ou le simple mouvement d'un pointeur autour eux. Il revient au concepteur du cours de décider si un transparent doit inclure seulement un point ou s'il est raffiné en plusieurs points successifs utilisant telles ou telles actions visuelles. Dans LæProf, ces actions sont affichées à côté de leur point pédagogique respectif, sur le côté droit de l'Organisateur comme le montre la figure 1; ils sont appelés des *paramètres de projection*.

La Conception du Contenu d'un Transparent

Après que la fondation de la leçon ait été conçue et un plan de leçon complété jusqu'au niveau du point pédagogique, la prochaine étape consiste à dessiner le contenu des transparents. Certains transparents peuvent recouvrir les précédents, d'autres peuvent d'abord enlever le transparent précédent. Concevoir le contenu d'un transparent consiste à dessiner les *éléments graphiques* de chaque point pédagogique. À ce moment, comme chaque transparent est structuré en points, la stratégie utilisée pour enseigner est définie. Comme la

structure de la leçon est prête, les professeurs peuvent consacrer leur attention à la structure géométrique (la mise en page) du transparent sans se soucier des relations entre les éléments d'un même point pédagogique. Durant la présentation d'une leçon, tous les éléments graphiques correspondants et sous-jacents un point donné paraîtront, disparaîtront, cligneront ou feront tout autre action selon leur scénario pré-défini dans l'Organisateur. Ces éléments graphiques constituent le dernier niveau structural de l'arbre d'une leçon.

Stratégie d'Explication

Une fois que la matière est structurée et dessinée, la procédure par laquelle chaque point pédagogique sera présenté et expliqué, doit être précisée. Incorporé dans LæProf, un *éditeur de scénario* est responsable de désigner un paramètre de projection (action visuelle) à chaque point pédagogique. Plusieurs fonctions de paramètre sont disponibles passant par les classiques (cadrer, souligner, clignoter, animer) à ceux spécifiques à la discipline (en mathématique, ça pourrait être de tracer un graphe avec le point pédagogique contenant l'équation correspondante). LæProf est équipé d'un ensemble limité de fonctions de paramètre de projection; cette thèse présente certaines nouvelles fonctions de paramètre promouvant la méthode active d'apprentissage. Ces fonctions ont été ajoutées à LæProf et peuvent être choisies par un professeur à partir du même menu contenant les fonctions ordinaires. De plus, la plupart de ces fonctions de paramètre de projection peuvent être activées manuellement par le professeur pendant la leçon donnée en classe.



Situation Actuelle

"Apprendre la sagesse par les folies des autres"

H. G. Bohn 1855
A handbook of Proverb

Systemes Informatiques Existants

Des études précisées dans le Chapitre 2, il me semble évident que les ordinateurs peuvent aider soit le professeur, soit les étudiants ou les deux dans leurs fonctions en classe, qu'ils soient dans une salle de classe ou dans un environnement d'éducation à distance. Cependant, les ordinateurs en éducation sont surtout employés dans un mode individualisé, ou sont limités à contrôler et transmettre le contenu d'écran vidéo, et en éducation à distance, sont employés comme seulement un interface pour recevoir les transparents électroniques et à les afficher sur un grand écran de projection. Les ordinateurs sont principalement employés pour réaliser certaines tâches de professeur (telles que corriger et renforcer) plutôt qu'à fournir de l'aide pour exécuter les fonctions journalières d'un professeur. De plus, l'effort négligent d'amener de nouvelles technologies en éducation sans préalablement analyser et définir leurs rôles et impacts a aussi irrité plusieurs éducateurs. Par exemple, il est très facile de voir qu'un volumineux ordinateur personnel obstrue la vue de l'étudiant vers l'avant de la classe où se place habituellement le professeur, ou que des claviers sont employés quand nous savons que la plupart des étudiants n'ont jamais dactylographié, et que les systèmes existants n'étaient pas conçus pour la mobilité. Pour ces raisons il n'est pas difficile de voir pourquoi les ordinateurs ne sont pas encore courants dans les salles de classe. Ce n'est pas parce que les professeurs n'ont pas essayé d'explorer de nouvelles stratégies et technologies; l'abondance de différents types d'ordinateurs dans les écoles et la variété de logiciels éducatifs dans les bibliothèques et dans les départements audio-visuels en est la preuve.

Malgré cela, certains systèmes informatiques existants poussent les professeurs, en classe, à utiliser des méthodes constructives et actives d'apprentissage pour livrer le contenu à tous les apprenants. Cependant, ces systèmes n'ont pas été conçus pour les auditoriums ou pour l'éducation à distance où on retrouve un grand nombre d'étudiants car ils comptent sur un équipement

unique, compliqué et coûteux. Ils sont surtout employés dans de petites salles de classe.

Par exemple, le système DISCOURSE[®] décrit par Robinson [36], requiert que chaque clavier spécialisé attaché à un écran de quatre lignes de quarante colonnes soit directement connecté à une boîte noire qui à son tour est reliée à l'ordinateur du professeur. Seules des réponses et des questions textuelles sont transmises entre le professeur et les étudiants bien que le système puisse contrôler des périphériques externes.

Un autre système, décrit par Abramson [1], est appelé COMWEB. Il a été conçu pour satisfaire les besoins des professeurs qui utilisent l'instruction interactive en groupe avec des ordinateurs. Le système permet d'émettre des images fixes et en mouvements entre des ordinateurs. Le professeur peut projeter son écran d'ordinateur sur celui d'un étudiant ou sur ceux de tous les étudiants, peut projeter un écran d'ordinateur d'un seul étudiant à tous les étudiants et peut visualiser les écrans des étudiants. Encore une fois, le système est limité en nombre d'étudiants, limité en distance et permet seulement la transmission d'écrans vidéo.

Le système LINK[®] est un autre système utilisé en réseau et permettant aux professeurs d'interagir avec des étudiants. Possédant en outre la plupart des fonctions du COMWED, ce système peut contrôler la souris d'un étudiant et son clavier. Il est aussi équipé d'un pointeur et marqueur électroniques employés par le professeur pour indiquer ou dessiner sur tous les écrans des étudiants. C'est un autre système comptant seulement sur du matériel informatique et qui intercepte tous les câbles entre les ordinateurs des étudiants, leurs souris et leurs claviers; cela signifie encore une limitation en distance.

Le Système d'Amélioration de l'Entraînement en Classe Assisté par Ordinateur (CACTIS[®]) emploie un logiciel de présentation multimédia qui est

exécuté en classe sur un ordinateur normalement relié à un système de projection. CACTIS[®] fournit à chaque étudiant un bloc de réponse portatif sans fil comme outil d'interaction éducationnel. Durant une leçon, des questions comprises dans le logiciel éducatif sont présentées par le professeur, et les étudiants répondent à celles-ci utilisant leur bloc sans fil. Un maximum de 250 claviers peuvent être reliés au même récepteur et un maximum de cinq récepteurs peuvent être combinés pour un total de 1250 étudiants. L'ordinateur fait un balayage de ces réponses et expose graphiquement les résultats compilés. Durant les tests, les étudiants peuvent entrer leurs réponses dans leur clavier qui emmagasine sécuritairement jusqu'à 950 réponses. Quand le test est complété, les claviers sont branchés à un dispositif où les réponses et le numéro d'identification des étudiants sont transférés à l'ordinateur. Bien que CACTIS[®] soit rapporté être capable de mesurer la compréhension des étudiants et leurs niveaux de rétention, l'interactivité de ce système est limitée aux questions à choix multiples et aux questions requérant un nombre comme réponse.

Rapporté par Wilson et Mosher [48], l'Apprentissage Interactif Multimédia à Distance (IMDL) est un modèle de "classe virtuelle" utilisant le système de conférence vidéo de bureau LIVE de PictureTel et prototypé par RPI et par AT&T. Parallèlement, le logiciel collaboratif PERSON TO PERSON se faisant présentement intégrer avec le système de conférence de bureau LIVE de PictureTel permettra du traitement interactif avec la conférence vidéo de bureau. Cette intégration permettra un partage d'écran, écriture au tableau, transfert de fichiers, causerie et un écritoire partagé dans un environnement de "classe virtuelle". Cependant, de l'équipement spécialisé, un réseau de communication multi-points, et des lignes de données à hautes vitesses sont requis pour les deux projets, lesquels nécessitent un système coûteux pour les institutions académiques.

Hamilton [15] décrit SLATEMATE[®] comme une technologie qui, un jour, améliorera le rôle et les responsabilités du professeur plutôt que de les obscurcir,

ainsi que l'accroissement plutôt que la diminution de l'interactivité entre le professeur et l'étudiant. Ce système permettra à un professeur de partager une feuille de papier électronique avec un ou plusieurs étudiants dans une salle de classe. Il permettra aux professeur et étudiants d'écrire en utilisant des stylos électroniques, sur la même feuille virtuellement simultanément de différents endroits dans la pièce. De plus, le professeur sera capable de sélectionner parmi les étudiants, donc pouvoir observer ainsi que de partager leur place de travail au besoin opportun. Cependant, ce système doit toujours être réalisé.

Systèmes à Stylo Électronique

En 1975, Alan Kay et ses collègues [19], au Centre de Recherche Palo Alto de Xerox, ont conçu un prototype appelé Dynabook possédant la taille et le poids d'un portefeuille exécutif, possédant un écran plat pleine page avec interface vocale et par stylet. Le Dynabook devait être opéré sensiblement de la même manière que le crayon et le papier sont employés de nos jours. Inspirés par le Dynabook, plusieurs ordinateurs bloc-notes stylo conçus aujourd'hui sont surtout utilisés pour des applications mobiles où le remplissage de formulaires est requis. La vision de Alan Kay de systèmes légers, sans clavier (ne requérant pas les habiletés d'un dactylographe) et conviviales devraient préoccuper et accroître les attentes de plusieurs personnes dans la communauté de l'éducation.

Selon Bjarin [3], le concept des stylos électroniques a capturé l'imagination de plusieurs dans l'industrie. Il a été vu comme un nouveau paradigme; il est vu comme une nouvelle plate-forme qui pourrait introduire plusieurs non-utilisateurs d'ordinateurs à l'ère des ordinateurs; et le stylo a été situé comme la manière la plus naturelle d'interagir avec un ordinateur. En fait, Dao [9] énonce qu'un stylo électronique est beaucoup plus intuitif et il est plus facile à apprendre qu'un clavier et une souris conventionnelle. Bjarin [3] a aussi indiqué qu'un tel stylo n'est nul autre que l'évolution de l'interface usager; c'est une évolution des manières que nous interagissons avec l'information; il crée de

nouvelles façons de traiter l'information et ouvre la possibilité de mettre la technologie des ordinateurs au service de plus de gens.

Depuis septembre 1989, lorsque Grid annonça le GridPad, la plupart des grandes entreprises d'équipement d'ordinateurs ont conçus des ordinateurs bloc-notes stylo. Chacun de ces produits a environ la taille d'un bloc-notes, n'a aucun clavier, permet à l'utilisateur d'écrire directement sur l'écran avec un stylo électronique, et possède un module de reconnaissance de caractères pour convertir l'écriture manuelle en caractères d'imprimerie. Un stylo électronique est normalement employé avec un écran tactile où les marques et mouvements du stylo sont enregistrés par l'ordinateur. S'il y a contact sur la surface de l'écran par le stylo, un logiciel ou le système d'exploitation de stylo peut afficher l'encre électronique comme si quelqu'un écrivait sur une feuille de papier utilisant un vrai crayon. Le stylo électronique peut aussi être employé pour sélectionner un item dans un menu comme le fait une souris en pointant et cliquant.

Pour accroître la productivité et la créativité des professeurs et des étudiants dans la salle de classe, une technologie d'entrée naturelles de données, telle qu'avec un stylo, ainsi que des produits qui rendent l'ordinateur plus facile à utiliser et qui améliorent le matériel didactique conventionnel le plus possible sont un prérequis.

Systèmes d'exploitation de Stylo

Deux types de systèmes d'exploitation de stylo existent actuellement. Le premier est un système d'exploitation conçu exclusivement pour le traitement avec stylo; il est appelé un système d'exploitation *Centré-Stylo*. Le second est un système d'exploitation déjà existant dont la fonctionnalité d'accepter l'entrée de données par stylo lui a été ajoutée; il est appelé un système d'exploitation *Conscient-Stylo*.

L'avantage principal du système d'exploitation centré-stylo est qu'il a été développé en gardant à l'esprit l'utilisation du stylo. Le système d'exploitation prend en considération le type d'écran/digitaliseur et le stylo électronique employés, et il ajuste lui-même son environnement pour en tirer le meilleur parti possible. Cependant, le désavantage principal de ce type de système d'exploitation est que les logiciels existants doivent être jetés et être réécrits du début. Par contre, un système d'exploitation conscient-stylo n'a pas ce désavantage et apporte une façon d'activer l'entrée de données par stylo dans les applications existantes. Si ces applications emploient déjà une souris, ils peuvent interagir avec un stylo sans aucune modification; cependant, des modifications majeures doivent être faites pour tirer pleinement parti des caractéristiques qu'un stylo apporte aux utilisateurs.

Qu'un système d'exploitation soit centré-stylo ou conscient-stylo, il permet aux utilisateurs d'opérer l'ordinateur avec un stylo électronique. Outre la caractéristique principale de reconnaître l'écriture, un système d'exploitation stylo a l'aptitude de comprendre les gestes que font certains utilisateurs avec leur stylo; de cette façon, les utilisateurs sont capables d'indiquer des commandes et des positions en une seule action de stylo. Un bon système d'exploitation stylo permet la création d'applications qui prolongent les techniques de l'interface usager graphique et interagissent avec l'utilisateur au niveau du "crayon-papier".

==== Partie II =====

Conception du Système



Configuration du Système

*"Il y a un art de lire ainsi
qu'un art de penser et un art d'écrire"*

Literary Character, xi
D'Israeli, Isaac
18-19ième siècle

Les Modules Fonctionnels du Système

Pour fournir une solution complète de logiciel avec de l'équipement existant et bon-marché, ClassTool a été décomposé en quatre modules groupant des problèmes de classe et fonctionnalités décrits dans le Chapitre 2. Comme démontré à la figure 2, quatre groupes chevauchent le groupe central. Cela illustre que tous les groupes puisent l'information de la matière à enseigner normalement préparée par le professeur. La présente décrit les fonctionnalités de chaque module:

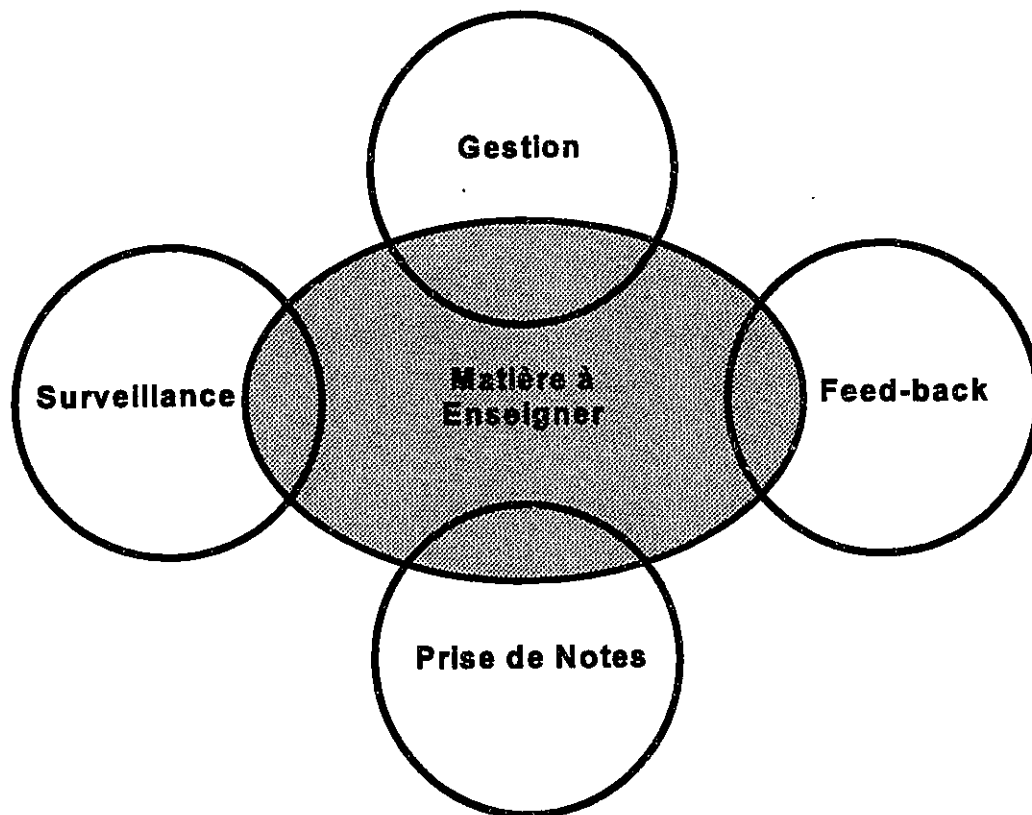


Figure 2 - Les Modules Fonctionnels de ClassTool

- a. La Matière à Enseigner. Ce module regroupe l'information qu'un professeur veut passer aux étudiants durant un exposé magistral. Il contient aussi les commandes qui informent le système de la manière à présenter la matière aux étudiants. Ce module emploie

une approche haut-bas hautement structurée pour la conception d'un cours. Il suit les méthodes de Gagné [13] et Dick et Carey [10]. Ce module est une leçon conçue avec l'Organisateur de LæProf;

- b. La Gestion. Ce module regroupe les fonctionnalités liées à la gestion éducationnelle selon D'Angelo et Lomerson [8]. Durant tout l'exposé magistral, ClassTool gère et enregistre toutes les activités survenant entre le professeur et les étudiants. Ces activités sont sauvegardées sur le disque et inclus l'heure d'accès et de déconnection au système associées avec les noms des usagés, toutes les questions avec l'heure à laquelle elles ont été posées et répondues, le temps exact passé avec un étudiant en solo, les résultats de quiz, le temps passé sur chaque transparent de la leçon, etc. Ceci sera davantage expliqué dans les prochains chapitres;
- c. Le Feed-back. Ce module regroupe les fonctionnalités traitant la communication entre le professeur et les étudiants permettant un feed-back des/aux étudiants. Ce module contient des fonctions telles que questionner/poser des questions et demander des quizzes. Ce module aide ainsi les problèmes interactifs retrouvés dans les classes comme le rapporte Doyle [11]. Ceci sera davantage expliqué dans les prochains chapitres;
- d. La Prise de Notes. Ce module regroupe les fonctionnalités liées à la prise de notes par l'étudiant. Il amène de nouveaux outils pour aider les étudiants à prendre des notes pertinentes et meilleures selon Frederick [12]. Ce module permet aux étudiants de prendre des notes n'importe quand et leur donne l'occasion d'aiguiser leurs habiletés d'écoute. Le module fournit aux étudiants des guides d'étude en "temps-réel" et demande aux étudiants de les remplir selon les lignes directrices du professeur. Il suit les suggestions de

Jensen [18], et les stratégies de Carrier [5] et McWhorter [26]. Ceci sera davantage expliqué dans les prochains chapitres; et

- e. La Surveillance. Ce module regroupe les fonctionnalités traitant le comportement des étudiants. Ce module amène des outils qui permettent au professeur de surveiller efficacement les étudiants et qui aident les étudiants à aiguïser leur attention. Le module amène une solution au problème de surveillance des étudiants rapporté par Anderson et al. [2] énoncé dans le Chapitre 2. Ceci sera davantage expliqué dans les prochains chapitres.

La Configuration pour la Salle de Classe

Pour offrir une interface plus commode qui suit les visions de Berque [4] et Mel et al. [27], le système présenté dans cette thèse est aussi basé sur les

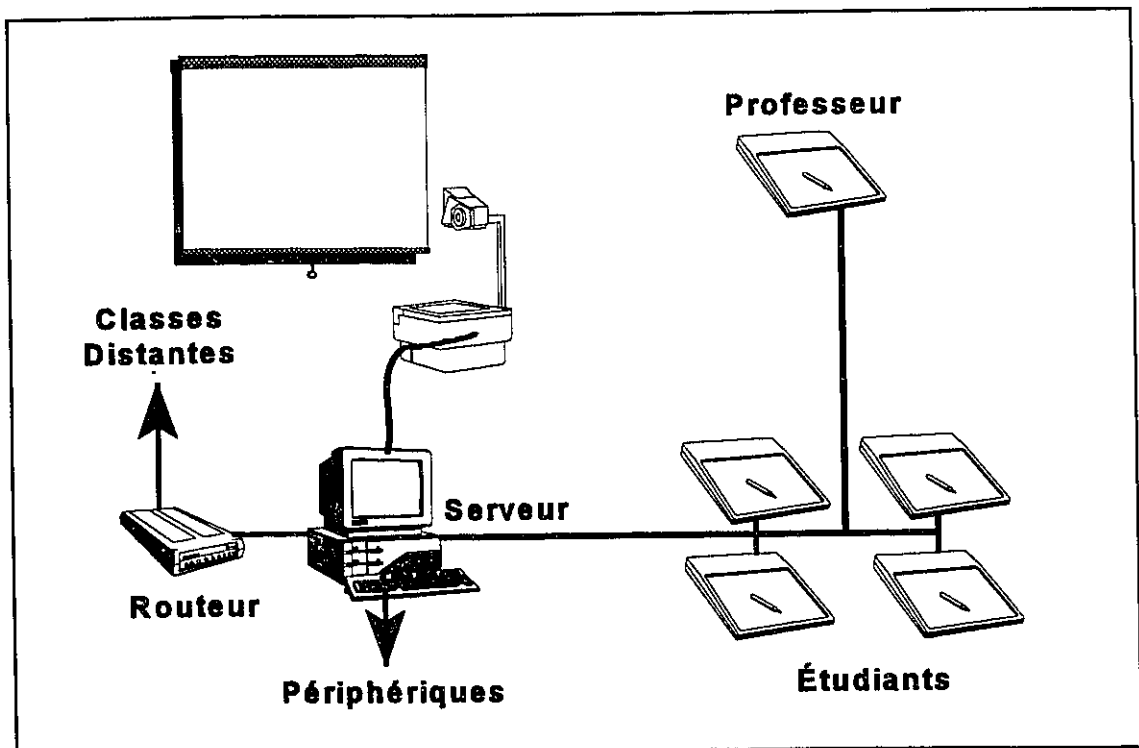


Figure 3 - La Configuration pour la Salle de Classe

ordinateurs bloc-notes stylo. Par un réseau local (LAN) installé dans une salle de classe comme le montre la figure 3, les étudiants lorsqu'ils assistent à une leçon en classe, emploient leur ordinateur bloc-notes stylo pour recevoir les transparents électroniques du professeur et peuvent annoter chaque transparent avec leurs notes personnelles. Une interaction complète entre l'ordinateur du professeur et ceux des étudiants est possible; par exemple, des quizzes peuvent être administrés discrètement par le professeur via le même réseau, en temps-réel; et, le taux de réussite des étudiants peut être affiché sur l'écran du professeur pour voir si la matière est comprise et si une correction de l'enseignement est requise.

La Configuration pour la Salle de Classe Distante

Comme illustré à la figure 4, plus d'une salle de classe peut être reliée sur le même réseau. De cette façon, les étudiants ne doivent pas obligatoirement

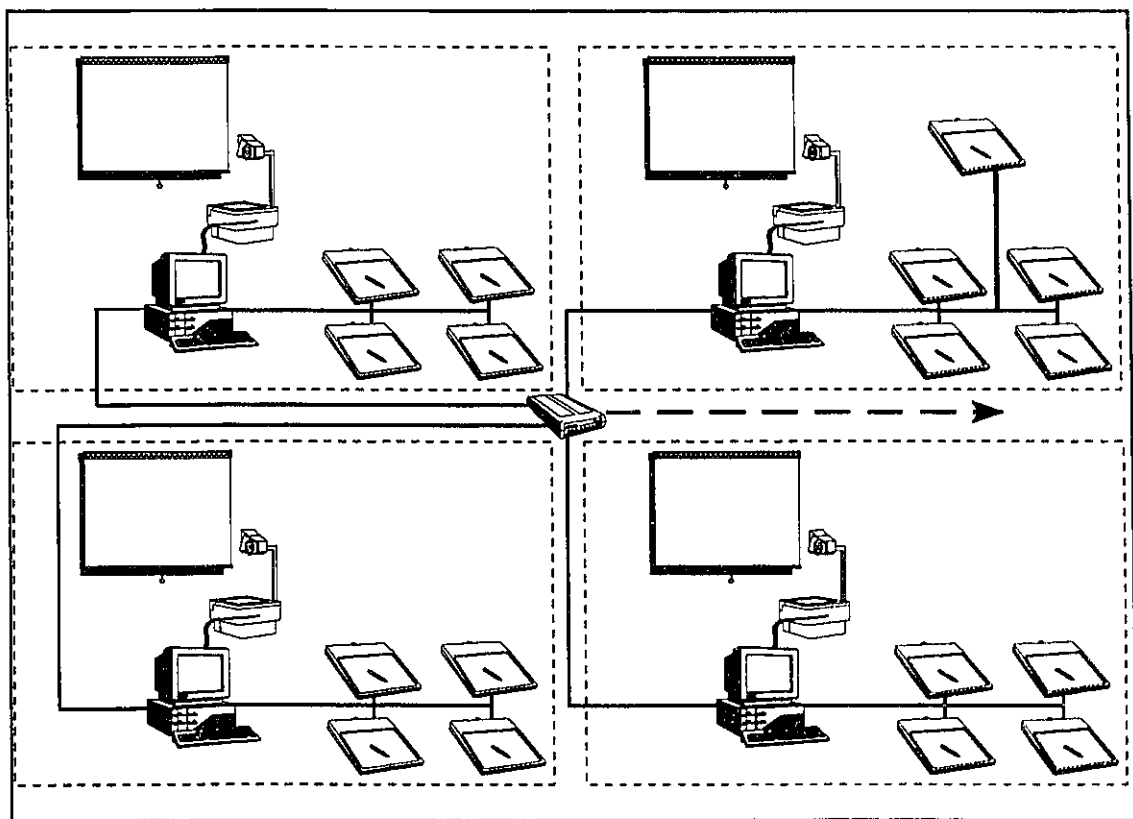


Figure 4 - La Configuration pour la Salle de Classe Distante

être assis dans la même salle de classe. Un professeur peut même enseigner à partir d'un endroit en dehors de la salle de classe principale. Dans cette configuration, l'éducation à distance est aussi possible.

La Configuration du Logiciel

Dans ce système, un des ordinateurs en classe est configuré comme le serveur contrôlant la communication entre les étudiants situés dans la classe, le professeur, les périphériques et toutes communications aux classes distantes. Seulement un ordinateur dans la totalité du réseau peut être configuré comme le professeur; tous les autres, excluant les serveurs, doivent être configurés comme étudiants. Un système de projection avec écran géant est relié à tous les ordinateurs en mode Serveur permettant aux étudiants sans ordinateur de suivre la leçon ou permettant la projection de vidéos clips. Il est aussi employé pour dissuader les étudiants de constamment regarder l'écran de leur ordinateur. Ainsi, les ordinateurs peuvent être configurés dans trois modes différents. La présente décrit le rôle de chaque mode:

- a. Le Mode Serveur. Une approche centralisée a été choisie pour rassembler aisément l'information sur les événements se produisant en classe. Il libère aussi les autres ordinateurs afin qu'ils exécutent leurs tâches propres. L'information passant sur le réseau entre l'ordinateur du professeur et ceux des étudiants est analysée par le serveur, et si une certaine action doit être prise, le serveur initiera un ordre à l'ordinateur approprié. De plus, le serveur est responsable pour la mise à jour de l'écran de projection de la classe. Dépendamment de la manière dont les professeurs conçoivent leurs leçons, cet écran peut afficher de l'information différente de celle qui est affichée sur les écrans des ordinateurs des étudiants. Cet écran joue le rôle du tableau traditionnel fournissant un point focal unique à la classe et conservent les interactions de groupe avec les pairs.

Par exemple, pointer avec un pointeur électronique est seulement permis et fait sur l'écran de projection de la classe. Les étudiants doivent donc encore regarder cet écran s'ils ne veulent pas perdre de l'information. Tous périphériques tels qu'imprimantes, unités de disque CD-ROM, cartes audio, et cartes vidéo doivent être connectés aux ordinateurs en mode Serveur. Les configurations périphériques devraient être les mêmes dans toutes les salles de classe pour conserver l'intégrité de l'exposé magistral;

- b. Le Mode Professeur. Dans ce mode, des commandes pour contrôler les autres ordinateurs sont disponibles. La leçon actuelle, affichée sur tous les ordinateurs, est contrôlée par cet ordinateur. La plupart des commandes sont initiées de l'ordinateur du professeur et transmises directement au serveur qui, à son tour, initiera la commande appropriée; cependant, si une commande doit être exécutée par tous les autres ordinateurs, la commande sera diffusée d'un seul coup et aucun relais ne sera exécuté par le serveur. Dans ce mode, un professeur peut aussi écrire des notes personnelles; et
- c. Le Mode Étudiant. Dans ce mode, l'ordinateur est surtout contrôlé par des ordres reçus du serveur ou de l'ordinateur du professeur. Cependant, les étudiants peuvent initier des questions transmises au professeur et peuvent écrire des notes personnelles.

Les Outils Logiciels

*"J'entends et j'oublie,
je vois et je me rappelle,
je fais et je comprends."*

Ancient Proverbe Chinois

Aperçu des Outils

Pour cette thèse, un ensemble de nouveaux outils logiciels a été développé pour amener une solution aux problèmes en classe décrits dans le Chapitre 2. Ces outils ont été intégrés à LæProf. Certains de ces outils sont disponibles seulement dans le mode Professeur, d'autres seulement dans le mode Étudiant, et certains outils disponibles dans tous les modes. Cette thèse fournit de nouveaux outils conçus spécialement pour la méthode active d'apprentissage et pour améliorer l'interaction en classe. Ces outils peuvent être employés autant dans une classe traditionnelle que dans un environnement d'éducation à distance. Les sections suivantes décrivent ces outils et leurs apparences à l'écran.

L'écritoire

Le logiciel proposé est basé sur la métaphore d'écritoire ou planche à pince. Comme le montre la figure 5, les ordinateurs bloc-notes stylo du professeur

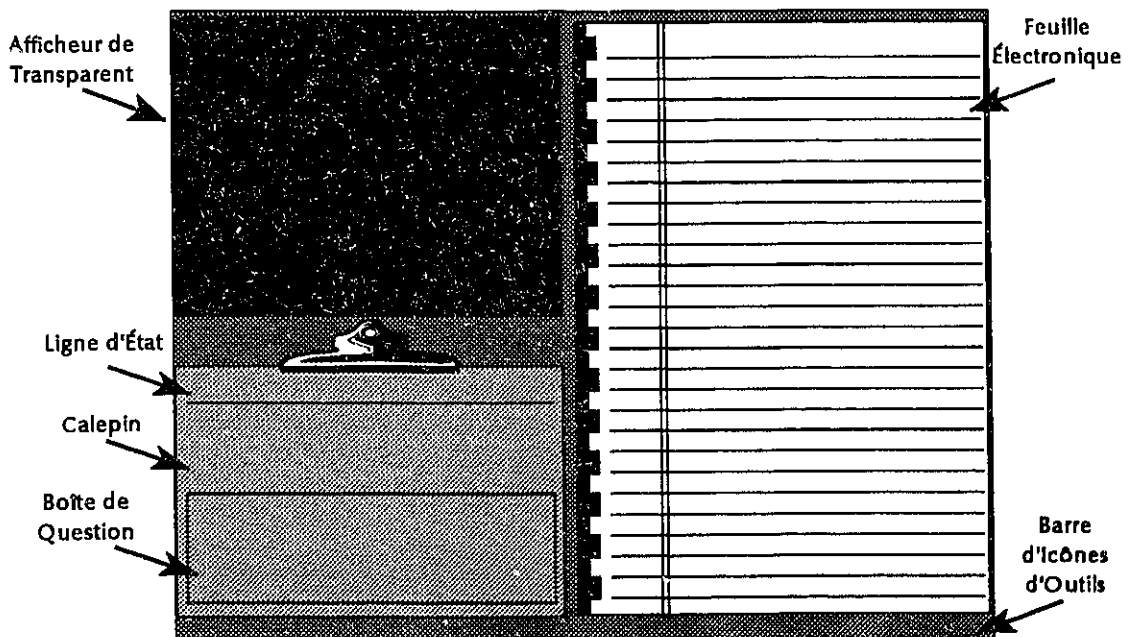


Figure 5 - L'Écritoire

et des étudiants affichent un écritoire. Dans le coin supérieur gauche, les transparents électroniques transmis par le professeur sont affichés. Dans le coin inférieur gauche, un *calepin* permet l'écriture de questions des étudiants et de réponses du professeur, et les messages internes du système d'être affichés. La totalité du côté droit révèle une *feuille électronique* pour la prise de notes. Cette "feuille de papier" peut être configurée par l'étudiant pour révéler ses préférences (i.e. lignée, bleue). Plusieurs feuilles électroniques sont disponibles aux étudiants. Le groupe de feuilles est automatiquement relié au transparent affiché sur le côté gauche. Quand le stylo électronique approche le bas de l'écran, divers icônes d'outils sont exposées et peuvent être sélectionnées.

Le Tableau Électronique Superposé

Le professeur a accès à un tableau superposé, activé par le stylo ou le clavier, pour attirer l'attention ou écrire du texte sur le transparent électronique. Toute action d'entrée de données exécutée par le professeur dans la région du transparent électronique est transmise seulement à l'ordinateur en mode

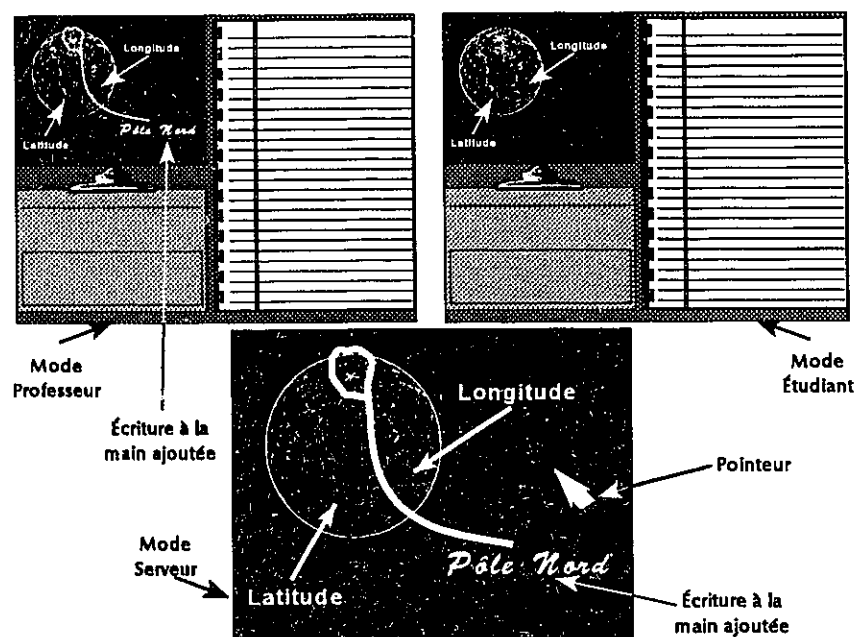


Figure 6 - Le Tableau Électronique

Serveur. Ainsi, si un professeur écrit sur le transparent avec le stylo, les marques paraîtront sur l'écran géant de la classe et non sur l'écran des ordinateurs des étudiants comme le montre la figure 6. De plus, quand le professeur déplace le stylo à proximité de l'écran de l'ordinateur, un curseur s'affiche sur l'écran géant de la classe et bouge conformément; il est employé comme pointeur pour captiver l'attention des étudiants.

L'Outil Prise de Notes

La feuille électronique affichée sur le côté droit de l'écritoire est employée pour prendre des notes personnelles. Tout caractère dactylographié sur le clavier, un mouvement de souris faite lorsque le bouton gauche est pressé, ou un mouvement de stylo faite lorsque le stylo est pressé sur l'écran fera afficher un caractère ou marque sur la feuille électronique comme le montre la figure 7. Ces

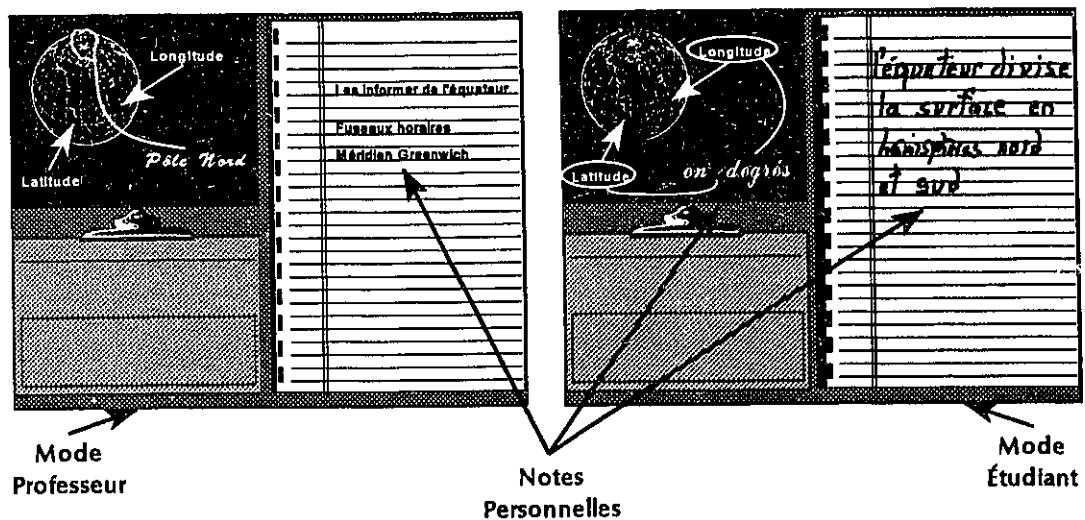


Figure 7 - L'Outil Prise de Notes

caractères et marques avec leur attribut de couleur sont reliés au transparent affiché dans le coin supérieur gauche de l'écritoire et sauvegardés sur le disque.

Ces notes sont affichées sur la feuille électronique chaque fois que le transparent correspondant est appelé et affiché.

De plus, les étudiants peuvent aussi écrire sur le transparent électronique situé dans le coin supérieur gauche de l'écrivoire. Ces marques sont aussi reliées au transparent et sauvegardées sur le disque. En mode Professeur, ces marques sont employées uniquement pour accentuer un point et ainsi ne sont pas considérées des notes personnelles et ne seront pas sauvegardées sur le disque.

Les notes sont gardées séparément des transparents de la leçon si bien qu'un professeur ou un étudiant peut revoir la leçon intégralement sans ses notes ou peut donner ses fichiers de notes à un autre étudiant qui était absent. De plus, les notes écrites à la main peuvent être traduites en caractères d'imprimerie utilisant tout logiciel commercial de reconnaissance d'écriture.

L'Outil Question/Réponse

Plutôt que de seulement lever leur bras dans un environnement normal de classe ou parler dans un microphone dans un contexte d'éducation à distance, les étudiants peuvent écrire leurs questions et les envoyer discrètement au professeur. Comme illustré à la figure 8, lorsqu'un étudiant veut poser une question, il doit en premier lieu l'écrire dans le rectangle affiché dans la partie inférieure du calepin, et doit pointer avec le stylo sur l'icône de l'outil Question située en bas de l'écran. Une question peut être écrite au stylo et/ou formée de caractères dactylographiés. Les questions sont sauvegardées sur le disque pour référence future.

C'est au professeur de décider quand les questions des étudiants doivent être répondues; elles peuvent être répondues lorsqu'elles sont demandées par le professeur, automatiquement après qu'un transparent ait été complètement

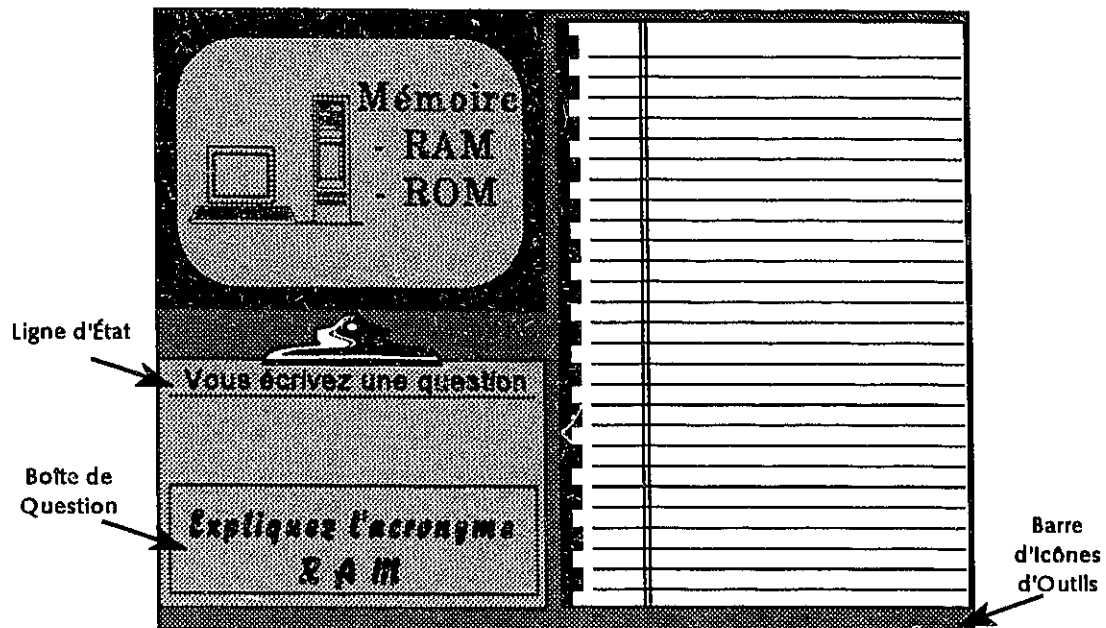


Figure 8 - L'Outil Question

expliqué, après qu'un objectif soit complété ou à la fin de la leçon. De plus, un professeur peut ne pas avoir les réponses immédiatement et peut préférer traiter les questions dans une leçon future. Lorsqu'une question est reçue sur

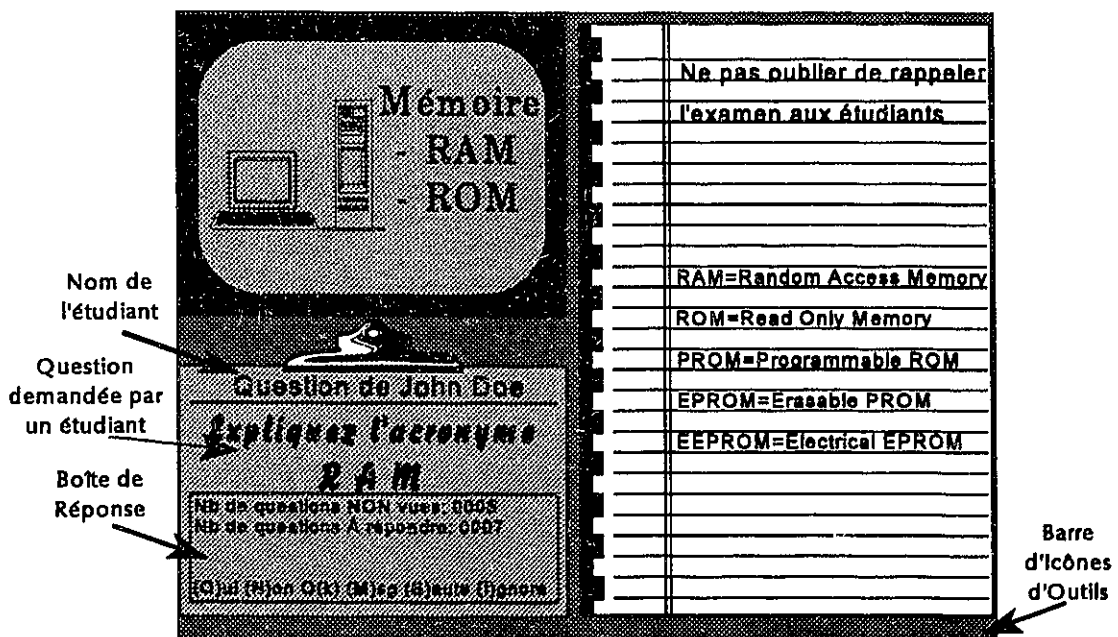


Figure 9 - L'Outil Répondre

l'ordinateur du professeur, la prochaine question disponible demandée par un étudiant et le nom de l'étudiant sont exposés dans la partie supérieure du calepin comme illustré à la figure 9. Comme les questions sont sauvegardées automatiquement sur le disque, le professeur a le choix de répondre aussitôt à une question ou ultérieurement, ou de sauter automatiquement au transparent présenté durant lequel la question avait été demandée, et répondre alors à la question verbalement. Plutôt que de sauter au transparent et si la question est appropriée, le professeur peut envoyer à l'étudiant, un "oui", un "non", ou tout autre réponse pré-définie, en pointant simplement avec le stylo sur une icône, ou peut aussi transmettre un court message.

Le nombre de questions toujours présentes dans la queue et le nombre de questions requérant encore une réponse sont illustrés dans la Boîte de Réponse. La boîte s'efface lorsque le professeur commence à écrire une réponse. Pour transmettre la réponse à l'étudiant, le professeur doit pointer avec le crayon sur l'icône appropriée situé sur la Barre d'Icônes d'Outils.

L'Outil Acétate Interactif

ClassTool aide les étudiants à prendre de meilleures annotations parce qu'il les libère pour mieux se concentrer sur le contenu de la leçon. L'outil Acétate Interactif permet à un professeur d'afficher un transparent électronique en entier sur l'écran principal de projection en avant de la classe tandis que seulement une partie de l'information est transmise aux ordinateurs bloc-notes stylo des étudiants. De cette façon, un professeur peut permettre la transmission d'information complémentaire d'un transparent en "forçant" les étudiants à écrire eux-mêmes le point principal d'un tel transparent.

Par exemple, imaginez un professeur expliquant la constante d'accélération gravitationnelle "g" de Galilée en utilisant la formule $v=v_0-gt$. Le professeur indique qu'à toute position dans l'atmosphère lorsqu'un objet tombe, la

variable "g" reste la même et est égale à la pente de la fonction. Comme l'illustre la figure 10, le transparent du professeur affiché sur l'écran principal de projection de la classe montre le graphe de la fonction avec une annotation énonçant que "g" est égal à la pente. Le point principal de ce transparent, décidé par le professeur, est que cette fonction est linéaire, et non le domaine de la fonction ni le type de ligne employé dans le tracé.

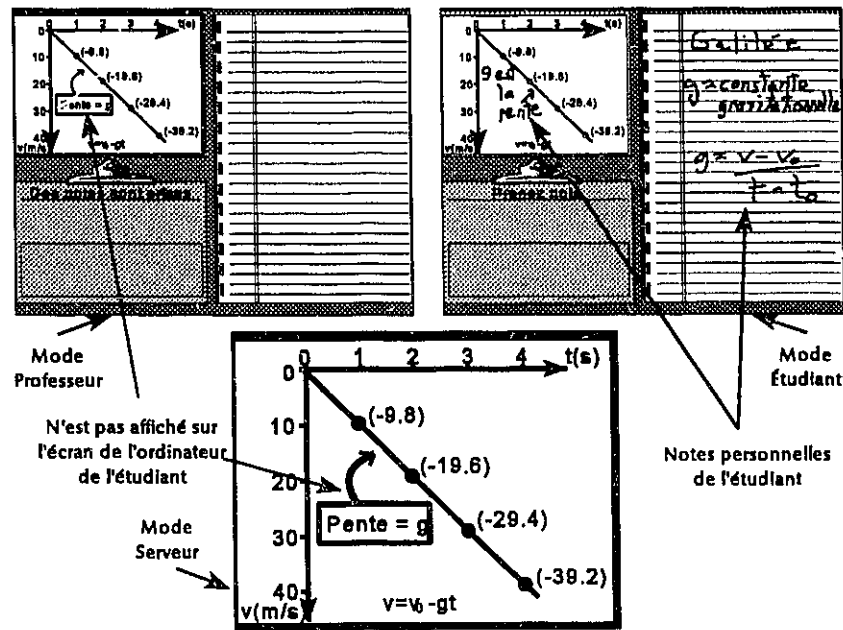


Figure 10 - L'Outil Acétate Interactif

Dans cet exemple, le tracé du graphe entier serait transmis aux étudiants, comme l'illustre la figure 10, mais l'annotation mentionnant la pente égale à la constante gravitationnelle apparaîtrait seulement sur l'écran du professeur et sur l'écran de projection de la classe. Pour se rappeler que l'outil est activé, une note est affichée sur la ligne d'état du calepin. Les étudiants devraient écrire l'annotation eux-mêmes les aidant ainsi à retenir l'information pour une période plus longue et pour aiguïser leurs habiletés d'écoute. Il exige des étudiants de regarder en avant de la classe et d'écouter le professeur étant donné que des annotations supplémentaires peuvent paraître sur l'écran de projection ou dites par le professeur; il dissuade les étudiants de constamment regarder l'écran de leur ordinateur et d'ignorer le professeur. Avec l'outil Acétate Interactif, ClassTool

fournit une autre stratégie pour la méthode active d'apprentissage, qui pourrait améliorer le potentiel d'un étudiant à la réussite.

| | | | |
|-----|---------------------------------|-------|--------------------|
| | Exemple d'un Acétate Interactif | 002mn | Affiche temps |
| 1 | 1er Objectif | 002mn | Table de matière |
| 11 | 1er Transparent | 002mn | Pas recouvrement |
| 111 | Origines du Graph | | affiche |
| 112 | Points | | affiche |
| 113 | Pente=g | | Acétate Interactif |

Figure 11 - Le Paramètre de Projection "Acétate Interactif"

Cet outil est activé par le logiciel lorsqu'il détecte le paramètre de projection de l'outil Acétate Interactif relié à un point pédagogique; il est représenté par le paramètre "Acétate Interactif" dans la figure 11. En mode Étudiant, les éléments graphiques sous-jacents à un tel point sont ignorés et ne sont pas affichés sur l'écran de l'ordinateur de l'étudiant.

L'Outil Quiz

Certains étudiants manquent de confiance en soi requise pour participer normalement à des activités de classe. Quand ils sont appelés, ils agissent comme si la question n'étaient pas dirigés vers eux et ignorent le professeur, ou ils essaient d'éviter la question en marmonnant une pseudo-réponse incohérente. L'outil Quiz a été conçu pour affronter ces problèmes.

L'outil Quiz est en fait un autre paramètre de projection relié à un point pédagogique. Durant la projection de la leçon, quand l'outil Quiz est activé, les éléments graphiques sous-jacents au point pédagogique contenant le paramètre "Quiz" sont affichés sur l'écran des ordinateurs des étudiants comme choix à sélectionner, et le nom du point, étant la question demandée, apparaît sur tous les écrans d'ordinateurs. Le premier élément sous-jacent au point est la bonne réponse; mais, peut être situé n'importe où sur le transparent électronique et peut

être formé de n'importe quel type d'élément graphique. Comme l'Organisateur n'est pas disponible en mode Étudiant, les étudiants ne peuvent pas connaître à l'avance la réponse. Un exemple du paramètre de projection "Quiz" est illustré à la figure 12; dans ce cas, la réponse est 5. Le chiffre affiché sur le côté droit du

| | | | |
|-----|----------------------------|-------|------------------|
| | Exemple d'un Quiz | 002mn | Affiche temps |
| 1 | 1er Objectif | 002mn | Table de matière |
| 11 | 1er Transparent | 002mn | Pas recouvrement |
| 111 | Triangles | | affiche |
| | équilatéral | | triangle |
| | carré | | rectangle |
| | rectangle | | triangle |
| | cercle | | ellipse |
| | scalène | | triangle |
| 112 | Quel triangle est scalène? | Quiz | (9) |
| | 5 | | texte normal |
| | 1 | | texte normal |
| | 2 | | texte normal |
| | 3 | | texte normal |
| | 4 | | texte normal |

Figure 12 - Le Paramètre de Projection "Quiz"

paramètre de projection est l'intervalle de temps en seconde alloué pour répondre à la question; neuf dans cet exemple.

Durant l'intervalle de temps fixé par le professeur, les étudiants doivent pointer avec le stylo sur la bonne réponse. Les secondes sont décrémenteés et affichées sur l'écran des ordinateurs des étudiants. Aussi, durant l'intervalle de temps, une note informe les étudiants du quiz et un curseur en forme de fine croix apparaît. Les étudiants doivent sélectionner la bonne réponse, dans l'intervalle de temps, pour recevoir une note sur la ligne d'état les informant du bon choix; autrement le nom de l'élément graphique de la bonne réponse est affiché. Un exemple est illustré à la figure 13.

Le temps expiré, le professeur est automatiquement informé, sur son ordinateur, du pourcentage de bonnes et mauvaises réponses et le pourcentage d'étudiants qui n'ont pas répondu à la question. La ligne "Ignorée" représente le pourcentage d'étudiants qui n'avaient pas pointé sur l'écran avec leur stylo durant l'intervalle de temps. Le professeur est aussi informé du nombre d'étudiants dans

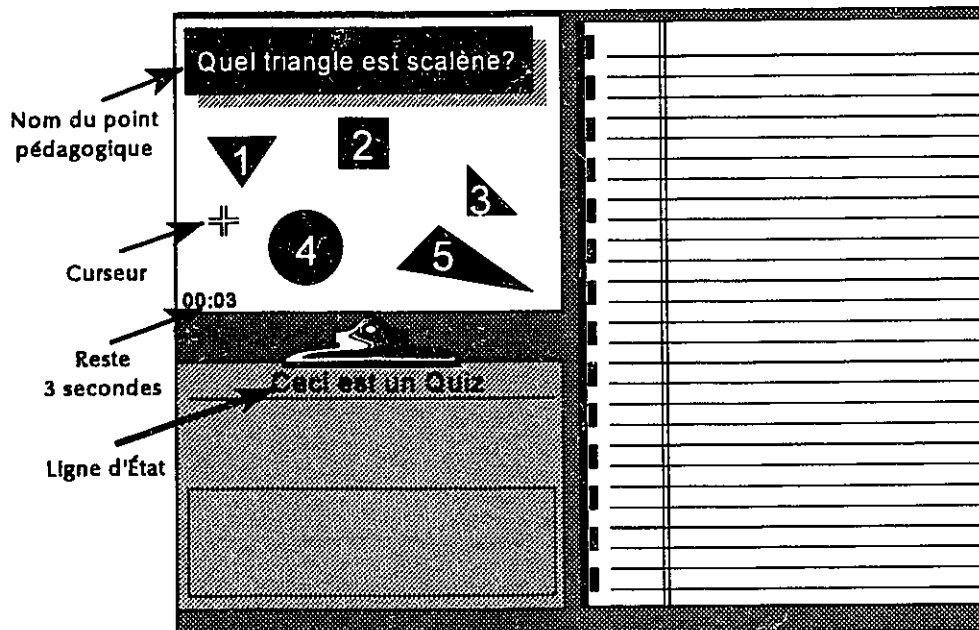


Figure 13 - L'Outil Quiz en Mode Étudiant

la classe et de la bonne réponse; ceci est illustré à la figure 14. De ces statistiques, un professeur peut changer sa stratégie d'enseignement ou peut renforcer un concept. De plus, les professeurs peuvent aussi bien employer cet outil pour évaluer la connaissance des étudiants sur certains points avant de

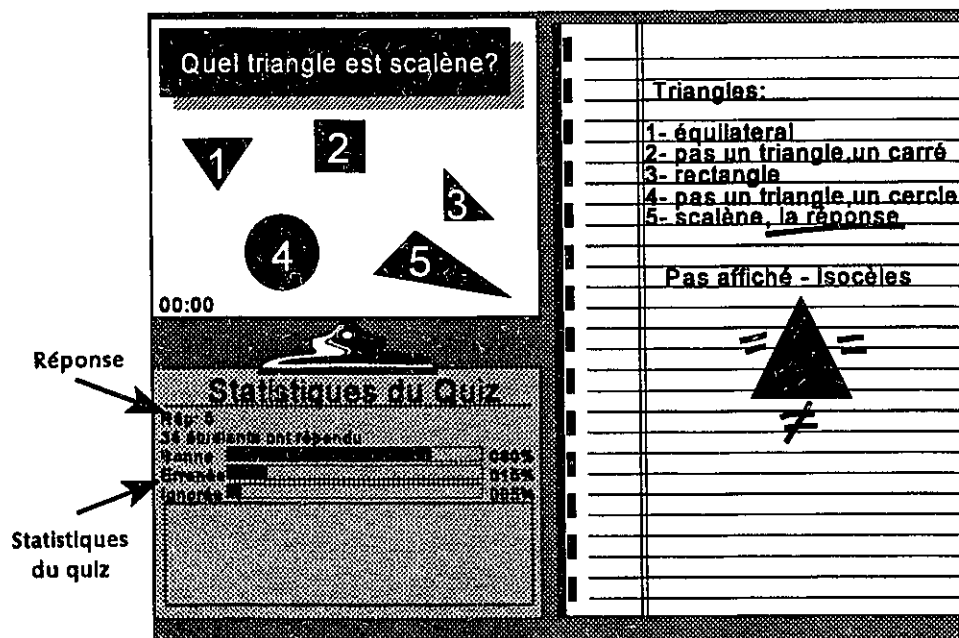


Figure 14 - L'Outil Quiz en Mode Professeur

réellement les enseigner (question telle que "Selon vous, combien d'os constituent le corps humain?"). De cette façon, l'outil Quiz permet au professeur d'estimer la connaissance de base pertinente des étudiants.

L'outil Quiz permet aussi aux étudiants de répondre aux questions anonymement et de fournir au professeur un feed-back immédiat sur les procédés d'apprentissage des étudiants renforçant ainsi sa méthode d'adaptation d'enseignement. Je crois que si cet outil est employé, la participation en classe accroîtra, et le temps requis par les professeurs pour réaliser que les étudiants n'ont pas saisi un point essentiel d'une leçon diminuera. C'est surtout bénéfique en éducation à distance où le contact visuel direct est presque impossible.

Les questions de la leçon, les réponses correctes et les réponses de l'étudiant sont sauvegardées sur le disque de l'ordinateur de l'étudiant. Ultérieurement, si un étudiant veut étudier la matière, cette information est disponible. Parallèlement, les statistiques rassemblées à partir des questions sont sauvegardées sur le disque de l'ordinateur du professeur et peuvent être analysées par le professeur pour modifier des leçons futures.

L'Outil Surveillance

Avec l'outil Surveillance, un professeur de n'importe où dans la totalité des salles de classe impliquées, est capable d'obtenir un cliché de tout écran d'ordinateur d'un étudiant et de l'afficher sur son écran d'ordinateur avec le nom de l'étudiant correspondant. L'écran de l'ordinateur du professeur peut aussi être rafraîchi avec de l'information à jour de l'étudiant à interval pré-défini. De cette façon, il est possible de voir si un étudiant a commencé un exercice donné ou est collé sur un problème illustré par un écran vide.

Cet outil est activé lorsque le professeur pointe avec le stylo sur l'icône de l'outil Surveillance située sur la Barre d'Icônes d'Outils. Chaque fois que le

professeur invoque l'outil, le prochain étudiant disponible est sélectionné, et l'écran de l'ordinateur de l'étudiant est transmise pour être affichée sur l'écran de l'ordinateur du professeur. Un exemple est illustré à la figure 15.

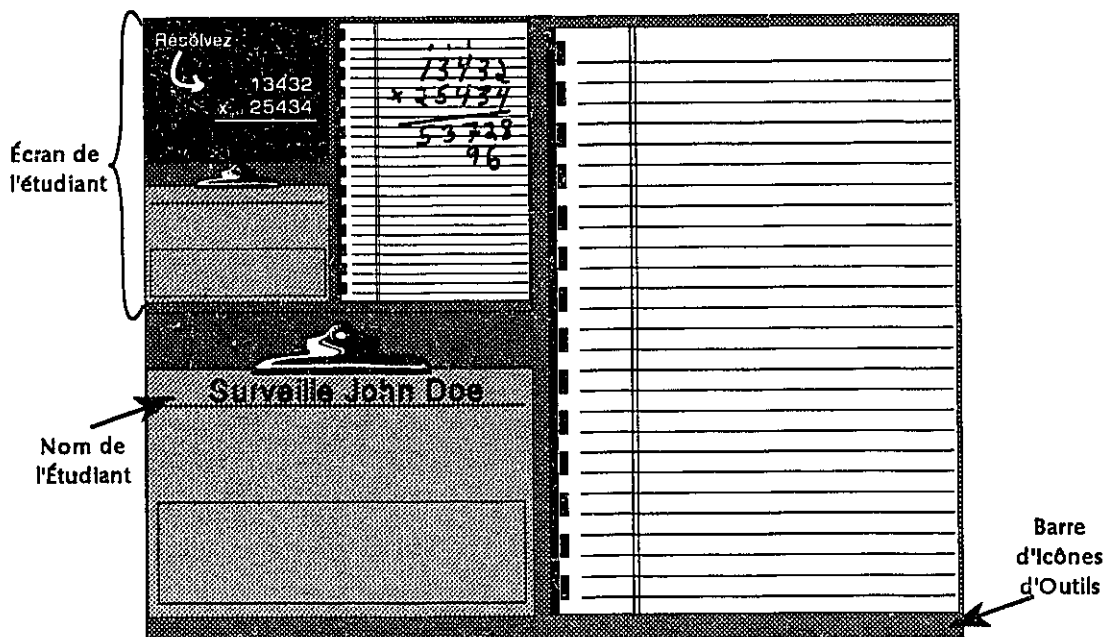


Figure 15 - L'Outil Surveillance

L'Outil Tête-à-Tête

L'outil Tête-à-Tête est une extension de l'outil Surveillance. Un professeur peut entrer en communication avec tout étudiant personnellement. Toute marque de stylo faite par l'étudiant sur le transparent électronique est transmise à l'ordinateur du professeur; cela signifie que le transparent affiché sur l'ordinateur de l'étudiant sélectionné et l'écran de l'ordinateur du professeur sont synchronisés et sont identiques aussi longtemps que le professeur ne désactive pas l'outil.

Pendant la surveillance d'un écran de l'ordinateur d'un étudiant spécifique, un professeur peut décider de transmettre ses marques de stylo à l'ordinateur de

l'étudiant. Disons par exemple qu'un étudiant devait encercler des clauses d'adjectif dans des phrases anglaises, il avait commencé mais s'est arrêté à une phrase spécifique comme le montre la figure 16. Le professeur peut aider

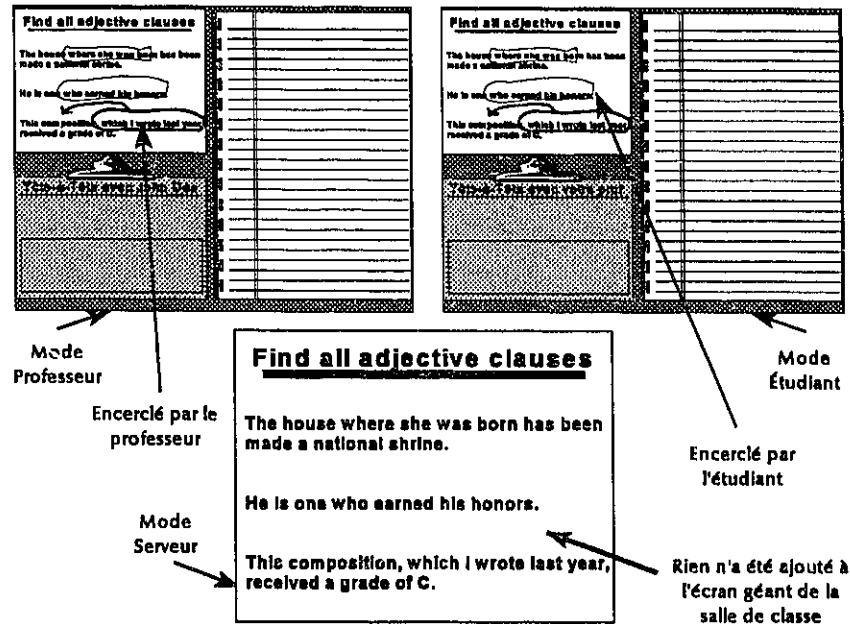


Figure 16 - L'Outil Tête-à-Tête

l'étudiant en envoyant certains indices ou en complétant l'exercice. Pour éviter de tout donner, toutes les marques écrites par le professeur sont enlevées, permettant à l'étudiant de récrire l'information lui-même. Seulement les événements des dispositifs d'entrées de données survenant sur le transparent électronique (et non sur la feuille électronique ni sur le calepin) sont échangés entre le professeur et l'étudiant choisi.

Cet outil est activé en pointant avec le stylo sur l'icône de l'outil Tête-à-Tête située sur la Barre d'Icônes d'Outils. Une requête pour surveiller un étudiant doit avoir été initiée auparavant étant donné que la séance privée est engagée avec l'étudiant actuellement surveillé. L'outil Tête-à-Tête est désactivé lorsque le professeur pointe avec son stylo sur l'icône de l'outil pour une deuxième fois. Pointer de nouveau avec le stylo sur l'icône réactive une séance Tête-à-Tête avec le même étudiant. Quand cet outil est désactivé, le transparent électronique

sur les écrans des ordinateurs du professeur et de l'étudiant est rafraîchi selon ce qu'il affichait avant l'initiation de la séance.

Intégration Logicielle

"Mon père a travaillé pour la même firme pendant 12 années. Ils l'ont renvoyé. Ils l'ont remplacé par un gadget minuscule grand comme ça qui fait tout ce que mon père fait seulement il le fait beaucoup mieux. Ce qui est déprimant est que ma mère est parti à la course en acheter un."

Woody Allen

Partie III

Implantation

Les Environnements d'Utilisation du Système

ClassTool a été implanté pour la salle de classe; cependant, il a été conçu avec une vue plus globale. Du système de classe implanté pour cette

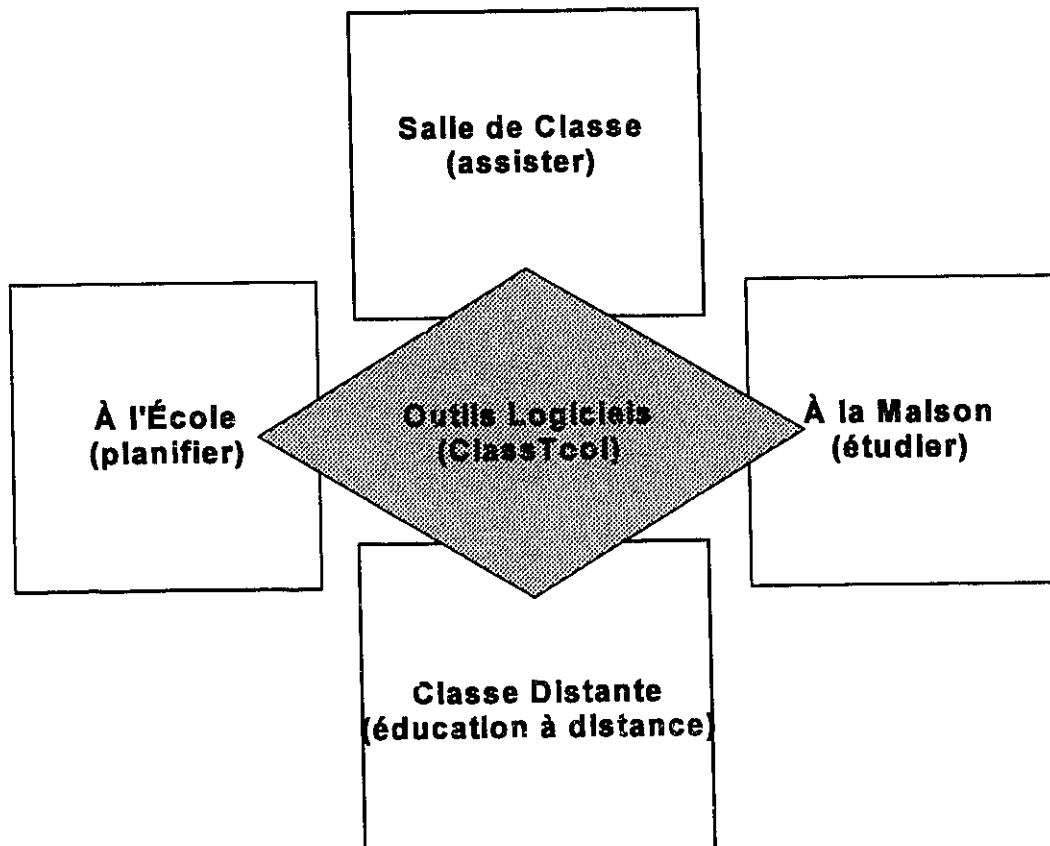


Figure 17 - Les Environnements d'Utilisation du Système

thèse, un système plus global peut être réalisé. Comme illustré à la figure 17, ClassTool peut être employé dans les environnements suivants:

- a. dans une salle de classe: Pendant un exposé magistral, les étudiants emploient leur ordinateur bloc-notes stylo pour recevoir des données envoyées par le professeur. Une interaction complète est réalisée via un ensemble de commandes initiées par soit le

professeur ou soit un des étudiants. Des notes personnelles peuvent être écrites sur les ordinateurs pour annoter les transparents électroniques du professeur;

- b. dans des classes distantes: Les étudiants peuvent assister aux exposés magistraux dans des classes distantes et bénéficier des mêmes outils employés par les étudiants situés dans la classe principale;
- c. à école: À différents endroits dans l'école, des émetteurs peuvent être installés pour transmettre aux ordinateurs bloc-notes stylo des étudiants toute information pertinente (tel que le menu du jour de la cafétéria). Les étudiants peuvent s'envoyer du courrier électronique entre eux. Un horaire personnalisé indiquant aux étudiants les cours auxquels assister peut être installé sur leurs ordinateurs au début du semestre. Un agenda peut être installé sur les ordinateur bloc-notes stylo des étudiants pouvant interagir avec leur horaire de cours et pouvant entraîner les étudiants à organiser leur temps. Ils peuvent aussi employer tout logiciel installé sur leurs ordinateurs; et
- d. à la maison: Après l'école, généralement les étudiants étudient leurs leçons apprises durant le jour. Utilisant un module tutoriel, les étudiants peuvent être guidés à étudier des sujets selon leurs facultés et leurs habitudes d'apprentissage; le système peut aussi être employé pour analyser le niveau d'apprentissage des étudiants. Outre réviser la matière de cours, les étudiants peuvent utiliser leurs ordinateurs pour faire des devoirs. De telles fonctions et leurs résultats pourraient être importants aux étudiants et professeurs pour les aider à performer efficacement dans leurs rôles et environnements respectifs.

Les Composants du Système

ClassTool fonctionne avec tout ordinateur compatible PC équipé d'une souris et d'une carte graphique Super VGA (640 pixels de large x 480 pixels de haut avec 256 couleurs simultanément) suivant la norme VESA; cependant, pour tirer pleinement parti de ClassTool, les ordinateurs des étudiants et du professeur devraient être des bloc-notes utilisant un stylo et fonctionnant avec des batteries pour faciliter la prise de notes et la portabilité. Les ordinateurs bloc-notes stylo doivent être équipés d'une fente PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) permettant une carte d'interface de réseau (NIC) Ethernet d'être connectée.

Une carte Ethernet avec un pilote de paquet compatible avec PC/TCP V1.09 doivent être installés dans l'ordinateur. Si des cartes Ethernet sans fil sont employées, les ordinateurs pourront être déplacés n'importe où dans la salle de classe sans troubler qui que ce soit et sans déconnecter les liens de communication.

L'ordinateur configuré en mode Serveur peut être tout PC équipé d'une carte Ethernet et d'un pilote de paquet compatible PC/TCP V1.09. Un système de projection avec écran géant, capable de projeter du graphique Super VGA, doit aussi être relié à l'ordinateur du serveur. Si une communication sans fil est employée, un module d'accès de lien à fréquence radio (RF) ou infrarouge (IR) doit être relié à l'ordinateur du serveur permettant une communication duplex à haute vitesse parmi les étudiants, le professeur et le serveur. Tous les périphériques tels qu'imprimantes, lecteurs CD-ROM, cartes audio, cartes vidéo, etc. doivent être reliés à l'ordinateur du serveur; ils sont optionnels.

Pour ce système, les ordinateurs sont attachés entre eux par câbles Épais, Minces ou Torsadés formant un réseau local (LAN) Ethernet. Les

concentrateurs, reliés à un bus central, peuvent être employés dans des salles de classe d'une institution académique si des classes multiples sont requises pour accueillir tous les étudiants.

L'Intégration dans LæProf

LæProf a été implanté pour intégrer tous les outils dans un même programme; l'Organisateur, l'Éditeur et le Projecteur résident tous dans le même programme. Les outils logiciels développés pour cette thèse devaient être intégrés dans LæProf pour conserver la même philosophie. Plutôt que d'avoir trois programmes différents, ClassTool incorpore les modes Serveur, Étudiant et Professeur. Il peut même être employé en mode Local qui est en fait LæProf comme il était avant cette thèse. Les outils logiciels ont été développés avec Borland Pascal V7.0.

Pour intégrer les outils logiciels dans LæProf, cinq unités Borland Pascal

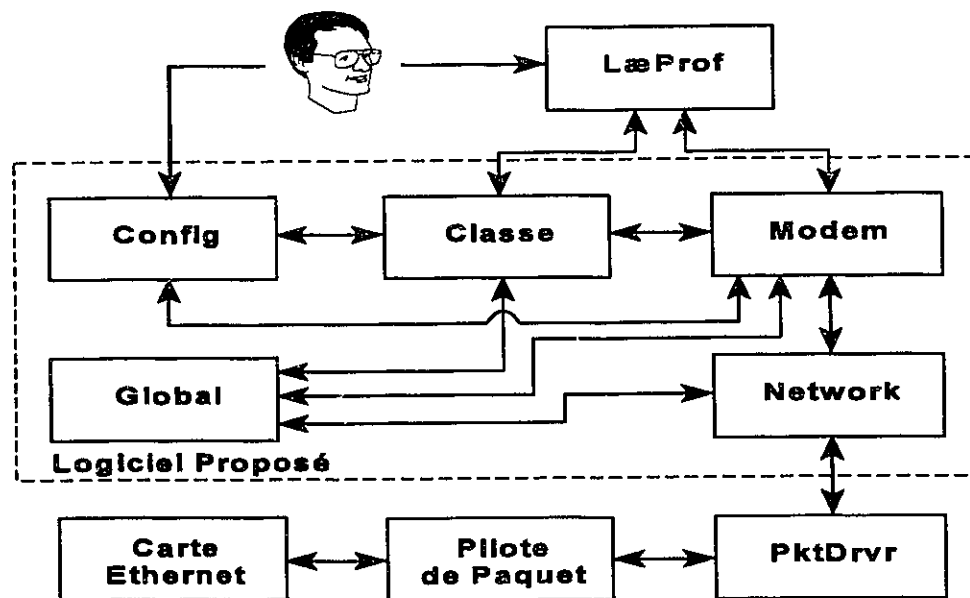


Figure 18 - Inter-Relations des Unités du Système

ont été développées comme le montre la figure 18. Le programme principal de LæProf est responsable de sélectionner les bonnes procédures selon les fonctions de paramètre de projection (effets visuels) attachées aux points pédagogiques. Il est aussi composé de procédures responsables du tableau électronique, et il contrôle le flot de la leçon dans le module Projecteur en permettant au professeur d'interagir avec des dispositifs différents d'entrée de données. Le programme principal devait être ajusté pour traiter les nouvelles unités. L'appendice B décrit les fonctions et procédures présentes dans ces unités. La présente décrit brièvement les unités:

- Config: cette unité incorpore des variables définies par l'utilisateur pour personnaliser le logiciel. Elle est utilisée par les unités Modem et Classe;
- Global: cette unité contient les variables globales employées par les autres unités;
- Modem: cette unité permet au système en entier (LæProf et ClassTool) d'interagir avec l'unité Network sans devoir modifier le code source de LæProf;
- PktDrvr: cette unité du domaine publique développée par Oliver Rehmman permet à d'autres unités d'interagir avec un pilote de paquet PC/TCP V1.09. Avec cette interface, les unités ont la possibilité d'envoyer des paquets sur un réseau Ethernet;
- Network: cette unité, étroitement liée à l'unité PktDrvr, contient les variables, fonctions et procédures responsables pour initier un accès au réseau, envoyer et recevoir des cadres Ethernet et terminer un raccordement au réseau; et

Classe: cette unité contient les variables, fonctions et procédures requises pour réaliser les paramètres de projection et les outils logiciel proposés.

Pilote de Paquet PC/TCP

Un pilote de paquet fournit une interface de programmation commune et simple permettant à plusieurs applications de partager une interface NIC à la couche Lien de Données. Le pilote de paquet fournit des appels pour initier l'accès à un type spécifique de paquet, à terminer un accès avec lui, à envoyer un paquet et obtenir des statistiques et information sur l'interface NIC. Le pilote de paquet est chargé en mémoire lors de l'initialisation de l'ordinateur. Le pilote de paquet est invoqué via une interruption logicielle. ClassTool suit la spécification de pilote de paquet PC/TCP version 1.09 de FTP Software, Incorporated. Cependant, les applications logicielles et les kits de développeur de FTP qui sont compatibles avec le pilote de paquet sont codés en Microsoft C et en Assembleur. Borland Pascal V7.0 était employé pour implanter ClassTool. Pour interfacier avec le pilote de paquet de FTP, l'interface PktDrv V1.0, écrit par Oliver Rehmann et donné au domaine public, a été utilisé. PktDrv est une unité Borland Pascal V7.0 qui fournit un interface orienté-objet pour pilotes de paquet suivant les spécifications PC/TCP V1.09.

Le pilote de paquet PC/TCP est invoqué via une interruption logicielle dans la gamme de 60h à 80h. Le gestionnaire de l'interruption assume qu'il commence avec trois octets de code exécutable. Pour trouver l'interruption employée par le pilote, l'unité PktDrv doit balayer les gestionnaires entre les vecteurs 60h à 80h jusqu'à ce qu'elle en trouve un avec le texte "PKT<espace>DRVR" terminant avec un NULL dans le 12 octets suivant immédiatement le point d'entrée.

Le Champ Type du Cadre Ethernet

La spécification d'Ethernet Version 1.0 a été publiée (The Blue Book Ethernet) en 1980 par DEC, Intel et Xerox (DIX). Deux ans plus tard, DIX a publié la version 2.0 d'Ethernet. Un autre trois ans s'est écoulé avant que IEEE précise le protocole 802.3. Les cadres Ethernet et IEEE 802.3 diffèrent par le champ du type. Ethernet définit des types propriétaires différents dans ce champ tandis que IEEE 802.3 l'emploie comme un champ de longueur définissant le nombre d'octets contenus dans le champ des données.

Pour être capable d'employer ClassTool sur un réseau existant où une circulation de paquets de tous types est possible, ClassTool emploie un type spécifique qui est FACEh; ce nombre est configurable. En utilisant un type unique, le logiciel ne requiert pas de vérifier le contenu entier d'un paquet pour l'accepter. Seulement le champ du type est vérifié et les paquets utilisant un type différent de FACEh sont ignorés. De cette façon, les ordinateurs utilisant des applications différentes de réseau peuvent co-exister sur le même fil physique. Cependant, pour éviter tout conflit avec de futurs systèmes et si ClassTool est accepté et employé dans le monde entier, le type FACEh devrait être enregistré officiellement pour garder son authenticité. Le format du cadre Ethernet employé par ClassTool est illustré à la figure 19.

| Préambule | Adresse Physique de Destination | Adresse Physique de Source | Type du Cadre | Données du Cadre | FCS |
|-----------|---------------------------------|----------------------------|---------------|------------------|---------|
| 64 bits | 48 bits | 48 bits | 16 bits | 368-12K bits | 32 bits |

Figure 19 - Format du Cadre Ethernet

Le champ *Préambule* contient aussi un champ *SFD* (Start Frame Delimiter). Ils sont employés pour la synchronisation de tous les récepteurs. Le préambule doit être égal à 10101010b et le SFD égal à 10101011b. Ce champ est traité par la carte d'interface de réseau (NIC).

L'*Adresse Physique de Destination* est l'adresse du récepteur contenue sur son interface NIC et l'*Adresse Physique de Source* est l'adresse de l'originateur. Elles sont appelées Adresses Matérielles ou Physiques Ethernet. Elles sont uniques. Les trois premiers octets d'une adresse Ethernet identifient le fabricant de l'interface NIC, et les trois derniers octets sont choisis par le fabricant. Une adresse de destination égale à FFFFFFFh indique un cadre d'émission qui est adressé à toutes les interfaces NIC configurés pour recevoir ce type de cadre.

Si la valeur du champ *Type du Cadre* est plus petite que 5EFh, le cadre suit la norme IEEE 802.3, et la valeur retrouvée représente le nombre d'octets (la longueur) du champ *Données du Cadre*. Si la valeur du champ *Type du Cadre* est plus grande que 5EEh, c'est donc un cadre Ethernet; la longueur n'est plus valide mais représente plutôt un type (voir l'Appendice C). Pour ClassTool, ce champ est toujours égal à FACEh.

Le champ *Données du Cadre* contient les données à transmettre ou à recevoir. Selon les spécifications Ethernet, ce champ doit tenir au moins 46 octets de données; sinon, un rembourrage est requis. La longueur maximale de données est de 1500 octets. Pour ClassTool, une structure de données a été conçu pour remplir ce champ et peut être consulté à l'Appendice A.

Le champ *FCS* est un CRC (Cyclic Redundancy Checksum) employé pour la détection et la correction d'erreur du cadre. Ce champ est traité par l'interface NIC.

Le Système d'Exploitation de Stylo Choisi

Parce que ClassTool a été conçu autour de LæProf, un système d'exploitation de stylo fonctionnant sous DOS était requis. De plus, un système d'exploitation *conscient-stylo* était préférable sur tout système d'exploitation *centré-*

stylo. Un système d'exploitation conscient-stylo fournira un moyen pour permettre l'entrée de données par stylo à LæProf sans le récrire du tout début. En fait, seulement un pilote de stylo est requis pour permettre l'entrée de données par stylo; mais, aucun n'est actuellement disponible sur le marché. Les pilotes de stylo viennent toujours accompagnés d'un système d'exploitation de stylo.

Par exemple, PenDOS™ de CIC est une extension du système d'exploitation DOS qui fournit une solution pour permettre l'entrée de données par stylo à LæProf. Il est présentement le seul système d'exploitation de stylo sous DOS compatible avec l'équipement utilisé pour développer ce projet. PenDOS™ ouvre aussi de nouvelles possibilités telles que la reconnaissance d'écriture multilingue, la vérification de signature, la conception graphique et l'annotation de leçons. En plus de l'émulation de souris et de l'entrée de texte, les marques gestuelles conçues dans PenDOS™ peuvent invoquer des fonctions telles que couper, copier ou effacer une superficie surlignée, tandis qu'un Éditeur Spécial de Macro Gestuelle permet aux usagers d'associer des marques gestuelles à des fonctions différentes ou à des frappes du clavier. Pour permettre l'entrée de texte et de touches spéciales, un "clavier logiciel" est aussi fourni. De plus, cette extension de DOS utilise seulement 50 kilo-octets de mémoire conventionnelle laissant la place pour développer des leçons dans LæProf.

Malencontreusement, PenDOS™ n'est pas complètement compatible avec la souris, et ne fonctionne pas correctement dans le mode graphique SVGA suivant la norme VESA. Pour tirer pleinement parti de ce système d'exploitation de stylo, tel qu'accéder au module de reconnaissance d'écriture, des modifications majeures sont requises.



Implantation des Outils Logiciels

*" 'Qu'est l'utilité d'un livre',
pense Alice, 'sans figure
ou conversation?' "*

Lewis Carroll
Les Aventures d'Alice aux Pays des Merveilles

L'Outil Accès

ClassTool suppose que l'ordinateur du serveur de la salle de classe fonctionne constamment et est prêt à se faire accéder en tout temps par le professeur et les étudiants. Quand un ordinateur exécute le programme principal, l'Unité Classe envoie automatiquement une émission de paquet pour essayer d'accéder le serveur; l'ordinateur du serveur reconnaît le paquet et le traite. Si des étudiants étaient déjà raccordés lorsqu'une demande d'un professeur pour se raccorder est initiée, les ordinateurs des étudiants intercepteront l'adresse de source pour mettre à jour leur adresse du professeur interne requise par d'autres outils. Parallèlement, tout paquet d'accès au système transmis par un retardataire sera intercepté par l'ordinateur du professeur pour afficher le nom de l'étudiant sur l'écran de ordinateur du professeur. Le format du cadre Ethernet employé par les ordinateurs pour se raccorder est illustré à la figure 20, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nb Total de PC | Mode LæProf | Surnom |
|------------------------|----------------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------|------------|
| FFFFFF | Adresse du NIC Originateur | FACEh | Integer Logl=590 | Integer | Byte | String[37] |

Figure 20 - Format du Cadre d'Accès au Système

Lorsqu'un ordinateur se raccorde, le code pour un accès est mis dans le champ *Code de Fonction*, le champ *Mode LæProf* est soit égal à 1 si l'ordinateur est en mode Professeur ou soit égal à 2 s'il est en mode Étudiant, et le champ *Surnom* est rempli avec le nom de l'utilisateur retrouvé dans le fichier de configuration. Le champ *Nb Total de PC* n'est pas employé pour le moment.

Lorsque l'ordinateur du serveur reçoit ce type de cadre, il vérifie si l'ordinateur demandant n'est pas déjà raccordé en regardant dans une liste liée interne; sinon, le serveur ajoute l'adresse de l'ordinateur demandant dans la liste

et envoie à l'originateur le paquet comme accusé de réception. Cependant, avant d'envoyer le cadre, l'Unité Classe met à jour le champ *Mode LæProf* avec une valeur égale à zéro, remplit le champ *Nb Total de PC* avec le nombre d'ordinateurs actuellement raccordés et enfin, remplit le champ *Surnom* avec une chaîne de caractères nulle. Si une demande d'accès est faite par un étudiant lorsque le professeur est déjà raccordé (un retardataire), le champ *Surnom* contiendra l'adresse physique de l'ordinateur du professeur. Le format du cadre Ethernet envoyé par l'ordinateur du serveur à tout autre ordinateur demandant de se raccorder est illustré à la figure 21, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nb Total de PC | Mode LæProf | Surnom |
|--------------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------------|-------------|------------------------------|
| Adresse de l'Originateur | Adresse du Serveur | FACEh | Integer Logi=590 | Integer | 0 | " ou l'Adresse du Professeur |

Figure 21 - Format du Cadre d'un Accusé de Réception d'un Accès

Quand l'originateur reçoit l'accusé de réception, un message indiquant son surnom et le nombre d'utilisateurs actuellement sur le réseau est affiché sur son écran d'ordinateur.

Le flot de données survenant durant un accès au système est illustré à la figure 22.

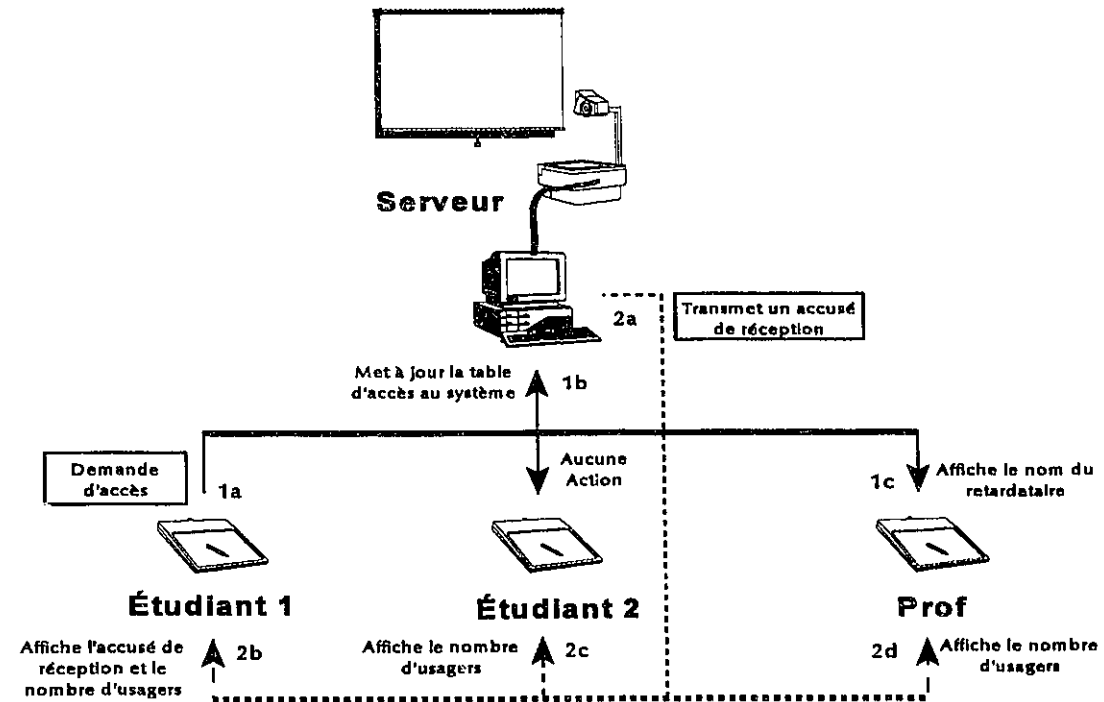


Figure 22 - Flot de Données d'un Accès au Système

L'Outil de Contrôle des Ordinateurs des Étudiants

D'autres outils de gestion de classe sont disponibles au professeur. Un professeur peut forcer l'attention des étudiants en éteignant ou allumant les écrans de leur ordinateur, peut empêcher ou permettre la prise de notes, et peut permettre ou interdire la transmission de questions électroniques. Ces fonctions sont déclenchées par le professeur en pointant avec le stylo sur l'icône appropriée. Le format du cadre Ethernet employé pour contrôler les ordinateurs des étudiants est illustré à la figure 23, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | État de Contrôle |
|------------------------|----------------------|---------------|---------------------|------------------|
| FFFFFF | Adresse du Professor | FACEh | Integer CtrE=516 | Byte |

Figure 23 - Format du Cadre de Contrôle des Ordinateurs des Étudiants

Le champ *État de Contrôle* contient la valeur zéro pour changer entre allumer et éteindre l'écran des ordinateurs des étudiants, il contient la valeur un pour changer l'état de prise de notes, et contient la valeur deux pour changer le mode de question. Une note appropriée informant le nouvel état est affichée sur l'écran des étudiants. Le serveur ignore ce type de paquet. Le flot de données survenant durant un contrôle des ordinateurs des étudiants est montré à la figure 24.

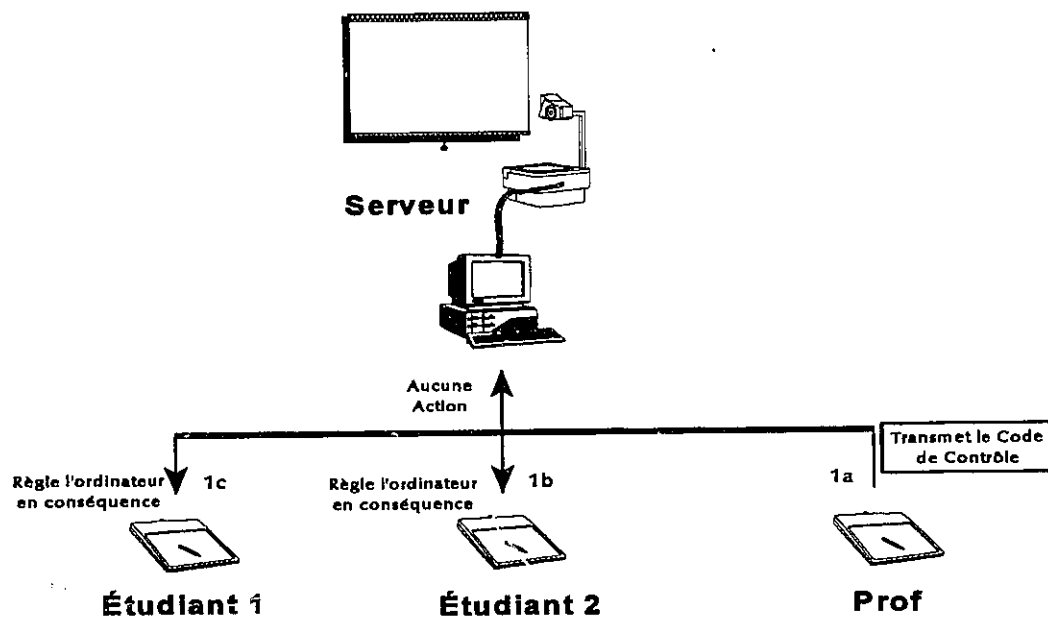


Figure 24 - Flot de Données d'une Session de Contrôle des Ordinateurs

Le Fichier de Gestion

À la fin d'un exposé magistral, ClassTool produit des rapports sur fichiers pour le professeur, les étudiants et les directeurs de département avec l'information pertinente respective. Ces fichiers contiennent le temps d'accès et de déconnection au système avec les noms des usagers associés, toutes les

questions avec les temps demandées et répondues, temps exact passé avec un étudiant dans une séance tête-à-tête, résultats de quiz et temps passé sur chaque transparent de la leçon. Les données contenues dans ces fichiers peuvent être employées par un IMS aidant la gestion de l'instruction ou pouvant être employé par un module tutoriel pour aider les étudiants à étudier leurs points faibles. Un exemple du fichier de gestion est illustré à la figure 25.

```
14:00 Étudiant John Doe raccordé
14:01 Étudiant Erik Kay raccordé
14:04 Prof Rick Richard raccordé
      3 usagers en classe
14:04 Composants de Base de l'Ordinateur
14:04 Sommaire de l'exposé
14:07 Question de John Doe
      C7BC0208.001
14:08 Étudiant Dave Ross raccordé >> retardataire
      4 usagers en classe
14:08 Types de mémoire d'un ordinateur
14:10 Réponse à John Doe
      C7BC0208.001 C7EC0407.001
14:11 Surveillance Erik Kay
14:12 Tête-à-Tête avec Erik Kay
14:16 Quiz - 3 Étudiants ont répondu
      Bonne: 2, Erronée: 0, Ignorée: 1
14:18 RAM
```

Figure 25 - Le Fichier de Gestion en Mode Serveur

L'Outil Prise de Notes

L'écritoire affiché sur l'écran des ordinateurs du professeur et des étudiants est un fichier graphique PCX contenant les préférences d'écran de l'utilisateur. Il est chargé par l'Unité Classe chaque fois qu'il va dans le Projecteur; ce fichier est affiché sur l'écran comme fond. Un autre fichier graphique PCX est employé par l'Unité Classe. Ce fichier contient la conception d'une feuille électronique. Il est affiché sur le côté droit de l'écran chaque fois qu'un nouveau transparent est affiché. Naturellement, ces fichiers graphiques ne sont pas affichés sur l'écran du serveur parce que les transparents ne sont pas affichés dans le coin supérieur gauche de l'écran avec un écritoire comme les autres ordinateurs, mais utilise la totalité de l'écran pour afficher les transparents

électroniques.

De plus, ces caractères et ces marques avec leurs couleurs et styles appropriés sont sauvegardés dans un fichier sur disque dont le nom est formé des numéros de l'objectif, transparent et point pédagogique. Juste avant qu'un point pédagogique d'une leçon soit affiché, l'Unité Classe affiche sur l'écran les données formant les notes retrouvées dans le fichier correspondant et y joint toute autre annotation écrite par l'usager; si le fichier de notes n'existe pas, l'unité Classe le crée. Avant de commencer une nouvelle leçon, ces fichiers doivent être effacés, autrement les notes prises durant un exposé magistral précédent seront affichées utilisant la nouvelle leçon comme référence.

Le format du cadre Ethernet employé par l'ordinateur du professeur pour transmettre les événements du stylo est illustré à la figure 26, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Coordonnée X | Coordonnée Y | État |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| Adresse du Serveur | Adresse du Professeur | FACEh | Integer PenP=510 | Integer | Integer | Integer |

Figure 26 - Format du Cadre d'Événements du Stylo

Les champs *Coordonnée X* et *Y* contiennent les coordonnées réelles du stylo lorsqu'il a été pressé sur l'écran. Le champ *État* contient zéro lorsque le stylo ne touche pas l'écran, contient un lorsque le stylo touche l'écran et contient deux lorsque le bouton baril situé sur le côté du stylo est poussé. Lorsque le serveur reçoit ce type de paquet, il multiplie par deux les coordonnées du stylo car les transparents électroniques ne sont pas affichés dans le coin supérieur gauche de l'écran, mais utilise la totalité de l'écran pour afficher les transparents.

Toute autre commande de dispositif d'entrée de données est transmise aux ordinateurs par l'ordinateur du professeur sans tenir compte de la position du

curseur, et les touches du clavier sont seulement transmises à l'ordinateur du serveur si elles sont dactylographiées sur le transparent électronique courant. Le format du cadre Ethernet employé pour transmettre ces commandes de fonction est illustré à la figure 27, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction |
|------------------------|-----------------------|---------------|--|
| FFFFFF | Adresse du Professeur | FACEh | Integer Commande de Fonction LæProf |

Figure 27 - Format du Cadre de Commande de Dispositif d'Entrée de LæProf

Quand un tel paquet est reçu par l'ordinateur du serveur ou d'un étudiant, la commande retrouvée dans le champ *Code de Fonction* est passée aux procédures internes de LæProf pour reproduire la fonction activée sur l'ordinateur du professeur.

Le flot de données survenant durant une séance de pointage et surlignage est illustré à la figure 28.

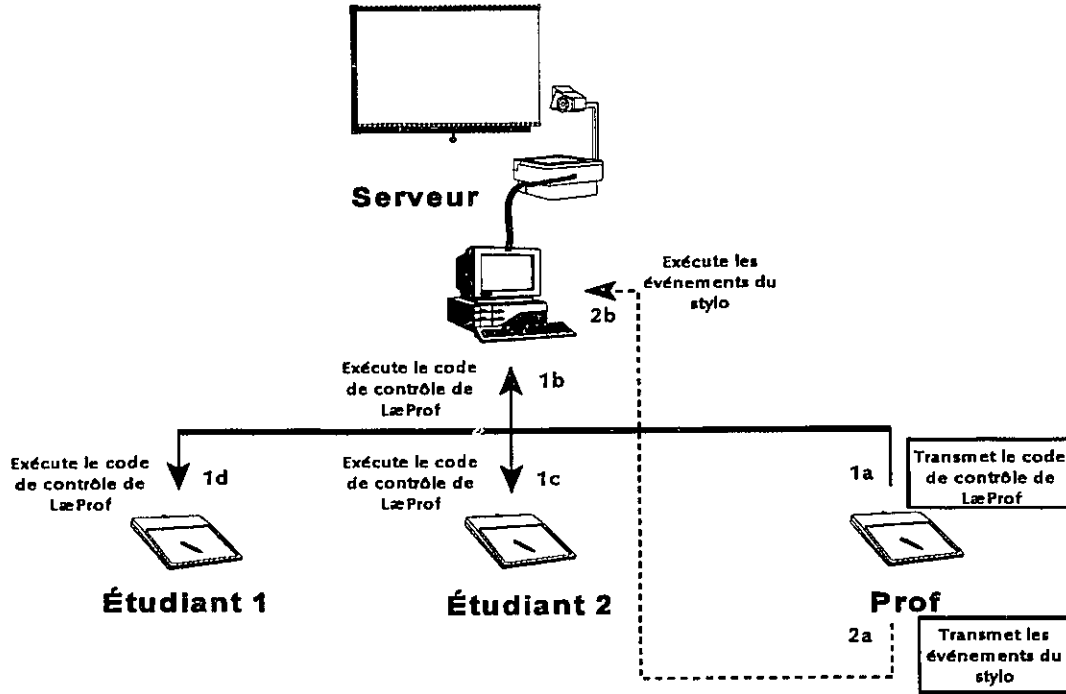


Figure 28 - Flot de Données d'une Session de Pointage et Surlignage

L'Outil Question

Après qu'un étudiant ait écrit une question dans la Boîte de Question et pointé avec le stylo sur l'icône de Question, les marques et caractères résultant avec leurs couleurs et styles correspondants sont sauvegardés dans un fichier, ayant le même format que le fichier de notes, et ayant comme nom l'adresse physique de l'ordinateur de l'étudiant plus un chiffre d'identification de question. Alors, l'Unité Classe initie un transfert de fichier de question entre l'ordinateur de l'étudiant et celui du serveur. Le format du cadre Ethernet employé pour un transfert de fichier de question de l'ordinateur d'un étudiant à celui du serveur est illustré à la figure 29, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nom du Fichier Dos | Surnom | Adresse de l'Originateur de la Question | Repère | Nb de Questions dans la Queue | Nb d'Octets Transmis | Données du Fichier |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|--------------------|----------------|---|----------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Adresse du Serveur | Adresse de l'Étudiant | FACEh | Integer QusE=527 | String [37] | String [37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 29 - Format du Cadre de Demande de Question

Lorsque le dernier cadre du fichier est reçu par l'ordinateur du serveur et détecté quand la valeur du champ *Nb d'Octets Transmis* est moins que 1400 octets, un fichier de question a donc été copié du disque de l'ordinateur d'un étudiant à celui du serveur. À ce moment, l'Unité Classe ajoute une entrée au fichier temporaire d'entête de question du serveur gardant un registre de toutes les questions reçues.

Le champ *Nom du Fichier DOS* contient le nom du fichier de question et du fichier en transmission. Le champ *Surnom* contient le nom de l'étudiant. Le champ *Adresse de l'Originateur de la Question* contient l'adresse de l'étudiant (la même que le champ *Adresse de Source*) requis par l'ordinateur du professeur lorsque ce cadre lui sera transmis; ce champ n'est pas justifié pour l'instant mais sera requis par l'ordinateur du professeur pour transmettre la réponse à l'ordinateur de l'étudiant étant donné que l'ordinateur du professeur reçoit ce cadre de l'ordinateur du serveur et non de celui de l'étudiant (et donc ne pouvant pas employer le champ *Adresse de Source*). Le champ *Repère* est rempli avec les numéros de référence de l'objectif, du transparent et du point lorsque la question a été écrite; ce champ est employé par le professeur pour passer au transparent approprié lorsqu'il répond à une question. Le champ *Nb de Questions dans la Queue* n'est pas employé pour le moment. Le nombre d'octets du fichier de question en transmission dans la passe actuelle est mis dans le champ *Nb d'Octets Transmis*; le fichier est toujours transmis en bloc de 1400 octets à moins qu'il ne soit le dernier bloc à être transmis. Le dernier champ dans ce cadre de question contient les données réelles du fichier.

Le professeur doit déclencher l'outil, en pointant avec le stylo sur l'icône de l'outil Requête de Question, pour recevoir de l'ordinateur du serveur la prochaine question disponible, à moins que la demande n'ait été initiée automatiquement comme définie dans le fichier de configuration. Le format du cadre Ethernet employé par l'ordinateur du professeur pour demander une question est illustré à la figure 30, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
| Adresse du Serveur | Adresse du Professeur | FACEh | Integer QsRq=517 |

Figure 30 - Format du Cadre de Demande de la Prochaine Question

Quand l'ordinateur du serveur reçoit ce cadre, il récupère de son fichier d'entête de question la prochaine question non-demandée. Si toutes les questions ont déjà été demandées par le professeur, le champ *Nb de Questions dans la Queue* est remis à zéro et les autres champs demeurent intouchés; sinon, le prochain fichier de question disponible est transmis à l'ordinateur du professeur avec les champs du cadre de Demande de Question remplis avec les données retrouvées dans les entrées correspondantes du fichier d'entête de question du serveur. Le nombre de questions toujours présentes dans la queue est mis dans le champ *Nb de Questions dans la Queue*. Le format du cadre Ethernet employé pour transmettre le fichier de question de l'ordinateur du serveur à celui du professeur est illustré à la figure 31, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nom du Fichier Dos | Surnom | Adresse de l'Originateur de la Question | Repère | Nb de Questions dans la Queue | Nb d'Octets Transmis | Données du Fichier |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------------|--------------------|----------------|---|----------------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Adresse du Professeur | Adresse du Serveur | FACEh | Integer Qust=507 | String [37] | String [37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 31 - Format du Cadre du Fichier de Question

Aussitôt que le dernier cadre du Fichier de Question est reçu par

l'ordinateur du professeur, la question est affichée dans la partie supérieure du calepin avec le nom de l'étudiant correspondant. Le professeur a alors le choix d'envoyer une des réponses pré-définies, d'envoyer une réponse écrite, de passer au transparent électronique à partir duquel la question a été posée, ou d'ignorer pour l'instant la question en pointant avec le stylo sur l'icône correspondante. L'option sélectionnée incluant les données reliées à l'étudiant retrouvées dans le cadre du Fichier de Question mais sans les données réelles du fichier, sont sauvegardées sur le disque de l'ordinateur du professeur dans un fichier similaire d'entête de question retrouvé sur le disque de l'ordinateur du serveur. Plutôt que de continuellement demander à l'ordinateur du serveur les mêmes questions, il a été décidé de sauvegarder ces questions sur le disque de l'ordinateur du professeur chaque fois qu'elles sont demandées. Il sera plus rapide de balayer le fichier d'entête de question du professeur lorsque le professeur voudra répondre à une question ignorée auparavant. Aussi, comme les questions sont physiquement situées sur l'ordinateur du professeur, cela permet de référer à elles en dehors de la salle de classe.

Après qu'une réponse ait été écrite par le professeur dans la Boîte de Réponse trouvée dans la partie inférieure du calepin, il doit enclencher l'icône de l'outil Réponse pour envoyer la réponse directement à l'originateur utilisant l'adresse retrouvée dans l'entrée correspondante du fichier d'entête de question; lorsqu'une réponse pré-définie est choisie par le professeur, l'expression correspondante retrouvée dans le fichier de configuration est insérée dans un fichier de réponse et est transmise automatiquement. Une réponse à une question peut être formée de caractères dactylographiés et/ou de marques de stylo. Ces caractères et marques avec leurs styles et couleurs sont sauvegardés dans un fichier, utilisant le même format que celui du fichier de notes, et son nom est composé de l'adresse physique de l'ordinateur du professeur plus un chiffre d'identification de question. Le format du cadre Ethernet, employé pour transmettre le fichier de réponse de l'ordinateur du professeur à celui d'un étudiant, est illustré à la figure 32, sans le préambule ni le FCS.

est illustré à la figure 32, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nom du Fichier Dos | Nom de la Question | Adresse de l'Originateur de la Question | Repère | Nb de Questions dans la Queue | Nb d'Octets Transmis | Données du Fichier |
|------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|--------------------|--------------------|---|----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------|
| Adresse de l'Étudiant | Adresse du Professeur | FACEh | Integer QueA= 514 | String [37] | String [37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 32 - Format du Cadre de Réponse d'une Question

Quand l'ordinateur de l'étudiant reçoit le dernier cadre du transfert du fichier de réponse, l'Unité Classe affiche dans la partie supérieure du calepin la question originale de l'étudiant utilisant le nom de fichier retrouvé dans le champ *Nom de la Question* du cadre de Réponse d'une Question. Il affiche aussi, dans la partie inférieure du calepin, la réponse du professeur utilisant le nom du fichier retrouvé dans le champ *Nom du Fichier DOS*. Les deux noms de fichier seront écrits dans le fichier de gestion de la leçon; ce fichier de gestion est le seul endroit où l'on voit le lien entre un fichier de question et son fichier correspondant de réponse. Cela complète le cycle d'une requête de question d'un étudiant.

Le flot de données survenant durant une séance de question est illustré à la figure 33.

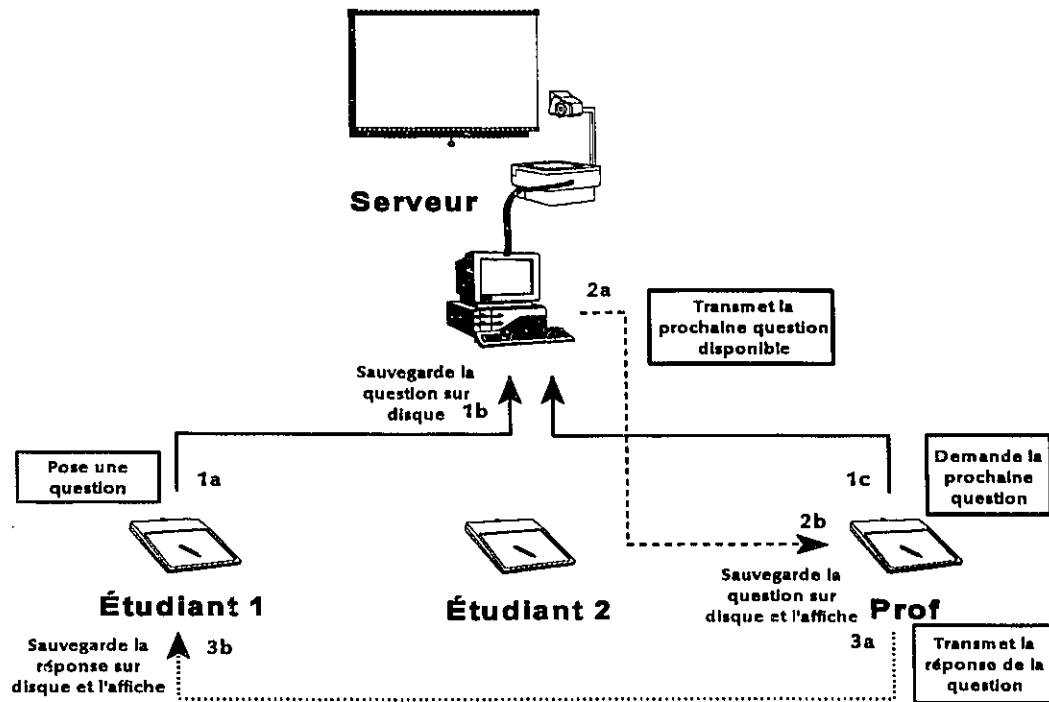


Figure 33 - Flot de Données d'une Session de Question

L'Outil Acétate Interactif

L'outil Acétate Interactif est activé par le logiciel lorsque le Projecteur détecte le paramètre de projection "Complète acétate" relié à un point pédagogique. Il n'y a aucun cadre Ethernet spécifique associé à cet outil. Dépendamment du mode de l'ordinateur, l'Unité Classe active ou désactive l'affichage des éléments graphiques sous-jacents au point pédagogique; en mode Étudiant, les éléments graphiques ne sont pas affichés tandis que dans les modes Professeur et Serveur ils le sont.

L'Outil Quiz

L'outil Quiz est activé par le logiciel lorsque le Projecteur détecte le paramètre de projection "Quiz" relié à un point pédagogique. En mode Étudiant, quand un tel point pédagogique est rencontré, l'Unité Classe affiche le nom du

point comme la question à être répondue. Il commence aussi une minuterie interne initialisée avec la valeur donnée par le professeur durant la conception de la leçon dans l'Organisateur. Après qu'un étudiant ait pointé avec le stylo sur l'écran, ou après que le temps soit expiré, un cadre de Réponse de Quiz est transmis à l'ordinateur du serveur pour compilation. Le format du cadre Ethernet employé pour transmettre la réponse d'un étudiant à l'ordinateur du serveur est illustré à la figure 34, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Type de Réponse |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----------------|
| Adresse du Serveur | Adresse de l'Étudiant | FACEh | Integer QzAn=522 | Byte |

Figure 34 - Format du Cadre de Réponse de Quiz

Avant d'envoyer le paquet de l'ordinateur de l'étudiant, l'Unité Classe met la réponse sélectionnée dans le champ *Type de Réponse*; une valeur égale à zéro signifie une réponse correcte, un signifie une réponse fausse et deux signifie que l'étudiant a ignoré le quiz. Aussitôt que le temps expire ou lorsque le professeur sélectionne l'icône de l'outil Statistiques du Quiz, l'ordinateur du professeur envoie au serveur un paquet Ethernet demandant les statistiques du quiz. Le format du cadre Ethernet employé dans ce cas est illustré à la figure 35, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
| Adresse du Serveur | Adresse du Professeur | FACEh | Integer QzRq=512 |

Figure 35 - Format du Cadre de Demande de Statistiques de Quiz

Lorsque l'ordinateur du serveur reçoit la demande, il envoie les résultats du quiz à l'ordinateur du professeur. Le format du cadre Ethernet employé pour transmettre les résultats d'un quiz est illustré à la figure 36, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Correcte | Erronée | Ignorée |
|------------------------|--------------------|---------------|---------------------|----------|---------|---------|
| Adresse du Professeur | Adresse du Serveur | FACEh | Integer QzRp=502 | Byte | Byte | Byte |

Figure 36 - Format du Cadre de Réponse des Statistiques du Quiz

Dans ce cadre, les champs *Correcte*, *Erronée* et *Ignorée* sont remplis avec le compte des réponses des étudiants correspondants. Les comptes de choix sont mémorisés par l'ordinateur du serveur jusqu'au moment où un nouveau paramètre de projection "Quiz" soit rencontré, ensuite, les valeurs sont remises à zéro.

Les questions de la leçon, les réponses correctes et les réponses de l'étudiant sont sauvegardées dans le fichier de gestion de l'étudiant. Ce fichier peut être utilisé par un module tutoriel pour guider l'étudiant et à lui enseigner les concepts avec lesquels il a des problèmes. Parallèlement, les statistiques rassemblées à partir des questions sont sauvegardées dans les fichiers de gestion du serveur et du professeur.

Le flot de données survenant durant une séance de quiz est illustré à la figure 37.

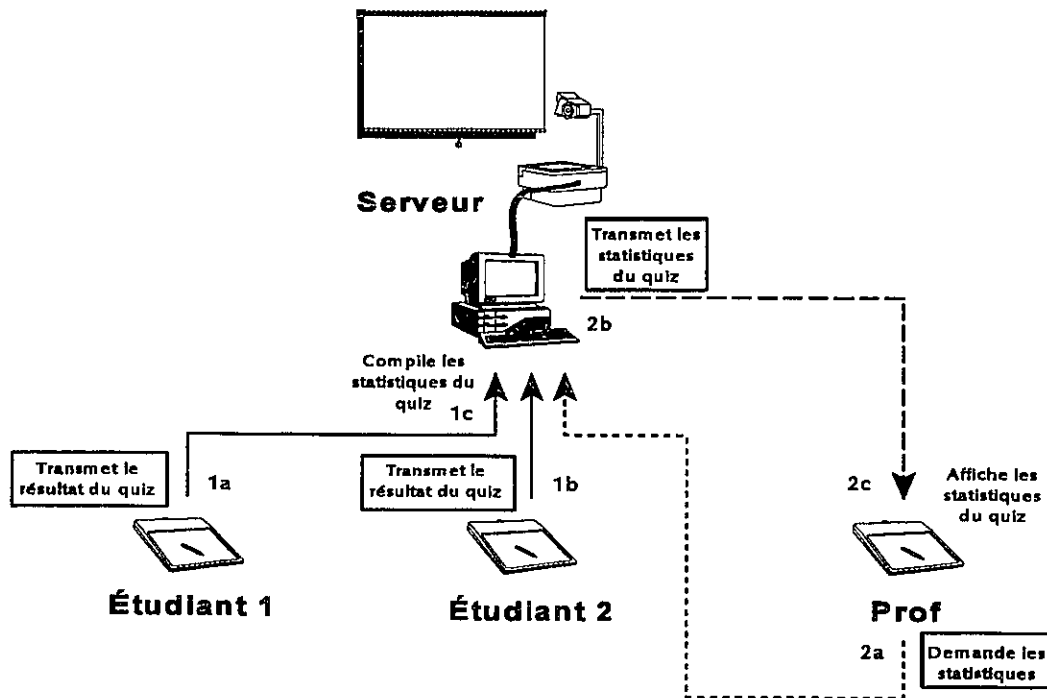


Figure 37 - Flot de Données d'une Session de Quiz

L'Outil Surveillance

En sélectionnant l'icône de l'outil Surveillance, l'ordinateur du professeur transmet un paquet Ethernet à celui du serveur. Le format du cadre Ethernet transmis pour contrôler un étudiant est illustré à la figure 38, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|
| Adresse du Serveur | Adresse du Professeur | FACEh | Integer Moni=513 |

Figure 38 - Format du Cadre de Requête de Surveillance

Quand l'ordinateur du serveur reçoit la demande, il sélectionne, de sa liste liée interne d'accès au système, le prochain étudiant disponible à être

surveillé. Alors, il relaie la demande au bon étudiant utilisant le même format du cadre Ethernet illustré à la figure 38 (utilisant l'Adresse de Source du serveur et celle de Destination de l'étudiant). Lorsque l'ordinateur d'un étudiant reçoit la demande, sa mémoire vidéo de l'écran est sauvegardée sur le disque et le fichier créé est transmis à l'ordinateur du professeur utilisant le format du cadre Ethernet illustré, sans le préambule ni le FCS, à la figure 39.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Nom du Fichier Dos | Surnom de l'Étudiant | Nb d'Octets Transmis | Données du Fichier |
|------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| Adresse du Professeur | Adresse de l'Étudiant | FACEh | Integer VidS=523 | String[37] 'Screen.DMP' | String[37] | Word | Array[0..1399] of Byte |

Figure 39 - Format du Cadre de Contenu Mémoire Vidéo

Le nom de fichier employé par tous les étudiants est "SCREEN.DMP" et est effacé à la fin de la leçon. Le champ *Surnom de l'Étudiant* est aussi rempli par l'Unité Classe avant de transmettre le cadre. Le nombre d'octets du fichier de contenu mémoire vidéo en transmission durant la passe actuelle est mis dans le champ *Nb d'Octets Transmis*; le fichier est toujours transmis en bloc de 1400 octets à moins qu'il ne soit le dernier bloc à être envoyé. Le dernier champ dans ce cadre contient les données réelles du fichier de contenu mémoire vidéo de l'écran.

Quand l'ordinateur du professeur reçoit d'un étudiant le dernier cadre du Fichier de Contenu Mémoire Vidéo, il charge du disque le fichier nouvellement créé et l'affiche dans le coin supérieur gauche de son écran. L'adresse Ethernet de l'étudiant est gardée dans une variable globale prête à être utilisée par l'outil Tête-à-Tête. Avant de continuer la leçon, le professeur doit rafraîchir l'écran de son ordinateur pour effacer le cliché pris de l'écran de l'étudiant. Un outil Rafraîchir est disponible pour le professeur et était déjà implanté dans LæProf.

Le flot de données survenant durant une séance de surveillance est illustré à la figure 40.

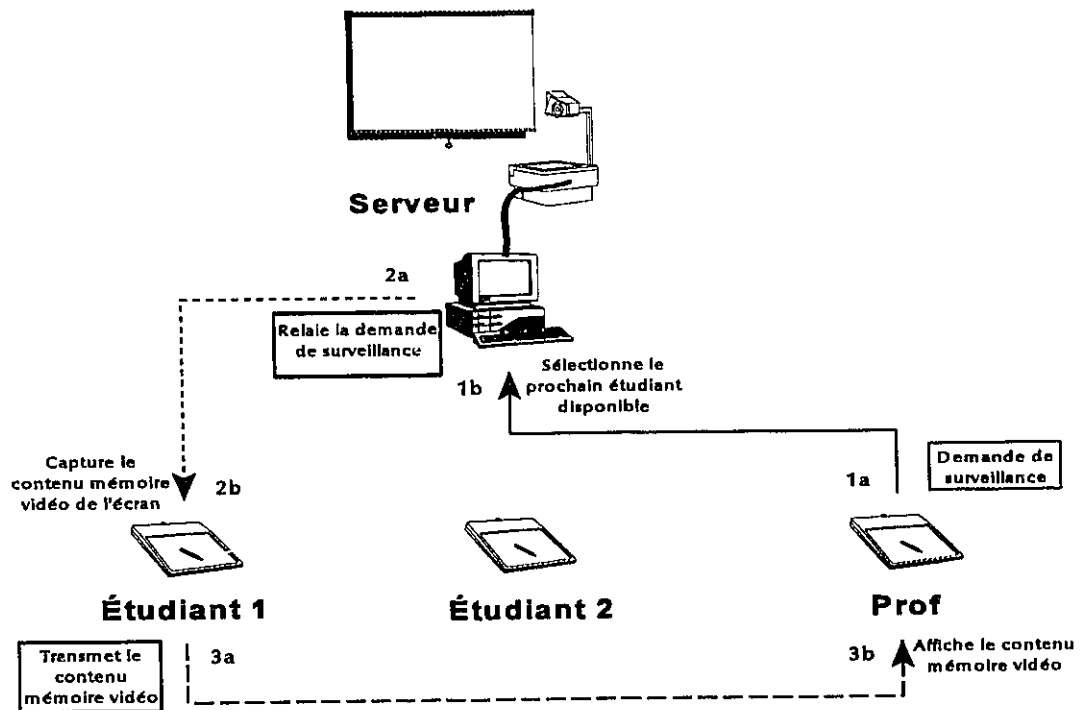


Figure 40 - Flot de Données d'une Session de Surveillance

L'Outil Tête-à-Tête

Cet outil est activé en pointant avec le stylo sur icône de l'outil Tête-à-Tête. L'outil Surveillance doit d'abord avoir été sélectionné, car la séance tête-à-tête est initiée avec l'étudiant surveillé. Le format du cadre Ethernet employé par l'ordinateur du professeur et celui de l'étudiant pour se transmettre des événements de stylo est illustré à la figure 41, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction | Coordonnée X | Coordonnée Y | État |
|--|--|---------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| Adresse de l'Étudiant ou du Professeur | Adresse du Professeur ou de l'Étudiant | FACEh | Integer PenP=510 | Integer | Integer | Integer |

Figure 41 - Format du Cadre des Événements du Stylo en Tête-à-Tête

Les champs *Coordonnée X* et *Y* contiennent les coordonnées réelles du stylo lorsqu'il a été pressé sur l'écran. Le champ *État* contient zéro quand le stylo ne touche pas l'écran, contient un quand le stylo touche l'écran et contient deux quand le bouton baril situé sur le côté du stylo est poussé.

De plus, toutes les autres commandes de fonction de LæProf, telle que l'outil *Rafraîchir*, sont échangées entre l'ordinateur de l'étudiant et celui du professeur sans tenir compte de la position du curseur, et les touches du clavier sont seulement transmises si elles sont dactylographiées sur le transparent électronique. Le format du cadre Ethernet employé pour transmettre ces commandes de fonction est illustré à la figure 42, sans le préambule ni le FCS.

| Adresse de Destination | Adresse de Source | Type du Cadre | Code de Fonction |
|--|--|---------------|---|
| Adresse de l'Étudiant ou du Professeur | Adresse du Professeur ou de l'Étudiant | FACEh | Integer Commande de Fonction de LæProf |

Figure 42 - Format du Cadre de Commande de Fonction de LæProf

Quand un tel paquet est reçu par soit l'ordinateur du professeur ou celui de l'étudiant, la commande retrouvée dans le champ *Code de Fonction* est passée aux procédures internes de LæProf pour reproduire la fonction activée sur l'ordinateur de l'originateur. Le flot de données survenant durant une séance tête-à-tête est illustré à la figure 43.

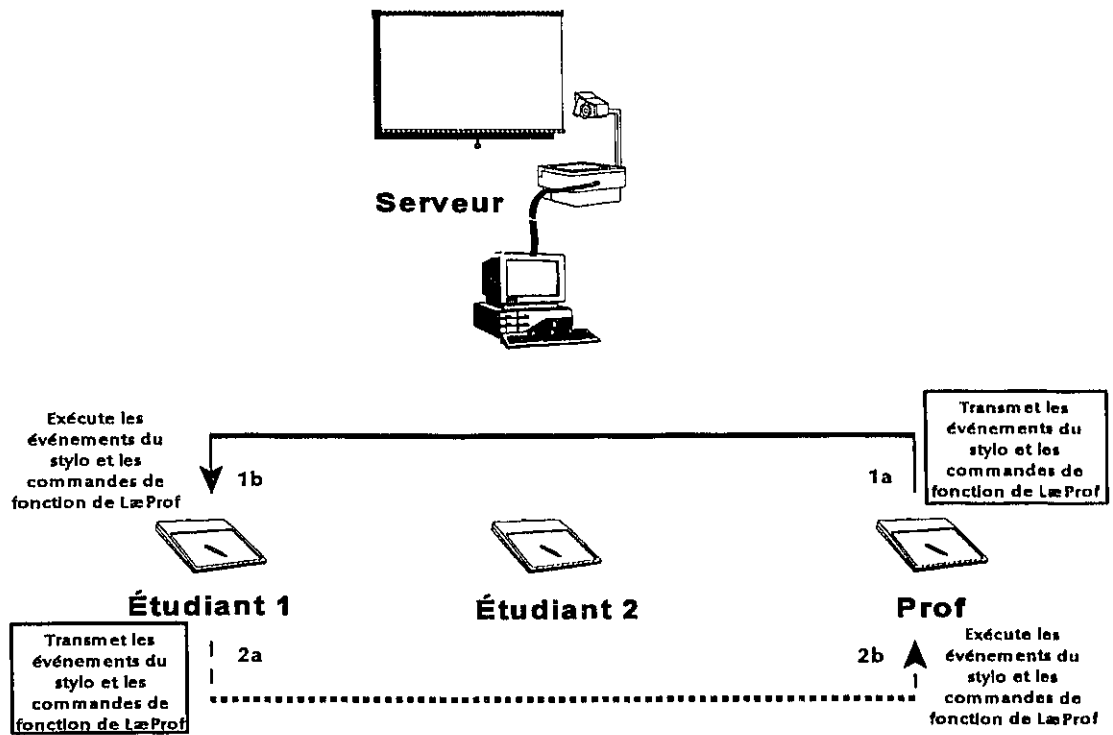


Figure 43 - Flot de Données d'une Session de Tête-à-Tête



Développement Ulérieur

*"La meilleure façon de prédire
l'avenir est de l'inventer"*

Alan Kay

Les Fichiers Externes

Pour pleinement tirer parti de ClassTool, les futurs modules devraient être codés pour accéder les différents fichiers produits par le système durant la création et la présentation d'une leçon. Ces fichiers sont comme suit:

- Config: le fichier de configuration avec les préférences de l'utilisateur;
- Leçon: le fichier d'un exposé magistral contenant la hiérarchie des leçons avec toutes leurs structures créées dans l'Organisateur;
- Fonts: les fichiers de polices de caractère (fonts) employés dans les leçons;
- Figures: les figures PCX utilisées dans les leçons;
- Notes: les fichiers de notes produits durant la présentation d'une leçon;
- Questions: les fichiers de questions demandées par les étudiants durant un exposé magistral;
- Réponses: les fichiers de réponses produites par le professeur durant un exposé magistral; et
- Gestion: les messages échangés entre les ordinateurs du professeur, du serveur et des étudiants durant un exposé magistral.

Les sections suivantes décrivent des modules qui peuvent possiblement être développés pour améliorer ClassTool.

Le Module Tutoriel Intelligent

Ce module peut être utilisé par les étudiants pour étudier des leçons enseignées par les professeurs durant la journée. Les composants typiques de ce module et leurs fonctions sont décrits comme suit:

- a. Le Composant Expert: Cette partie est critique au Tutoriel Intelligent parce qu'elle incarne le domaine de connaissance spécifique qui est habituellement la fondation de tout tutoriel; elle comprend la connaissance que le Tutoriel Intelligent essaie d'enseigner. Pour le système présenté dans cette thèse, la leçon constitue la base des connaissances; cependant, une bibliothèque externe et plus raffinée peut être développée par un expert (pas nécessairement le professeur) et être accessible par les autres composants du module Tutoriel Intelligent;
- b. Le Composant Modélisation d'Étudiant: Il est le composant du Tutoriel Intelligent qu'efforce de comprendre le niveau d'habileté et de connaissance de l'apprenant. Par interaction apprenant-machine, le Tutoriel Intelligent construit un modèle d'étudiant représentant la connaissance de l'apprenant. En utilisant un modèle d'étudiant, le Tutoriel Intelligent peut donner des explications adaptées et des indices et génèrent des questions dynamiquement plutôt que de présenter des questions pré-définies en classe. Il peut être très difficile d'implanter rapidement ce concept dans ClassTool; cependant, les réponses données par l'étudiant lorsque des questions lui étaient posées en classe durant des leçons

précédentes peuvent être demandées de nouveau ou d'autres peuvent être créées à partir des leçons;

- c. Le Composant Tuteur: Cette partie est consciente des options et méthodes possibles d'enseignement. Une option ou méthode adéquate sera sélectionnée pour enseigner à un apprenant selon son niveau de connaissance. En fait, la méthode d'enseignement est façonnée au besoin de l'apprenant. Les caractéristiques retrouvées dans le Projecteur de LæProf pourraient être très importantes pour implanter ce composant du module Tutoriel Intelligent; et

- d. Le Composant Curriculum: Ce composant suggère l'étendue, la forme et le contenu du matériel didactique disponible pour un problème ou circonstance donné. Les caractéristiques limitées de LæProf et la structure de données utilisée dans la leçon pourraient limiter le rôle de ce composant; cependant, des bibliothèques externes peuvent être développées et employées par ce composant.

Comme les composants Tuteur et Curriculum sont étroitement liés, le module Tutoriel Intelligent peut être conçu en ayant ces deux composants fusionnés pour former un composant unique.

Paramètres de Projection Définis par l'Usager

Dans plusieurs disciplines, il pourrait être désirable de fournir des fonctions spécifiques de paramètre de projection. Fournir toutes les fonctions possibles à toutes les disciplines n'est pas une proposition économique ni pratique. Raymond et Pilon [33] ont développé une interface logicielle, si bien que tout programmeur peut écrire une fonction désirée et l'interfacer à LæProf sans

recompiler ou sans même avoir accès au code source de LæProf.

Pour résumer les spécifications de Raymond et Pilon, une adresse d'un bloc est passée aux programmes externes, sous forme d'une chaîne de caractères encodée utilisée comme un paramètre de commande de ligne DOS. Ce procédé est standardisé dans DOS et donc, est une pratique commune de programmation. L'adresse décodée pointe vers un ensemble de champs représenté comme suit:

- a. l'état actuel de LæProf, tel que mémoire disponible, palette de couleur en opération, les adresses de segment de code et de données;
- b. un pointeur à la structure complète de l'arbre de la leçon, ainsi non seulement le point pédagogique actuel est connu, mais tout élément peut être référencé. Cela donne la possibilité de manipuler les éléments graphiques, les points pédagogiques, les transparents, les objectifs ou même le fichier entier de la leçon;
- c. le nom du point pédagogique actuel; et
- d. les adresses du clavier, des routines du stylo et de la souris qui fournissent un traitement normalisé dans un environnement de réseau ou d'éducation à distance.

Le Module Horaire

Le but de ce module est de gérer les cours, conférences et événements principaux d'un étudiant. Un horaire de cours personnalisé pourrait être installé sur l'ordinateur d'un étudiant au début d'un semestre, et l'étudiant pourrait le mettre à jour avec d'autres événements tels que les examens partiels et finaux.

Le Module Agenda

Ce module interagirait avec le Module Horaire pour informer un étudiant ou même l'entraîner à organiser son temps et planifier les études des examens. Dans le contexte de ClassTool, les exposés magistraux sont assistés et les leçons sont étudiés en utilisant un ordinateur. Le Module Agenda connaîtrait donc quand un étudiant a assisté un exposé magistral et connaîtrait s'il a étudié telle et telle leçon; les résultats d'examen pourraient aussi être utilisés par ClassTool. De ces événements, le Module Agenda aiderait l'étudiant à obtenir de meilleurs résultats en lui fournissant des stratégies différentes.

Le Module de Courrier Électronique

Les étudiants pourraient être autorisés à envoyer et à recevoir du courrier électronique via le système de l'école. Ce module pourrait aussi être employé pour demander des questions aux professeurs après la classe. Tout logiciel commercial de courrier électronique peut être utilisé pour accomplir le rôle de ce module.

Le Module de Reconnaissance d'Écriture

Ce module est responsable de convertir les notes écrites par l'étudiant en caractères d'imprimerie pour une meilleure lisibilité surtout si les fichiers de notes sont échangés entre les étudiants. Il se peut qu'un module de reconnaissance d'écriture ne soit pas nécessaire lorsque les notes sont seulement lues par l'auteur original; cependant, si un module de recherche (par mot-clé) est intégré dans ClassTool, il serait donc essentiel de traduire les notes en caractères d'imprimerie.

Comme énoncé par Communication Intelligence Corporation (CIC) [7], des études de marché indiquent qu'un système de reconnaissance d'écriture commerciale viable doit permettre un haut degré de tolérance de la distorsion et du style d'écriture; autrement les utilisateurs deviennent rapidement frustrés. Un défi technique réel dans la reconnaissance d'écriture est que ces styles d'écriture varient beaucoup de personne à personne et parfois même pour la même personne, dépendamment si elle est fatiguée, lorsqu'elle est pressée, ou pour tout autre facteur. Donc, le Module de Reconnaissance d'Écriture devrait accommoder l'utilisateur, et non l'opposé. Par exemple, il est important de ne pas réenseigner l'écriture à un usager donc minimiser sa formation tout en obtenant encore les bénéfices de l'adaptation individuelle. Conséquemment, les utilisateurs ne devraient pas former le module de reconnaissance du début, mais seulement les lettres qui leur donnent de la difficulté, réduisant la formation à une plus petite tâche. De plus, il serait inadmissible de fournir un module de reconnaissance d'écriture basé sur une reconnaissance erronée (un module qui fait des erreurs et donne des résultats incorrects comme s'ils étaient de bons résultats) aux étudiants surtout quand ils écrivent des examens.

Les systèmes d'exploitation de stylo sont équipés d'un module de reconnaissance d'écriture qui sont normalement remplaçables par des modules de reconnaissance de tierce fabricant. Il pourrait être intéressant de changer le module avec un qui offrirait un meilleur taux de reconnaissance, différentes polices de symboles, et d'autres qualités non disponibles dans leurs modules de reconnaissance.

Le module de reconnaissance de CIC est un exemple d'un module de reconnaissance d'écriture qui peut être intégré dans le système présenté dans cette thèse.

Partie IV

Les Problèmes



Matériel Informatique

"Vous ne savez jamais ce que vous pouvez accomplir jusqu'à ce que vous l'essayiez"

Proverbe 19^{ème} siècle

Ordinateur Bloc-Notes Stylo

Pour implanter le système présenté dans cette thèse, des ordinateurs bloc-notes stylo étaient requis. Parce que LæProf affiche l'information en 256 couleurs, des ordinateurs bloc-notes stylo pouvant afficher du graphique SVGA étaient requis. De plus, deux fentes PCMCIA étaient requises; une requise pour le NIC Ethernet et l'autre pour une expansion future. Comme LæProf s'exécute sous DOS, l'ordinateur bloc-notes stylo doit être compatible avec au moins un système d'exploitation de stylo s'exécutant sous DOS. Après avoir vérifié le marché pendant des mois en 1993, le seul ordinateur bloc-notes stylo avec des capacités SVGA, soutenant un système d'exploitation de stylo DOS et possédant deux fentes PCMCIA était le NEC UltraLite Autograph™ (rebaptisé VersaPad™). Malencontreusement, le VersaPad™ n'a pas un écran couleur mais utilise 256 niveaux de gris. Il est important de souligner que plusieurs manufacturiers d'ordinateurs affirmaient la disponibilité de meilleurs systèmes bloc-notes stylo mais lorsque je leur demandais de les voir, les essayer ou en obtenir un, ils reportaient constamment leurs dates de mise en marché.

Malgré la bonne volonté de NEC Technologies de m'expédier un ordinateur VersaPad™, il a fallu attendre une année pour en obtenir un. C'est le prix à payer pour implanter des systèmes utilisant du matériel informatique à la fine pointe de la technologie.

Écran Couleur du Bloc-Notes Stylo

En 1993, NEC Technologies était supposé mettre en marché un ordinateur bloc-notes stylo auquel il aurait été possible de changer l'écran contre un en couleur compatible SVGA. J'ai reçu un de ces ordinateurs; cependant, j'attends toujours que NEC Technologies offre cette option à ses clients. Le projet a été implanté et testé sur des ordinateurs bloc-notes stylo non-couleur.

Carte d'Interface de Réseau Sans Fil

Le système original était supposé être réalisé avec des cartes NIC Ethernet sans fil mais parce qu'aucune n'était disponible sur le marché l'année dernière, il a été décidé de continuer le projet en utilisant des cartes NICs PCMCIA normales. Plusieurs manufacturiers annonçaient le bénéfice d'un tel produit mais aucun d'eux ne fut capable de m'en livrer un.

Essai en Salle de Classe

À cause des quantités limitées d'équipement approprié disponible sur le marché et parce que les entreprises retardaient constamment leurs dates de mise en marché, ClassTool n'a pas été essayé avec de "vrais" étudiants encore. Il aurait été approprié d'essayer le système en entier dans un environnement réel de classe.

Soutien de l'Université

Les ordinateurs disponibles aux étudiants gradués du Département d'Informatique de l'Université d'Ottawa ne sont pas compatibles ou ne sont pas configurés pour travailler en modes graphiques SVGA suivant les normes VESA. Pour ce projet, il était alors requis d'obtenir un patronage et d'acquérir mon propre équipement.



Logiciel

*"Si en premier lieu vous ne réussissez pas,
essayez, essayez encore."*

Hickson, William Edward
19ième siècle

Système d'Exploitation de Stylo Opérant Sous DOS

Plusieurs ordinateurs bloc-notes stylo viennent avec Microsoft® Windows™ for Pen Computing; un ou deux sont empaquetés avec un système d'exploitation de stylo opérant sous DOS. Il était garanti par NEC Technologies que leur ordinateur VersaPad™ était compatible avec PenDOS™ de CIC; cependant, l'ordinateur n'était pas livré avec PenDOS™. CIC a été contacté et après des mois de patience (CIC développait toujours le pilote de stylo approprié), PenDOS™ m'était expédié.

Cependant, PenDOS™ n'est pas complètement compatible avec la souris et ne fonctionne pas dans les modes graphiques SVGA et ceux suivant la norme VESA. Avec seulement un ordinateur bloc-notes stylo compatible SVGA sur le marché, CIC n'était pas intéressé pour l'instant à modifier son système d'exploitation de stylo. Des modifications ont été apportées par nous au pilote de stylo de CIC pour permettre l'émulation de souris en modes graphiques suivant la norme VESA. Même si une émulation de souris était suffisante pour ce projet, les autres caractéristiques (gestes par stylo, reconnaissance d'écriture, vérification de signature, etc.) retrouvées dans PenDOS™ ne peuvent pas être accessibles, pour l'instant.

Mode d'Affichage de LæProf

Lorsque ce projet a commencé, LæProf était implanté utilisant le code graphique SVGA propriétaire différent sur chaque carte vidéo graphique. Cette approche devenait rapidement inconfortable étant donné que des puces vidéo différentes se trouvaient sur l'équipement utilisé pour implanter ce projet. Pour être compatible avec le plus de puces vidéo possibles, LæProf a été modifié pour employer les modes SVGA suivant la norme VESA. En faisant cela, on a remarqué que ce n'était pas tous les pilotes de souris qui étaient compatibles avec

la norme VESA; il était alors impératif d'obtenir de nouveaux pilotes de souris pour les ordinateurs mis en mode Serveur.

Spécifications des Appels PenBIOS™

Avec un pilote de stylo codé seulement pour des modes standards VGA et modifié par nous pour des modes SVGA, j'essayais d'obtenir les spécifications des appels PenBIOS™ pour écrire notre propre pilote de stylo. Encore une fois, il m'a pris des mois pour obtenir une copie des spécifications de Phoenix Technologies qui ont écrit une publication spéciale pour nous et qui m'a été distribué par NEC Technologies; il était alors trop tard pour considérer d'écrire un nouveau pilote de stylo.

Pilote Ethernet en Pascal

Avec LæProf développé en Borland Pascal, il était extrêmement difficile de trouver une unité de pilote Ethernet écrite en Pascal. La plupart était écrite en C++. Heureusement, l'unité PktDvr d'Oliver Rehmann a été trouvé sur Internet à la dernière minute juste avant le début du développement de mon propre pilote.

Modifications de LæProf

Les interfaces des unités Pascal de LæProf m'ont été données au début de ce projet. L'implantation de ClassTool et son intégration dans LæProf étaient toutes basées sur ces interfaces d'unité. Une seule compilation était requise pour relier LæProf et ClassTool. L'intégration de ClassTool avec la première version de LæProf s'est déroulée extrêmement en douceur et de façon étonnante. Cependant, LæProf est constamment modifié et amélioré par Dr. Raymond, mon directeur de thèse. Comme j'étais avide de garder ClassTool compatible avec la

plus récente version de LæProf, il me fallait déployer des efforts supplémentaires pour toujours garder ClassTool à date. Comme mon code dépendait de quelques fonctions et procédures de LæProf, leurs modifications changeaient parfois le comportement de mes fonctions et procédures. Il m'aurait été plus simple de demeurer avec la première version.

Implantation en Réseau Local

Développer toute application de réseau est difficile si aucun réseau n'est facilement disponible. Pour réaliser et tester les modes Serveur, Étudiant et Professeur simultanément, trois ordinateurs reliés entre eux pour former un réseau local étaient requis. Il n'était pas possible de développer ClassTool à l'université comme un nombre extrêmement limité d'ordinateurs, compatible avec LæProf et ClassTool, étaient disponibles. Un réseau local a dû être installé dans mon bureau utilisant de l'équipement informatique parrainé.

Soutien de l'Université

Borland Turbo Pascal V5.5 est installé sur les ordinateurs des étudiants gradués du Département d'Informatique de l'Université d'Ottawa; la version la plus récente n'étant pas disponible (version 7) sur ces ordinateurs. Borland Pascal V7.0 a dû être acheté pour développer ClassTool.

Partie V

Conclusions

Conclusion

*"Est-il possible d'accéder les conséquences
de la recherche à l'avance?"*

Albert Einstein

Conclusion

Le système présenté dans cette thèse suggère une solution utilisant les ordinateurs bloc-notes stylo et des outils logiciels pour accroître la productivité et la créativité des professeurs et des étudiants dans une salle de classe et dans toute salle de classe distante. En informatisant les outils de la classe traditionnelle tels que le rétro-projecteur et le tableau, en amenant de nouvelles méthodes pour obtenir un feed-back des étudiants en temps-réel, et en entraînant les étudiants à apprendre activement, les institutions académiques peuvent être intéressées à changer la manière dont les ordinateurs sont actuellement employés à l'école et en éducation à distance. ClassTool amène de nouveaux outils aux éducateurs et aux étudiants pour les aider dans leurs fonctions quotidiennes respectives. Il est employé afin de mieux enseigner et de mieux apprendre la matière en classe; les étudiants pourraient aussi l'employer à la maison pour étudier à leur propre rythme et selon leur aptitude individuelle d'apprentissage; et enfin, il peut être interfacé avec des outils de productivité tels que le courrier électronique, un agenda, un horaire et un module de reconnaissance d'écriture. ClassTool peut stimuler des stratégies efficaces de prises de notes par les étudiants. Aussi, il permet aux étudiants de poser des questions plus efficacement et même anonymement. Avec ClassTool, les professeurs, pendant qu'ils donnent leurs cours en classe, pourraient ajuster leurs stratégies d'enseignement selon le feed-back des étudiants fourni par le système. De cette façon, il force la participation de l'étudiant et donne au professeur les aptitudes pour renforcer les concepts et techniques pédagogiques.

Les Améliorations Possibles

Bien que ce système fonctionne par lui-même, beaucoup d'améliorations peuvent être apportées. Par exemple, les paquets Ethernet employés par ClassTool pourraient être conçus pour être compatible avec TCP/IP. Avec Internet

croissant chaque jour, le système pourrait être employé presque à travers le monde.

Un meilleur pilote de stylo devrait être écrit pour permettre l'encre électronique dans les modes graphiques Super VGA suivant la norme VESA.

Les notes prises en classe pourraient être sauvegardées dans le format *Jot* pour être compatibles avec les modules de reconnaissance d'écriture les plus populaires.

La compression vidéo pourrait être intégrée dans ClassTool pour permettre la transmission de vidéo en direct telle que le visage du professeur transmis aux étudiants situés dans des classes distantes.

L'enregistrement numérique de son pourrait être réalisé dans ClassTool pour enregistrer la voix du professeur et toute question et réponse donnée verbalement. Les étudiants pourraient alors étudier l'exposé magistral intégral chez eux.

Le mode Serveur pourrait être modifié pour accommoder les étudiants désireux d'assister aux classes à la maison. Le système requiert un projecteur électronique principal en classe. Avec un nouveau mode "À la Maison", l'écran principal de la classe pourrait être affiché dans une autre fenêtre sur l'Écritoire ou peut-être sur la superficie du transparent électronique.

Résumé des Contributions

Cette thèse a contribué à la présente:

- a. ClassTool est capable de générer des rapports de gestion

éducative par le suivi de toutes les activités survenant entre le serveur, le professeur et les étudiants. Des données rassemblées, les usagers sont capables de gérer aisément l'instruction selon les quatre composantes de D'Angelo et Lomerson [8];

- b. ClassTool fournit l'outil Quiz qui permet aux professeurs de façonner leurs exposés magistraux en réponse au feedback des étudiants considéré nécessaire par Swan et Mitrani [42];
- c. ClassTool fournit l'outil Question/Réponse qui aide, selon Twining [43], les étudiants à identifier l'organisation d'un exposé magistral. De plus, en donnant des occasions aux étudiants de poser des questions à n'importe quel moment et permettant de les poser anonymement, ClassTool met la suggestion de Rosenthal [38] en l'application et maximise ainsi l'accomplissement des étudiants;
- d. ClassTool fournit l'outil Acétate Interactif et affiche le pointeur du professeur seulement sur l'écran de la classe. Ce sont des renforcements visuels, considérés vitaux par Frederick [12] afin de concentrer l'attention des étudiants;
- e. ClassTool accroît les occasions pour les étudiants de participer activement tout en écoutant tel que suggéré par Good et Weinstein [14] pour améliorer les classes ennuyantes et sans défis. ClassTool réalise cela avec les outils Quiz et Acétate Interactif;
- f. en transmettant des transparents électroniques du professeur aux étudiants, ClassTool aide les étudiants à retenir l'information plus longtemps en leur fournissant des occasions de prendre des notes précises. Cela suit l'énoncé de McWhorther [26]. De plus, avec l'outil Acétate Interactif, les étudiants sont libres d'écouter car seuls

les concepts importants doivent être écrits. Comme énoncé par Jensen [18], aider à trier l'information permet aux étudiants de prendre de meilleures notes;

- g. ClassTool protège les étudiants contre les indisciplinés qui pourraient leur nuire et en décourageant de telles conduites. L'outil Surveillance accomplit ces rôles et permet aussi, comme suggère Anderson et al. [2], de surveiller la compréhension des étudiants en affichant sur l'écran du professeur, en temps-réel, ce qu'un étudiant sélectionné fait actuellement sur son ordinateur; et enfin,

- h. lorsqu'intégré dans ClassTool, le système entier suggère une nouvelle approche d'utilisation des ordinateurs en éducation. En fournissant des ordinateurs portatifs et des outils logiciels décrits dans cette thèse aux étudiants, je crois qu'ils apprendront la matière plus efficacement dans les classes traditionnelles et dans les classes distantes et pourront étudier la matière sur leur ordinateur à la maison utilisant divers modules de productivité suggérés dans cette thèse.

Partie VI

Appendices

Appendice A - Structures de Données de ClassTool

Codes des Fonctions (paquet transmis de l'ordinateur du serveur)

QzRp = 502
MsgS = 505
Qust = 507;

Codes des Fonctions (paquet transmis de l'ordinateur du professeur)

PenP = 510
QzRq = 512
Moni = 513
QueA = 514
MsgP = 515
CtrE = 516
QsRq = 517
GoPp = 518

Codes des Fonctions (paquet transmis de l'ordinateur de l'étudiant)

PenE = 520
QzAn = 522
VidS = 523
QusE = 527

Codes des Fonctions (paquet transmis de n'importe quel ordinateur)

LogI = 590
TxFi = 591
Tx = 599

Types de Données

EthernetAddr = Array[0..5] of Byte
Index= Array[0..3] of Byte

PLan=^LANPack;

LANPack=RECORD

 CASE PCod:Integer OF

 QzRp: (QR:RECORD Gd,Bd,Ig:Byte; END);

 QzRq: ();

 QzAn: (Ans:Byte);

 QueA,

 Qust,

 QusE: (Qt:RECORD DosFile:String[37]; Nick:String[37];
 Addr:EthernetAddr; TdesM:Index;
 Tot:Word; Leng:Word;
 QstData:Array[0..1399] of Byte; END);

 QsRq: ();

 MsgS,

 MsgP: (Note:String);

 PenP,

 PenE: (Pen:RECORD X,Y,Status:Integer; END);

 Moni: ();

 VidS: (VS:RECORD DosFile:String[37]; Nick:String[37];
 Leng:Word;
 ScnData:Array[0..1399] of Byte; END);

 CtrE: (Ctrl:Byte);

 GoPp: (TdesM:Index);

 LogI: (Who:RECORD NbPC:Integer; CiKi:Byte;
 Nick:String[37]; END);

 TxFi: (Fich:RECORD DosFile:String[37]; Leng:Word;
 FileData:Array[0..1449] of Byte; END);

 END;

LogTab=^TableLog;

TableLog= RECORD

 Adr:EthernetAddr;

 Laut:TabIAdr;

 END;

Appendice B - Déclarations des Fonctions & des Procédures

Unité Config

L'unité Config incorpore les variables suivantes définies par l'utilisateur:

INTERFACE

CONST

```
NoteNom='Nt';  
QuesNom='QG';  
QuesKan:Ttp=Le;  
TousAddr='FF-FF-FF-FF-FF-FF';  
LANType='FACE';  
PIX=10; PIY=290; PIdX=305; PIdY=89;  
QX=PIX; QY=PIY+90; QdX=PIdX; QdY=71;
```

VAR

```
Clipcx:String[8];  
NotePcx:String[8];  
Surnom:String[37];  
Surum:String[6];  
ModeProf:Byte;
```

Unité Global

Cette unité contient les variables globales suivantes utilisées par les unités nouvellement implantées:

```
INTERFACE
CONST
    FtNt:Byte=$40;
    TimeOut=100;
    TimO:Integer=0;
    LANOK:Byte=0;

    {du serv}
    QzRp=502;MsgS=505;Qust=507;
    {du prof}
    PenP=510;QzRq=512;Moni=513;QueA=514;MsgP=515;CtrE=516;
    QsRq=517;
    GoPp=518;
    {d'etudi}
    PenE=520;QzAn=522;VidS=523;Quse=527;
    {de tous}
    LogI=590;TxFi=591;Tx=599;

TYPE
EthernetAddr = Array[0..5] of Byte;
Index= Array[0..3] of Byte;

PLan=^LANPack;
LANPack= RECORD
    CASE PCod:Integer OF
        QzRp: (QR:RECORD Gd,Bd,Ig:Byte; END);
        QzRq: ();
        QzAn: (Ans:Byte);
        QueA,Qust,Quse: (Qt:RECORD DosFile:String[37];
            Nick:String[37];
            Addr:EthernetAddr;
            TdesM:Index;
            Tot:Word;
            Leng:Word;
            QstData:
                Array[0..1399]
                of Byte;
            END);
        QsRq: ();
        MsgS,MsgP: (Note:String);
        PenP,PenE: (Pen:RECORD X,Y,Status:Integer;
            END);
        Moni: ();
        VidS: (VS:RECORD DosFile:String[37];
            Nick:String[37];
            Leng:Word;
            ScnData:Array[0..1399]
            of Byte;
```

```

                                END);
    CtrE: (Ctrl:Byte);
    GoPp: (TdesM:Index);
    LogI: (Who:RECORD NbPC:Integer; CiKi:Byte;
                                Nick:String[37]; END);
    TxFi: (Fich:RECORD DosFile:String[37];
                                Leng:Word;
                                FileData:Array[0..1449]
                                        of Byte;
                                END);
                                END);
                                END;

LogTab:=^TabLogin;
TabLogin=RECORD
    Adr:EthernetAddr;
    Laut:LogTab;
    END;

HeadT=RECORD
    Head:Boolean;
    Nick:String[37];
    Addr:String;
    END;

VAR
    NotePcx:String;
    Pck,TxFiP: PPlan;
    Pers1,PersX:LogTab; PersTot:Byte;
    EtudAdrScr:LogTab;
    ProfAddr,ServAddr:String;
    An:Array[0..2] Of Byte;
    QuesTot,QuesRep:Word;
    QuesF:File; Qgf:Text;
    QuesFPos:LongInt;
    EtudCtrl:Byte;
    QuesMode:Boolean; QuesEcrit:Boolean; QuesNum:Byte;
    NoteMode:Boolean;
    Nf:Text;
    FTx:Byte; FRx:Byte; FileTx:File; NomFileTx:String;
    AQuiTx:String; CodTx:Integer;
    StudHead:HeadT;

```

Unité Modem

L'unité Modem incorpore les fonctions et procédures suivantes:

```
INTERFACE
Uses Grafik;
CONST T4:ShortInt=0;
VAR SFR:ARRAY[0..3] Of Byte;
PROCEDURE EcriLaKlef(n:Integer);
PROCEDURE EcriLaSouris(b,X,Y:Integer);
FUNCTION LiLaSouris(VAR B,X,Y:Integer):Boolean;
FUNCTION LisLaKlef:Integer;
PROCEDURE SetCom(B,P:Byte);
PROCEDURE ModemOff(P:Byte);
PROCEDURE EcriB(n:Byte);
FUNCTION YaZunB:Byte;
FUNCTION ModemStatus:Byte;
CONST ModelDem='N';

IMPLEMENTATION
uses config, global, network, classe, bibal;

FUNCTION YaZunB:Byte; Assembler; ASM Mov ax,0; END;
PROCEDURE ModemOff(P:Byte);
PROCEDURE LogOut(var T: LogTab);
PROCEDURE SetCom(B,P:Byte);
FUNCTION ModemStatus:Byte;
PROCEDURE EcriB(n:Byte);
PROCEDURE EcriLaKlef(n:integer);
FUNCTION LisLaKlef:integer;
PROCEDURE EcriLaSouris(b,X,Y:Integer);
FUNCTION LiLaSouris(VAR B,X,Y:Integer):Boolean;
```

Unité PktDrvr

Cette unité de domaine public développée par Oliver Rehmman permet à d'autres unités d'interagir avec le pilote de paquet PC/TCP V1.09. Elle contient les fonctions et procédures suivantes:

```
INTERFACE
USES DOS, OBJECTS;
{$I PACKET.INC}

CONST
  Pkt_Sig : String[08] = 'PKT DRVR';
  ParamLen : Byte      = 14;

TYPE TPKTSTATUS =
(NO_PKTDRVR, INITIALIZED, NOT_INITIALIZED);
  TACCESSTYPE = RECORD
    if_class      : Byte;
    if_type       : Word;
    if_number     : Byte;
    type_         : Pointer;
    typelen       : Word;
    receiver      : Pointer;
  END;

  TPKTPARAMS = RECORD
    major_rev     : Byte;
    minor_rev     : Byte;
    length        : Byte;
    addr_len      : Byte;
    mtu           : Word;
    multicast_aval : Word;
    rcv_bufs      : Word;
    xmt_bufs      : Word;
    int_num       : Word;
  END;

  TDRVRINFO = RECORD
    Version       : Word;
    Class         : Byte;
    Type_         : Word;
    Number        : Byte;
    pName         : Pointer;
    Functionality : Byte;
  END;

  TSTATISTICS = RECORD
    packets_in    : LongInt;
    packets_out   : LongInt;
    bytes_in      : LongInt;
    bytes_out     : LongInt;
    errors_in     : LongInt;
    errors_out    : LongInt;
```

```

        packets_lost : LongInt;
    END;

    TPKTDRVR = OBJECT(TOBJECT)

private
    pktInt      : Integer;
    pktHandle   : Integer;
    pktRecvHandler : Pointer;
    pktStatus   : TPKTSTATUS;
    pktError    : Byte;
    pktRegs     : Registers;
    pktAccessInfo : TACCESSTYPE;

    PROCEDURE   TestForPktDriver;

public
    CONSTRUCTOR Init(IntNo : Integer);
    DESTRUCTOR  Done; VIRTUAL;
    PROCEDURE   ScanForPktDriver;
    FUNCTION    GetStatus: TPKTSTATUS;
    FUNCTION    GetError: Byte;
    FUNCTION    GetHandle: Word;
    PROCEDURE   GetAccessType(VAR pktAccessType:
                               TACCESSTYPE);
    PROCEDURE   DriverInfo(VAR pktInfo:
                            TDRVRINFO);
    PROCEDURE   AccessType(VAR pktAccessType:
                            TACCESSTYPE);
    PROCEDURE   ReleaseType;
    PROCEDURE   TerminateDriver;
    PROCEDURE   GetAddress(Buffer: Pointer;
                            BufLen: Word;
                            VAR BufCopied: Word);
    PROCEDURE   ResetInterface;
    PROCEDURE   GetParameters(VAR pktParams:
                               TPKTPARAMS);
    PROCEDURE   SendPkt(Buffer: Pointer;
                        BufLen: Word);
    PROCEDURE   As_SendPkt(Buffer: Pointer;
                           BufLen: Word;
                           Upcall: Pointer);
    PROCEDURE   SetRCVmode(Mode: Word);
    FUNCTION    GetRCVmode: Word;
    PROCEDURE   SetMulticastList(VAR mcList:
                                  Pointer;
                                  VAR mcLen: Word);
    PROCEDURE   GetMulticastList(VAR mcList:
                                  Pointer;
                                  VAR mcLen: Word);
    PROCEDURE   GetStatistics(VAR pktStatistics:
                               TSTATISTICS);
    PROCEDURE   SetAddress(Address: Pointer;
                           VAR AddrLen : Word);

```

IMPLEMENTATION

```
CONSTRUCTOR TPKTDRVR.Init(IntNo: Integer);
DESTRUCTOR TPKTDRVR.Done;
FUNCTION TPKTDRVR.GetStatus: TPKTSTATUS;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetAccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);

PROCEDURE TPKTDRVR.TestForPktDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.ScanForPktDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.DriverInfo(VAR pktInfo: TDRVRINFO);
PROCEDURE TPKTDRVR.AccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);

PROCEDURE TPKTDRVR.ReleaseType;
PROCEDURE TPKTDRVR.SendPkt(Buffer: Pointer;BufLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.TerminateDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetAddress(Buffer: Pointer;BufLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.ResetInterface;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetParameters(VAR pktParams: TPKTPARAMS);
PROCEDURE TPKTDRVR.As_SendPkt(Buffer: Pointer;BufLen: Word;
                               Upcall: Pointer);

PROCEDURE TPKTDRVR.SetRCVmode(Mode: Word);
FUNCTION TPKTDRVR.GetRCVmode: Word;
PROCEDURE TPKTDRVR.SetMulticastList(VAR mcList: Pointer;
                                     VAR mcLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.GetMulticastList(VAR mcList: Pointer;
                                     VAR mcLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.GetStatistics(VAR pktStatistics:
                                  TSTATISTICS);
PROCEDURE TPKTDRVR.SetAddress(Address: Pointer;
                              VAR AddrLen:Word);

FUNCTION TPKTDRVR.GetError: Byte;
FUNCTION TPKTDRVR.GetHandle: Word;
```

Unité Network

Cette unité, étroitement reliée à l'unité PktDvr, contient les fonctions et procédures suivantes responsables d'initialiser une connexion au réseau, transmettre et recevoir des cadres Ethernet et de terminer une connexion au réseau:

```
INTERFACE
USES PKTDRVR,Global;

CONST
    MaxPack = 15;
    LngPack = 1526;

TYPE
    MACHeader = RECORD
        DestAddr : EthernetAddr;
        SourceAddr : EthernetAddr;
        TypeLen : Word;
    END;

VAR
    pktDriver : TPKTDRVR;
    pktDriverInfo : TDRVINFO;
    pktDriverAccess : TACCESSTYPE;

    TypeField : Word;

    SendPacket : Array[0..LngPack-1] of Byte;
    SendHeader : MACHeader;

    Data : String;

    RcvPack : Array[0..MaxPack-1,0..LngPack-1]
        of Byte;
    RcvLength : Word;
    RcvHeader : MACHeader;

    NbPack : Word;
    FirstPack : Word;
    LastPack : Word;

PROCEDURE InitPktDriver;
PROCEDURE TerminatePktDriver;
FUNCTION GetEthernetAddress(tEtherAddr: EthernetAddr):
    String;
FUNCTION CompareEthernetAddr(Addr1,Addr2: EthernetAddr):
    Boolean;

PROCEDURE TxData(ToAdr:String;Data:PLan);
FUNCTION RxData(Var Data:PLan; Cod:Integer):Boolean;
FUNCTION ByteToHEXASCII(tByte : Byte) : String;
```

IMPLEMENTATION

```
PROCEDURE pktReceiver; ASSEMBLER;
FUNCTION ByteToHEXASCII(tByte : Byte) : String;
FUNCTION WordToHEXASCII(tWord : Word) : String;
FUNCTION GetEthernetAddress(tEtherAddr : EthernetAddr):
                                         String;
PROCEDURE TranslateEthernetAddress(tStr : String;
                                   VAR tEtheraddr:
                                   EthernetAddr);
FUNCTION CompareEthernetAddr(Addr1,Addr2:EthernetAddr):
                                         Boolean;
FUNCTION SwapWord(sWord : Word) : Word;
PROCEDURE TxData(ToAdr:String;Data:PLan);
FUNCTION RxData(Var Data:PLan; Cod:Integer):Boolean;
PROCEDURE InitPktDriver;
PROCEDURE TerminatePktDriver;
```

Unité Classe

Cette unité contient les fonctions et procédures associées aux nouvelles fonctions de paramètre de projection créées pour cette thèse:

INTERFACE

```
USES Global,Config,Modem,Bibal,Grafik,Projed;
```

```
PROCEDURE LogIn(P:PLan);  
PROCEDURE Quiz(Tem:Byte);  
PROCEDURE FillSlide;  
PROCEDURE QuestionEcrit;  
PROCEDURE ClrQues;  
PROCEDURE TxFile;
```

```
PROCEDURE NewPage;  
PROCEDURE PostIt(Tit, Tex:String; col:Byte);  
PROCEDURE NetCommandes;  
FUNCTION AddrStr(Ladr:EthernetAddr):String;
```

IMPLEMENTATION

```
FUNCTION AddrStr(Ladr:EthernetAddr):String;  
PROCEDURE ClrQues;  
PROCEDURE PostIt(Tit, Tex:String; col:Byte);  
FUNCTION RemetLencre(VAR F:Text; FNom:String):Boolean;  
PROCEDURE TxFile;  
PROCEDURE QuestionSurDisk(P:Plan);  
FUNCTION QuestionReply(VAR P:PLan):Boolean;  
PROCEDURE QuestionDisplay(P:PLan);  
PROCEDURE RxFile(P:PLan;DOSfile:String);  
PROCEDURE ControlEtudiant(P:PLan);  
PROCEDURE QuestionEcrit;  
FUNCTION QuestionScanDisk(VAR P:PLan):Boolean;  
PROCEDURE QuestionRappel(P:PLan);  
FUNCTION GotoStruct(I:Index;VAR P:Pointeur):Boolean;  
FUNCTION InTabAdr(Unadr:EthernetAddr):Boolean;  
PROCEDURE LogIn(P:PLan);  
PROCEDURE QuizStat(LeP:Pointeur;P:PLan);  
PROCEDURE QuizCollect(P:PLan{;SendIt:Boolean});  
PROCEDURE Quiz(Tem:Byte);  
PROCEDURE FillSlide;  
PROCEDURE NewPage;  
PROCEDURE NetCommandes;
```

Appendice C - Types Ethernet DIX

| <u>Type</u> | <u>Description</u> | <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|--|-------------|------------------------------------|
| 0600 | XNS | 6002 | DNA Remote Console MOP |
| 0601 | XNS Address Translation | 6003 | DNA IV Routing Layer |
| 0800 | DOD IP | 6004 | DEC: Local Area Transport |
| 0801 | X.75 internet | 6005 | DEC: Diagnostics |
| 0802 | NBS internet | 6006 | DEC: Customer Use |
| 0803 | ECMA internet | 6007 | DEC: LAVC |
| 0804 | Chaosnet | 6008 | DEC Unassigned (AMBER?) |
| 0805 | X.25 Level 3 | 6009 | DEC Unassigned (MUMPS?) |
| 0806 | ARP | 6010 | 3Com |
| 0807 | XNS Compatibility | 6011 | 3Com |
| 081C | Symbolics private | 6012 | 3Com |
| 0888 | Xyplex | 6013 | 3Com |
| 0889 | Xyplex | 6014 | 3Com |
| 088A | Xyplex | 7000 | Ungermann Bass download |
| 0900 | Ungermann Bass net debugr | 7001 | Ungermann Bass NIUs |
| 0A00 | Xerox PUP | 7002 | Ungermann Bass diagnostic/loopback |
| 0A01 | Xerox PUP Address Translation | 7003 | Ungermann Bass |
| 0BAD | Banyan Systems | 7005 | Ungermann Bass Bridge |
| 0BAF | Banyan Echo | 7007 | OS/9 Microware |
| 1000 | Berkeley trailer negotiation | 7009 | OS/9 Net ? |
| 1001 | Berkeley trailer encapsulation | 7020 | Sintrom (was LRT) |
| 1002 | Berkeley trailer encapsulation | 7021 | Sintrom (was LRT) |
| 1003 | Berkeley trailer encapsulation | 7022 | Sintrom (was LRT) |
| 1004 | Berkeley trailer encapsulation | 7023 | Sintrom (was LRT) |
| 1005 | Berkeley trailer encapsulation | 7024 | Sintrom (was LRT) |
| 1006 | Berkeley trailer encapsulation | 7025 | Sintrom (was LRT) |
| 1007 | Berkeley trailer encapsulation | 7026 | Sintrom (was LRT) |
| 1008 | Berkeley trailer encapsulation | 7027 | Sintrom (was LRT) |
| 1009 | Berkeley trailer encapsulation | 7028 | Sintrom (was LRT) |
| 100A | Berkeley trailer encapsulation | 7029 | Sintrom (was LRT) |
| 100B | Berkeley trailer encapsulation | 7030 | Racal Interlan |
| 100C | Berkeley trailer encapsulation | 7031 | Prime NTS |
| 100D | Berkeley trailer encapsulation | 7034 | Cabletron |
| 100E | Berkeley trailer encapsulation | 8003 | Cronus VLN |
| 100F | Berkeley trailer encapsulation | 8004 | Cronus Direct |
| 1234 | DCA Multicast | 8005 | HP Probe |
| 1600 | VALID system protocol | 8006 | Nestar |
| 1989 | Artificial Horizons (dogfight simulator) | 8008 | AT&T/Standford |
| 3C00 | 3Com NBP | 8010 | Excelan |
| 3C01 | 3Com NBP | 8013 | Silicon Graphics diagnostic |
| 3C02 | 3Com NBP | 8014 | Silicon Graphics network games |
| 3C03 | 3Com NBP | 8015 | Silicon Graphics |
| 3C04 | 3Com NBP | 8016 | Silicon Graphics XNS Nameserver |
| 3C05 | 3Com NBP | 8019 | Apollo DOMAIN |
| 3C06 | 3Com NBP | 802E | Tymshare |
| 3C07 | 3Com NBP | 802F | Tigan |
| 3C08 | 3Com NBP | 8035 | Reverse ARP |
| 3C09 | 3Com NBP | 8036 | Aeonic Systems |
| 3C0A | 3Com NBP | 8037 | IPX (Netware) |
| 3C0B | 3Com NBP | 8038 | DEC: bridge |
| 3C0C | 3Com NBP | 8039 | DEC: DSM/DDP |
| 3C0D | 3Com NBP | 803A | DEC: (Argonaut console ?) |
| 4242 | PCS Basic Block Protocol | 803B | DEC: (VAXELN ?) |
| 4321 | THD Diddle | 803C | DEC: (NMSV? DNA Naming?) |
| 5208 | BBN Simnet Private | 803D | DEC: encryption |
| 6000 | DNA experimental | 803E | DEC: distributed time service |
| 6001 | DNA Dump/Load MOP | 803F | DEC: LAN Traffic Monitor |

| <u>Type</u> | <u>Description</u> | <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|----------------------------------|-------------|---------------------------------|
| 8040 | DEC: NetBIOS Datagrams | 80B1 | Siemens Gammasonics |
| 8041 | DEC: Local Area System Transport | 80B2 | Siemens Gammasonics |
| 8042 | DEC Unassigned | 80B3 | Siemens Gammasonics |
| 8044 | Planning Research Corp. | 80C0 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8046 | AT&T | 80C1 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8047 | AT&T | 80C2 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8048 | DEC: DECamds | 80C3 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8049 | ExperData | 80C6 | Pacer Software |
| 805B | VMTP/RFC 1045 | 80C7 | Applitek Corp. |
| 805C | Stanford V Kernel, version 6.0 | 80C8 | Intergraph Corp. |
| 805D | Evans & Sutherland | 80C9 | Intergraph Corp. |
| 8060 | Little Machine | 80CA | Intergraph Corp. |
| 8062 | Counterpoint Computers | 80CB | Intergraph Corp. |
| 8065 | University of Mass. at Amherst | 80CC | Intergraph Corp. |
| 8066 | University of Mass. at Amherst | 80CD | Harris Corporation |
| 8067 | Veeco Integrated Automation | 80CE | Harris Corporation |
| 8068 | General Dynamics | 80CF | Taylor Instrument |
| 8069 | AT&T | 80D0 | Taylor Instrument |
| 806A | Autophon | 80D1 | Taylor Instrument |
| 806C | ComDesign | 80D2 | Taylor Instrument |
| 806D | Compugraphic Corp. | 80D3 | Rosemount Corp. |
| 806E | Landmark Graphics Corp. | 80D4 | Rosemount Corp. |
| 806F | Landmark Graphics Corp. | 80D5 | IBM SNA Service on Ethernet |
| 8070 | Landmark Graphics Corp. | 80DD | Varian Associates |
| 8071 | Landmark Graphics Corp. | 80DE | TRFS (Integrated Solutions ...) |
| 8072 | Landmark Graphics Corp. | 80DF | TRFS (Integrated Solutions ...) |
| 8073 | Landmark Graphics Corp. | 80E0 | Allen Bradley |
| 8074 | Landmark Graphics Corp. | 80E1 | Allen Bradley |
| 8075 | Landmark Graphics Corp. | 80E2 | Allen Bradley |
| 8076 | Landmark Graphics Corp. | 80E3 | Allen Bradley |
| 8077 | Landmark Graphics Corp. | 80E4 | Datability |
| 807A | Matra | 80E5 | Datability |
| 807B | Dansk Data Elektronik | 80E6 | Datability |
| 807C | Merit Internodal | 80E7 | Datability |
| 807D | Vitalink Communications | 80E8 | Datability |
| 807E | Vitalink Communications | 80E9 | Datability |
| 807F | Vitalink Communications | 80EA | Datability |
| 8080 | Vitalink TransLAN III Mgmt | 80EB | Datability |
| 8081 | Counterpoint Computers | 80EC | Datability |
| 8082 | Counterpoint Computers | 80ED | Datability |
| 8083 | Counterpoint Computers | 80EE | Datability |
| 8088 | Xyplex | 80EF | Datability |
| 8089 | Xyplex | 80F0 | Datability |
| 808A | Xyplex | 80F2 | Retix |
| 809B | EtherTalk (AppleTalk) | 80F3 | AppleTalk AARP |
| 809C | Datability | 80F4 | Kinetics |
| 809D | Datability | 80F5 | Kinetics |
| 809E | Datability | 80F7 | Apollo Computers |
| 809F | Spider Systems | 80FF | Wellfleet |
| 80A3 | Nixdorf | 8100 | Wellfleet |
| 80A4 | Siemens Gammasonics | 8101 | Wellfleet |
| 80A5 | Siemens Gammasonics | 8102 | Wellfleet |
| 80A6 | Siemens Gammasonics | 8103 | Wellfleet |
| 80A7 | Siemens Gammasonics | 8107 | Symbolics |
| 80A8 | Siemens Gammasonics | 8108 | Symbolics |
| 80A9 | Siemens Gammasonics | 8109 | Symbolics |
| 80AA | Siemens Gammasonics | 812B | Talaris |
| 80AB | Siemens Gammasonics | 8130 | Waterloo Microsystems |
| 80AC | Siemens Gammasonics | 8131 | VG Laboratory Systems |
| 80AD | Siemens Gammasonics | 8137 | Novell NetWare |
| 80AE | Siemens Gammasonics | 8138 | Novell ? |
| 80AF | Siemens Gammasonics | 8139 | KTI |
| 80B0 | Siemens Gammasonics | 813A | KTI |

| <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|------------------------------|
| 813B | KTI |
| 813C | KTI |
| 813D | KTI |
| 814C | SNMP over Ethernet |
| 814F | Technically Elite Concepts |
| 817D | XTP |
| 81D6 | Lantastic |
| 8582 | Kalpana |
| 8888 | HP LanProbe ? |
| 9000 | Loopback |
| 9001 | 3Com: XNS Mngmt |
| 9002 | 3Com: TCP/IP Mngmt |
| 9003 | 3Com: loopback detection |
| AAAA | DECNET ??? |
| FF00 | BBN VITAL LanBridge |
| | |
| FACE | LanProf over Ethernet |

Bibliographie

- [1] Abramson, G., (1993), "Computer WEB: Improved Delivery of Technology-Based Instruction", Conference Proceedings, Orlando Multimedia '93, SALT, Orlando, Fl.
- [2] Anderson, L., Brubaker, N., Alleman-Brooks, J., & Duffy, G., (1985), "A Qualitative Study of Seatwork in First-Grade Classrooms", Elementary School Journal, 86.
- [3] Bajarin, T., (1993), President of Creative Strategies Research Int'l, "Calculating the Growth of an Emerging Market", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [4] Berque, D., (1993), "Electronic Blackboards: A Vision of the Future", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [5] Carrier, C., (1983), "Notetaking Research: Implications for the Classroom", Journal of Instructional Development, 6(3).
- [6] Collison, M., (1992), "Sale of Class Notes: A New Skirmish Over an Old Idea", The Chronicle of Higher Education, April 8.
- [7] Communication Intelligence Corporation, (1993), "Handwriting Recognition Systems: Design Issues and Philosophy", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [8] D'Angelo, J. and Lomerson, W., (1993), "Issues and Strategies for Effective Classroom Use of Instructional Management Systems", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [9] Dao, J., CEO of Communication Intelligence Corporation, (1993), "Multimedia and Pen Computing Reshaping the Use of Computers for the Future", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [10] Dick, W. and Carey, L., (1985), "The Systematic Design of Instruction", Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois, 1985.
- [11] Doyle, W., (1986), "Classroom Organization and Management", In M. Wittrock (Ed.), Handbook of Research n Teaching (3rd ed.). New York: Macmillan.

- [12] Frederick, P.J., (1987), "Student Involvement: Active Learning in Large Classes", In M.G. Weimer (Ed.), Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [13] Gagné, R., (1988), "Principles of Instructional Design", Holt, Rinehart and Winston, 1988.
- [14] Good, T. and Weinstein, R., (1986), "Teacher Expectations: A Framework for Exploring Classrooms", In K.K. Zumwalt (Ed.), Improving Teaching (The 1986 ASCD Yearbook). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- [15] Hamilton, E.R., (1993), "Remote Sharing of Electronic Paper (SlateMate®)", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [16] Hestens, D., Wells, M. and Swackhamer, G., (1992), "Force Concept Inventory"., The Physics Teacher., Vol. 30.
- [17] Jackson, P., (1968), "Life in Classrooms", New York: Basic Books.
- [18] Jensen, E., (1989), "Student Success Secrets" (3rd Ed.), New York: Barron's Educational Series, Inc.
- [19] Kay, A., (1975), "Personal Computing", Xerox Palo Alto Research Center, June 1975.
- [20] Knapper, C., (1987), "Large Classes and Learning", In M.G. Weimer (Ed.), Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [21] Knowles, M., (1983), "Adults are not grown-up children as learners", Community Services Catalyst, 13(4).
- [22] Kupsh, J., (1993), "Design Principles for creating Computer-Generated Visuals", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [23] Lane, M.G., (1985), "Data Communications Software Design", Computer Science Series, Boyd & Fraser Publishing Company, Boston, 1985.
- [24] Laws, P., (1991), "Workshop Physics: Learning Physics by Doing It.", Change Magazine, July/August 1991.

- [25] LeBaron J.F. and Bragg, C.A., (1993), "Modeling Constructivism in Distance Education Designs for Higher Education", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [26] McWhorter, K.T., (1992), "College Reading and Study Skills", Fifth Edition, HarperCollins Publishers Inc., New York, 1992.
- [27] Mel, B.W., Omohundro, S.M., Robison, A.D., Skiena, S.S., Thearling, K.H., Young, L.T., Wolfram, S., (1988), "TABLET: personal computer in the year 2000", Communications of the ACM, June 1988, v31 n6 p638(9).
- [28] Metcalfe, R.M., and Boggs, D.R., (1976), "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks", Communications ACM, vol. 19, July 1976.
- [29] Moore, M.G., (1991), "Distance Education Theory", DOESNEWS/The American Center for the Study of Distance Education, 1(25).
- [30] Orr, K.L., Golas, K.C., and Yao, K., (1994), "Storyboard Development for Interactive Multimedia Training", Journal of Interactive Instruction Development, Vol 6, Num 3, Winter 1994.
- [31] Pilon, D. and Raymond, J., (1994), "Software Tools for improving Distance Learning Interaction", paraître sous peu dans le ITCA Teleconferencing Yearbook 1994.
- [32] Raymond, J., (1991), "Computer Aided Lecturing: One Implementation", Computer Graphics and Education 91, Barcelona, ACM SigGraph, IFIP, April 91.
- [33] Raymond, J. and Pilon, D., (1993), "An Open Software Interface for the Electronic Overhead Projector", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [34] Raymond, J. and Pilon, D., (1994), "Software Tools for Computer-Aided Lecturing", IEEE Transactions on Education, 37(1), February 1994.
- [35] Redish, E.F., Wilson, J.M. and McDaniel, C., (1992), "The CUPLE Project: A Hyper- and Multimedia Approach to Restructuring Physics Education", In E. Barrett, ed., Sociomedia-Multimedia, Hypermedia and the Social Construction of Knowledge, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- [36] Robinson, S.L., (1990), "Summary of Activities and Findings Concerning the DISCOURSE® Educational Communication System", Educational Technology Research Program, September 1990.

- [37] Robinson, S.L., (1993), "Network Systems for Classroom Discourse: Teaching for Understanding and Use of Knowledge", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [38] Rosenthal, R., (1974), "On the Social Psychology of the Self-fulfilling Prophecy: Further Evidence for Pygmalion Effects and their Mediating Mechanism", New York: MSS Modular Publications.
- [39] Shavelson, R., Stasz, C., Schlossman, S., Webb, N., Hotta, J., and Goldstein, S. (1986), "Comparing Student Outcomes from Telecourse Instruction: A Feasibility Study". Rand Corporation, Santa Monica, CA.
- [40] Spencer-Hall, D., (1981), "Looking Behind the Teacher's Back", Elementary School Journal, 81.
- [41] Steller, A.W., (1985), "Manage Instruction to Improve Learning", Updating School Board Policies, 16(4).
- [42] Swan, K. and Mitrani, M., (1993), "Interactive Classroom Presentations and Whole Group Feedback", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [43] Twining, J.E., (1991), "Strategies for Active Learning", Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- [44] Walker, K.B. and Hackman, M.Z., (1993), "Teacher/Student Communication in Televised Courses", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [45] Walko, J. and Dwyer, F., (1990), "Effect of Varied Note Taking Strategies in Complementing Visualized Instruction", Int'l Journal of Instructional Media, 17(4).
- [46] Weaver, R.L. and Cotrell, H.W., (1987), "Lecturing: Essential Communication Strategies", In M.G. Weimer (Ed.), Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [47] Whittington, N., (1987), "Is Instructional Television Educationally Effective? A Research Review", The American Journal of Distance Education, 1(1).
- [48] Wilson, J.M. and Mosher, D.N., (1994), "The Prototype of the Virtual Classroom", Conference Proceedings, Orlando Multimedia '94, SALT, Orlando, FL, February 1994.

SOFTWARE TOOLS FOR IMPROVING CLASSROOM INTERACTION

by
Daniel Pilon

Thesis
submitted to the School of Graduate Studies and Research
in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Computer Science

The Ottawa-Carleton Institute for Computer Science
Computer Science Department
University of Ottawa

© Daniel Pilon, Ottawa, Ontario, Canada, 1994

Pour la version française, voir l'autre côté du document

Table of Contents

| | |
|--|-----|
| List of Figures | iv |
| Abstract | v |
| Foreword | vi |
| Acknowledgements | vii |
| PART I - INTRODUCTION | 1 |
| Introduction | 2 |
| Motivations | 3 |
| Recent Activities | 5 |
| Assumptions and Restrictions | 7 |
| Classroom Observation | 9 |
| Instructional Management | 10 |
| Feedback | 10 |
| Active Learning | 11 |
| Visual reinforcements | 12 |
| Lecture Notes | 13 |
| Students' Monitoring | 14 |
| Course Design | 16 |
| LæProf Overview | 17 |
| LæProf Outliner | 17 |
| Transparency Content Design | 19 |
| Strategy for Explanation | 20 |
| Present Situation | 21 |
| Existing Hardware and Software Systems | 22 |
| Pen-Based Systems | 24 |
| Pen Operating Systems | 26 |
| PART II - SYSTEM DESIGN | 27 |
| System Configuration | 28 |
| System Functionalities Modules | 29 |
| Classroom Configuration | 31 |
| Remote Configuration | 32 |
| Software Configuration | 33 |

| | |
|---|----|
| Software Tools | 35 |
| Tools Overview | 36 |
| The Clipboard | 36 |
| Overlay Electronic Chalkboard | 37 |
| The Note-Taking Tool | 38 |
| The Question/Answer Tool | 39 |
| The Fill-the-Slide Tool | 41 |
| The Quiz Tool | 43 |
| The Monitoring Tool | 46 |
| The Head-to-Head Tool | 47 |
| | |
| PART III - IMPLEMENTATION | 49 |
| | |
| Software Integration | 50 |
| System Usage Environments | 51 |
| System Components | 52 |
| Integration into LæProf | 53 |
| PC/TCP Packet Driver | 55 |
| Ethernet Type Field | 56 |
| Preferred Pen Operating System | 58 |
| | |
| Software Tools Implementation | 60 |
| The Log-In Tool | 61 |
| The Students' Computer Control Tool | 63 |
| The Management File | 64 |
| The Note-Taking Tool | 65 |
| The Question Tool | 67 |
| The Fill-the-Slide Tool | 71 |
| The Quiz Tool | 72 |
| The Monitoring Tool | 74 |
| The Head-to-Head Tool | 76 |
| | |
| Further Development | 79 |
| External Files | 80 |
| Intelligent Tutoring Module (ITS) | 81 |
| User-Defined Projection Parameters | 82 |
| Timetable Module | 83 |
| Scheduler Module | 83 |
| Electronic-Mail Module | 84 |
| Handwriting Recognition Module | 84 |
| | |
| PART IV - PROBLEMS ENCOUNTERED | 86 |
| | |
| Hardware | 87 |
| Pen-Based Computer | 88 |
| Pen-based Colour Display | 88 |

| | |
|---|-----|
| Wireless Network Interface Card | 89 |
| Classroom Trial | 89 |
| University Support | 89 |
| Software | 90 |
| DOS-based Pen Operating System | 91 |
| LæProf Display Mode | 91 |
| PenBIOS™ Specification Calls | 92 |
| Ethernet Driver in Pascal | 92 |
| LæProf Modifications | 92 |
| LAN Implementation | 93 |
| University Support | 93 |
| PART V - CONCLUSIONS | 94 |
| Conclusion | 95 |
| Conclusion | 96 |
| Possible Improvements | 96 |
| Summary of Contributions | 97 |
| PART VI - APPENDICES | 100 |
| Appendix A - ClassTool Data Structures | 101 |
| Appendix B - Function & Procedure Declarations | 103 |
| Appendix C - Ethernet DIX Types | 113 |
| Bibliography | 116 |

List of Figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 - LæProf Outliner | 18 |
| Figure 2 - ClassTool's Functionalities Modules | 29 |
| Figure 3 - Classroom Configuration | 31 |
| Figure 4 - Remote Configuration | 32 |
| Figure 5 - The Clipboard | 36 |
| Figure 6 - The Electronic Chalkboard | 37 |
| Figure 7 - The Note-Taking Tool | 38 |
| Figure 8 - The Question Tool | 39 |
| Figure 9 - The Answer Tool | 40 |
| Figure 10 - The Fill-the-Slide Tool | 42 |
| Figure 11 - The Projection Parameter "FillSlide" | 42 |
| Figure 12 - The Projection Parameter "Quiz" | 43 |
| Figure 13 - The Quiz Tool in Student Mode | 44 |
| Figure 14 - The Quiz Tool in Professor Mode | 45 |
| Figure 15 - The Monitoring Tool | 46 |
| Figure 16 - The Head-to-Head Tool | 47 |
| Figure 17 - System Usage Environments | 51 |
| Figure 18 - System Units Inter-relations | 55 |
| Figure 19 - Ethernet Frame Format | 57 |
| Figure 20 - Log In Frame Format | 61 |
| Figure 21 - Log In Acknowledgement Frame Format | 62 |
| Figure 22 - Log In Session Data Flow | 62 |
| Figure 23 - Students' Computer Control Frame Format | 63 |
| Figure 24 - Students' Computers Control Session Data Flow | 64 |
| Figure 25 - The Management File in Server Mode | 65 |
| Figure 26 - Pen Event Frame Format | 66 |
| Figure 27 - LæProf Input Device Command Frame Format | 66 |
| Figure 28 - Pointing and Emphasizing Data Flow | 67 |
| Figure 29 - Question Asking Frame Format | 68 |
| Figure 30 - Next Question Request Frame Format | 69 |
| Figure 31 - Question File Frame Format | 69 |
| Figure 32 - Question's Answer Frame Format | 70 |
| Figure 33 - Question Session Data Flow | 71 |
| Figure 34 - Quiz Answer Frame Format | 72 |
| Figure 35 - Quiz Statistics Request Frame Format | 73 |
| Figure 36 - Quiz Statistics Reply Frame Format | 73 |
| Figure 37 - Quiz Session Data Flow | 74 |
| Figure 38 - Monitor Request Frame Format | 74 |
| Figure 39 - Video Screen Dump File Frame Format | 75 |
| Figure 40 - Monitoring Session Data Flow | 76 |
| Figure 41 - Head-to-Head Pen Event Frame Format | 76 |
| Figure 42 - LæProf Function Command Frame Format | 77 |
| Figure 43 - Head-to-Head Session Data Flow | 78 |

Abstract

This thesis describes a computer-aided classroom lecturing and attending system and presents its functionalities. It introduces a pen-based computer system and a set of software tools to improve communication between professors and students. The software tools allow professors to interact effectively with the students during lectures and help students to take relevant notes. The system may be used in a traditional classroom setting, in a distance learning or teleconferencing environment. For the purpose of this thesis, the software tools when described as a whole, are designated as *ClassTool*.

Foreword

Since the apparition of the human being on Earth, the world has changed dramatically. Women and men had to learn to survive. They learned by trying and experimenting. With an incredible ingenious intellect, human beings have been able to improve their society. Probable reasons that contribute to the success of a better world may be because human beings, in their nature, like to be actively involved to motivate themselves (new world discovery, travel to the moon); and disparate human beings (man/woman, adult/child, black/white, teacher/pupil) have communicated between them to share experience and transmit wisdom. Unfortunately, sad incidents happened when these qualities were used improperly; barbarians used to reign on continent; wizards, supposedly witches, and priest were burnt alive; bloody wars happened; and slaves existed one day. Fortunately, glorious men and women have been able to invent ways to avoid such incidents by controlling and disseminating information quickly to anyone willing to get actively involved in order to create a better world.

Acknowledgements

I would like to express my deep gratitude to the following persons who have provided inspiration, ideas, suggestions, comments, criticisms, insight, and diverse other forms of help and assistance:

- my wife Martine for her enthusiasm and loving patience through the many unexpected twists, and for delivering my third boy David;
- my two other boys, Erik and Pascal, for proving me that pen-based computers are user-friendly and can really be used by anyone;
- my thesis supervisor Jacques Raymond for his many insightful comments and ideas;
- my sponsors Michel Jean and Captain François Viens, from the Collège militaire St-Jean, for believing in my research and providing state-of-the-art equipment;
- my friend Patricia Scaglione for turning my scribbled writings into stunning compositions, and principally for her splendid tenacity;
- my classmates Daniel Amyot, Major Louis Massey, Mark and Michael Weedmark for many stimulating discussions;
- Bruce Leong, from Communication Intelligence Corporation, for providing pen software applications; and
- Mike Hughes and Mark Ross, from NEC Technologies Inc., for

loaning pen hardware.

==== Part I ====

Introduction



Introduction

"With just enough of learning to misquote"

Ibid,51
Byron, George Gordon
Noel Byron, 6th Lord
18-19th century

Motivations

It has become apparent that the traditional classroom setting is not cost effective, that the budgets in educational institution are reduced each year, and what's more, that greater productivity is now expected with fewer resources. To cope with these problems, computer driven systems, such as computer-aided lecturing, computer-assisted learning, intelligent tutoring and live distance learning, have gone from cutting edge pilot projects to implementation in several institutions of higher education. They are now being seen as other standard methods of transmitting/exchanging knowledge. This research was triggered by the following motivations:

- a. computer-assisted learning (CAL) systems and intelligent tutoring systems (ITS) have been and are still being developed with the perception that by minimizing the role of professors and maximizing the participation of students, students' learning will be improved. In my opinion, "replacing" professors with computers will not solve learning problems. While CAL and ITS work well for individual learning, presently only a human-being (such as a professor), can perceive the complex affective and cognitive signs of students in a traditional classroom setting. Even in distance learning, the desire of professors to feel the students' presence is being reflected by the installation of video cameras in remote classrooms. Interactive communication is vital for developing a social dynamic and for working with the talents of each student for the collective and individual mastery of curriculum. Robinson's summary [37] explains that previous research has consistently demonstrated the positive relationship of student participation, monitoring of instruction and corrective feedback to achievement;

- b. computer-aided lecturing software and presentation packages are designed to help professors teach and not to help students study. They assumed that the whole classroom environment is enhanced through simply providing and improving the current teaching tools available to the professor; they were not intended to bring new tools to the students. In fact, because only some of the professors' tasks were being computerized, I believe that the effectiveness and the harmony of all classroom functions became unbalanced; for example, when prepared electronics transparencies are used, professors tend to switch to the next one faster than when using a traditional blackboard causing the students to take inaccurate notes;

- c. similarly, the effectiveness of distance learning compared with traditional classroom learning is not clear because some studies, such as those of Shavelson et al. [39] and Whittington [47], have demonstrated diametric results. However, Walker and Hackman's [44] results indicate that telecourses could be considered exchangeable for face-to-face instruction when media factors enable dissemination of course content and where students require less contact with their instructor; students may experience frustration, discomfort and anxiety in telecommunication systems which are non-interactive. Furthermore, Moore [29] states that compared with face-to-face contact, telecommunicated instruction tends to reduce the range of "transaction" available between learner and teacher, as well as among learners themselves.

As LeBaron and Bragg [25] explain, designers must develop clear strategies to bridge "distances" by creating electronic opportunities for student transaction. Walker and Hackman [44] add that system factors must be designed to enable greater interactivity, user control, and social presence; and, instructors must be trained to convey

higher levels of immediacy; and

- d. education is a communication process. Regardless of the model of pedagogy used, communication between professors and student is central to the process. To interest students' learning these days, professors must be excellent communicators. Students must be motivated and it is not evident to do so in lecture halls. A lecturer may be extremely motivational, but Hestens et al. [16], Laws [24] and Redish et al. [35] have demonstrated that traditional lecturing is not efficient in stimulating student learning; students must be actively involved. I believe that new software tools to help students attending and participating in classes located in a lecture hall may be one solution to these problems.

Recent Activities

As mentioned in the AT&T/GO Corporation Company Background Information booklet, the pace of inventions which support better communication continues to increase rapidly and are driven by the concept of bringing information and people together. These include the personal computer, the fax machine, the cellular phone, and pagers. One of the fastest growing products in this category is the most commonplace - the cordless telephone. Furthermore, a new generation of products, called Personal Digital Assistant (PDA) is emerging. PDAs represent the integration of today's most advanced computing and communications technologies. They are both portable and rich in communications; they act as a single point of integration for the kinds of communications anyone use today such as the electronic mail, fax, paging and cellular phone. Personal Digital Assistants change the way people stay in touch while on the go.

However, even if great inventions to promote better communication

emerged, successful software tools to improve teaching and learning in traditional classrooms have not been found yet. As Raymond and Pilon [34] pointed out, computer assisted learning (CAL) and computer based training (CAT) have evolved through many stages since their beginning in the 50's. Evolution stages were triggered either by reviewing goals set, usually after failure of an approach, or by the development of new hardware or software technologies. As well, an evolution of identification and classification of the discipline also occurred as hopes and realities were changing. Nevertheless, over the years, the fundamental goal is still the same, that is the use of computers in education to improve productivity. Furthermore, the amount of research papers written and being written on new technologies in education indicates that the goal still seems justified and urgent. However, the majority of new approaches found have tried to replace only functions of professors (drilling, correcting, etc.) and/or the didactic material (overhead projector, slide carrousel, etc.); in fact, these approaches provide a computer to each student and professors become lab assistants.

The personal computer (PC) has become the central tool of many professions and disciplines. Considerable efforts have been made in education even though the chalkboard, the overhead projector, the textbook and class notes still prevail. However, today computers are still not used in the classroom as people predicted they would be years ago. Up to now, computers have been used primarily at school in laboratories where students have used them as tutors to learn topics that professors have not been able to deliver efficiently or simply for economical or political reasons.

It is only recently that inexpensive projection systems with good contrasts and resolutions have become available. They make possible a cheap and efficient way to use the computer in the classroom as a true "electronic chalkboard". Consequently, the computer may be used as a teaching assistant for the professor during lecturing in the traditional method; however, in this case only the functions of the chalkboard and the overhead projector are being duplicated or enhanced.

Currently, most remote classrooms are equipped with such a system displaying only what the professor is writing on the chalkboard. Questions are asked and answered via microphones and speakers, and some classes are equipped with video cameras and monitors. Very few methods or equipment to increase students' participation or to provide feedback to the professor are being used. The students rely on what they hear and on what they see on the projection screen whereas the professor relies on questions asked and what he/she sees on small monitors.

Assumptions and Restrictions

Within such a complex educational system, it is almost impossible to improve it without first breaking down the system into small groups of functionalities. It is obvious that young children in primary school do not learn and are not taught the same way as adults in a university, in a distance learning environment or in continuing education. A new science has even emerged from these differences; Knowles [21] drew a distinction between the art and science of helping adults learn, a process he named andragogy and the widely used term, pedagogy, the science of teaching children.

In this thesis, I describe components of a system which improves the interaction between professors and students in a traditional classroom or lecture hall setting. This system is targeted to higher education. Although the system can be used in a closed classroom, it is perfectly tailored to "real" distance learning systems which otherwise would be weak in interaction. Since we are in what is termed the Electronic Highway era, more distance learning systems will be developed and implemented. These systems, if they want to survive, will have to demonstrate that they bring advantages over traditional classroom settings including dynamic interaction, intervention, feedback and one-to-one private sessions. I believe that the system proposed in this thesis achieves all this and

may be viewed as one solution to the problems associated with distance learning. Assisting, improving, and extending the lecturing proficiency are therefore the goals that I have set in the design of the software tools presented in this thesis.

The set of software tools implemented in this thesis, when described as a whole, will be designated as *ClassTool*. *ClassTool* was required to be integrated and thus compatible with Raymond's [32] software package *LæProf* (previously called *EOP*). Furthermore, I do assume in my discussion that the course designer (usually the professor) knows what to teach, how it will be presented and must develop the lessons using *LæProf*.

To fully take advantages of the system, the professor and each student must be equipped with a portable computer using an electronic stylus as input device (pen-based computer) and equipped with an Ethernet Network Interface Card (NIC). Classrooms must be equipped with an Ethernet network and a stand-alone computer connected to the network and linked to a projection system.



Classroom Observation

*"Error is the force that welds
men together; truth is communicated
to men only by deeds of truth"*

Tolstoy, My Religion
A handbook of Proverb

Instructional Management

Steller [41] defines an Instructional Management System (IMS) as a system which provides the capability to identify and delineate what students should learn; it arranges people, programs, materials, and other resources to promote learning and makes appropriate adjustments based on assessments of the results. Additionally, D'Angelo and Lomerson [8] indicate the following four essential components of effective instructional management:

- a. a set of guiding statements or goals that give directions and provide reference points for measuring results;
- b. a means of assessing initial instructional needs and entry levels for diagnosing appropriate placements and grouping patterns;
- c. an organizational structure and instructional delivery process capable of providing alternatives and flexible uses of resources; and
- d. a feedback/feedforward method for monitoring and recording progress and evaluating actual results compared with goals.

ClassTool should be equipped with some type of mechanism to keep track of activities happening in classrooms. From the data gathered, individuals would be capable of managing instruction according to D'Angelo and Lomerson's components.

Feedback

As documented by Jackson [17], in a single day, an elementary school teacher may engage in more than a thousand inter-personal exchanges with

students. Teachers in secondary schools may have interactions with 150 different students a day. In higher education, classes with as many as 200 students are not rare, and in a remote learning environment, the number of students may be very large indeed; imagine the interactions required by a professor during a lecture if he/she had to give feedback to each one. In my opinion, one professor cannot deliver timely, accurate feedback to every student in this situation.

A technique developed by Weaver and Cotrell [46] for gaining variety in the lecture hall is the half-sheet response. During a lecture, they propose asking students to tear out a half-sheet of notebook paper and to put their name and the date in the upper right-hand corner. The half-sheet can be used to gain an immediate reaction to lecture material, to have students provide an example of a concept, to test student understanding, to run brief surveys, and for quizzes. Students respond to the half-sheet responses as aids to their understanding, challenges to thinking, outlets for feedback, stimulation and motivation, and as a reduction in test anxiety. The half-sheet response may also constrain lecturer anxiety by reducing the focus of the student to the lecturer alone. Although an excellent way to promote participation, I believe, that this technique consumes extremely valuable time during a lecture.

Furthermore, Swan and Mitrani [42] mention that it is necessary for professors to tailor their presentations in response to student feedback, and for individual students to extract from the information presented that which is directly applicable to themselves.

ClassTool should provide some type of feedback to students and professors. Immediate feedback would be preferable.

Active Learning

According to Twining [43], asking questions is a strategy which can help

students identify the organization of a lecture. Students may ask the professor to explain points of disagreement or to clarify areas of confusion. Such questions clearly aid both listening and understanding. However, unresponsiveness of the students, in my opinion, is one of the most dramatic interactive problems in a classroom especially in remote classrooms where students are afraid of microphones. Some students lack self-confidence and do not raise their hands or talk in the microphone to ask or answer questions, and they copy, guess, leave an item blank, or "disconnect" momentarily from an explanation given by the professor; it would be so simple if they asked the professor. One of Doyle's [11] aspects of classroom that teachers must necessarily accommodate is the public classroom climate; much of what happens to a student is seen by many other students as well. This does not help someone lacking in self-confidence.

Similarly, Rosenthal [38] suggests that teachers could maximize students' achievement if they gave them more opportunities to ask and to answer questions. As well, to improve classrooms that feature boring and non-challenging routines, Good and Weinstein [14] suggest increasing opportunities for students to participate actively while listening. Factual questions, when used with moderation, help teachers to determine whether or not students know basic information. Besides factual questions, professors must ask questions that require students to think, analyze and synthesize.

ClassTool should give to students the opportunity to be actively involved while being taught in class. It should also provide to students a way to ask questions without being intimidated by their peers.

Visual reinforcements

Frederick [12] states that in classes of any size, visual reinforcements are vital in order to focus attention and to clarify the context of verbal presentations. In a traditional classroom environment, this is performed by pointing, with a finger

or any object, on the chalkboard or the overhead projector.

ClassTool should give tools to allow visual reinforcement . It should perform this by directing students' attention to a unique classroom focus point.

Lecture Notes

Knapper has stated [20], that next to instructors and other students, the most frequently mentioned dimension that to assist students in learning includes such instructional materials as "a good textbook", "review" or "study guide sheets", "visual aids on overhead projectors", and "slides and films". The most frequently mentioned instructional aid, however, is lecture notes.

Twining [43] indicates that some instructors believe that most students' time in class should be spent listening and thinking, with note-taking only to highlight ideas for later consideration. He refers also to others that believe that students might just as well write down everything they can; still others suggest a middle ground between these two extremes. Normally, students are not trained to isolate what is important in a lecture, in a teaching objective or in a transparency. Consequently, students write down the contents of entire transparencies, irrelevant information or simply write nothing. Jensen [18] indicates that in order to take notes well, students must be proficient at sorting information. He suggests looking for phrases such as "most important", "first of all", "it must be emphasized that..." or any similar phrase that indicates the professor's way of telling the students that something important will follow.

Fortunately, Walko and Dwyer [45] indicate that many educators have formalized the process of note-taking by providing students with study guides, teaching activity guides, content guides, individualized guides, etc. to facilitate their interaction with the content. Other educators do not provide anything to the students. While students are busy copying the transparencies, they are usually

unable to understand quickly what it is written on them or to think about the professor's explanation. As a result, students from many educational institutions, as reported by Collison [6], purchase their class notes from private note-taking services.

Furthermore, research studies such as Carrier's [5] indicate that note-taking is an effective strategy for positively influencing the way learners organize content. The term strategy, originally taken from the military, refers to an optimal way of reaching a goal. Similarly, McWhorther [26] states that taking notes sharpens student's listening skills and help them to retain information for a longer period of time.

The key word in note-taking is clarity. Spacing is what creates a good note-taking format. To take notes, students use different types of paper (lined or unlined, coloured or white paper), their own colour code to highlight, and their own abbreviations to accelerate the process of note-taking.

ClassTool should provide to students tools to help taking relevant notes while attending class. It should permit students to better focus on the professor's explanations. Also, ClassTool should not force students to follow one and only one method of note-taking.

Students' Monitoring

According to Spencer-Hall [40], some students are much better at impression management than others because they have learned to misbehave in ways that escape the teacher's attention. This researcher has also noticed that students who are skilled at misbehaving when the teacher has his/her back turned are also skilful at appearing appropriately involved when the teacher is monitoring classroom behaviour. These students are occasionally caught when their misbehaviour becomes so absorbing that they forget to continue looking at the

teacher. In addition, studies conducted by Anderson et al. [2] indicate that when teachers observe students who are doing seat work, they typically monitor students' task engagement but not their understanding of what they are doing. In distance learning when no video cameras are used, it is almost impossible for a professor to discern if students are actively participating in a given exercise.

ClassTool should secure students from being bothered by misbehaviours. It should also discourage students to misbehave and should coach them to do exercises.



Course Design

*"If any man wishes to write in a
clear style, let him first be
clear in his thoughts."*

Johann W. von Goethe

LæProf Overview

With the implementation of LæProf, formerly named EOP (Electronic-Overhead-Projector) [32], Raymond has demonstrated, that a computer lecturing system can effectively structure concepts, present topics, explain difficulties, emphasize details and illustrate contents. LæProf creates an environment at the desktop level for use in the classroom. It provides tools for the professor who has to prepare and to present lectures to a class. In the same software, LæProf integrates an *Outliner* to structure and organize ideas using an hierarchy of objectives, transparencies, points and graphics elements; as well it integrates an object-oriented graphics *Editor* to create, modify and enhance transparencies; and a *Projector* to present ideas using effective presentation tools inherited from the traditional chalkboard, overhead projector, slide carousel, computer and textbook. In ClassTool, LæProf must be used to create the teaching material and to present it in the classroom.

LæProf Outliner

Following Gagné [13] and Dick & Carey [10] methods, LæProf uses a highly structured, top-down approach for the design of a course; it provides consistency between lectures and it is very simple and straightforward.

A course is a set of *lectures*, each of which conveys a subset of the course topics. In LæProf, a course is seen as a directory on a hard disk drive or a diskette and lessons are individual files located in the course directory.

A lecture can be decomposed into *objectives*. These elements correspond to the objectives that the students are expected to attain after a lesson. Depending on the topic and the professor's teaching strategies and style, the objectives can be presented linearly, in successive approaches or in a repetitive

and recursive manner. Following this approach, a professor uses the Outliner found in LæProf to structure the lessons into different levels. The Outliner is illustrated in figure 1.

| | | | |
|-----|------------------------------|-------|--------------|
| | Electronic Principles | 041mn | Timing |
| 1 | Semiconductor Theory | 010mn | With Summary |
| 2 | Diode Circuits | 003mn | With Summary |
| 3 | Transistor Biasing Circuits | 003mn | With Summary |
| 4 | Small-Signal Amplifiers | 010mn | With Summary |
| 41 | Base drive and emitter drive | 002mn | No Overlay |
| 42 | Base-driven formulas | 002mn | No Overlay |
| 43 | The common-emitter amplifier | 002mn | No Overlay |
| 44 | Swamping the emitter diode | 002mn | No Overlay |
| 441 | Base-driven Form | | Title |
| 442 | Source V _{bb} | | show |
| 443 | Transistor | | show |
| 444 | Resistor r _B | | show |
| 445 | Resistor r _E | | show |
| 446 | Resistor r _C | | show |
| 447 | Voltage V _b | | blink |
| 448 | Voltage V _c | | blink |
| 45 | Input impedance | 002mn | No Overlay |
| 5 | Class A Power Amplifiers | 005mn | With Summary |
| 6 | Class B Push-Pull Amplifiers | 005mn | With Summary |
| 7 | Class C Power Amplifiers | 005mn | With Summary |

Figure 1 - LæProf Outliner

Each objective is further sub-divided into *transparencies*. This term is used as the concept closely mimics a presentation using an overhead projector and a set of slides and transparencies. Many references [30, 22] provide guidelines on transparency design (both layout and content); LæProf tries to re-enforce those guidelines by providing efficient transparency design tools. For example, one of these guideline suggests that a transparency should present, explain or illustrate one and only one concept. Of course, it is up to the course designer to decide what is a concept. The ways the concept conveyed by a transparency is presented, explained, or proven reflect the teaching strategy of the professor. To effectively support various strategies, LæProf provides further decompositions of the transparency level.

A transparency is made up of *pedagogical points*, whose successive unrolling will constitute the covering of the concept contained in that transparency. Pedagogical points are referring to points that a professor is making to explain a

concept. The standard practice to explain a concept with a transparency is to put it on an overhead projector with parts hidden with a piece of paper; as the professor explains the concept, parts are uncovered presenting a specific pedagogical point. Another style consists in showing the entire transparency, point to the relevant parts or highlight them in some way while the explanation of the concept is given. Of course, many combinations of these approaches exist, but in general we can say that presenting a pedagogical point consists in producing certain visual actions on the screen image seen by the students. These actions can be the appearance of graphic objects, their disappearance, their highlighting, their animation, or the simple movement of a pointer around them. It is up to the course designer to decide if a transparency has to include only one point or it is refined into more successive points using such and such visual actions. In LæProf, these actions are displayed beside their corresponding pedagogical point, on the right side of the Outliner as shown in figure 1; they are called *projection parameters*.

Transparency Content Design

After the foundation of the lesson has been designed and a lesson plan completed up to the pedagogical point level, the next step is to draw the transparency contents. Some transparencies may overlay the previous ones, others may first remove the previous transparency. Drawing the transparency content consists in drawing the *graphic elements* for each pedagogical point. At this stage, as each transparency is structured into points, the teaching strategy is defined. Since the lesson structure is ready, professors may devote their attention to the geometrical structure (the layout) of the transparency without concerns about relationships between elements of a same pedagogical point. During the lecture presentation, all the graphical items corresponding and underlying a given point will appear, disappear, blink or do any other action according to their scenario (the projection parameter) pre-defined in the Outliner. These graphic

elements constitute the last structure level of a lesson tree.

Strategy for Explanation

Once the material is structured and drawn, the procedure by which each pedagogical point will be presented and explained, has to be specified. Incorporated within LæProf, a scenario editor is responsible for hooking a projection parameter (visual action) to each pedagogical point. Many parameter functions are available ranging from the classics (frame, underline, blink, animate) to discipline oriented functions (in maths, it may be plotting a graph with the pedagogical point containing the corresponding equation). LæProf is equipped with a limited set of projection parameter functions; this thesis presents some new active learning parameter functions. These functions have been added to LæProf and may be chosen by a professor from the same menu containing the standard functions. Furthermore, most of these projection parameter functions may be activated manually by the professor during the course of the lesson in the classroom.



Present Situation

"Learn wisdom by the follies of others"

H. G. Bohn 1855
A handbook of Proverb

Existing Hardware and Software Systems

From the research studies specified in Chapter 2, it seems obvious to me that computers can help either the professor, the students or both in their classroom functions, whether it is in one classroom or in a distance learning set-up. However, computers in education have been used mostly in an individualized fashion, or have been limited to monitor and transmit video screen content, and in remote learning, used as only a gateway to receive electronic transparencies and to display them on a large projection screen. Computers have been used primarily to achieve some of the professor's tasks (such as drilling and reinforcing) rather than to provide help in performing the day-to-day functions of a professor. Moreover, the negligent effort to bring new technologies in education without first analysing and defining their roles and impacts has also irritated many educators. For example, it is very easy to see that a bulky stand-alone computer obstructs the student's view of the front of the class where the professor is usually standing, or that keyboards are used when we know that most students have limited keyboard skills, and existing systems were not designed for mobility. For these reasons it is not difficult to see why computers are still not prevalent in lecture halls. It is not because professors have not tried to explore new strategies and technologies; the abundance of different types of computers in schools and the variety of courseware in libraries and in audio-visual departments is a proof of this.

Notwithstanding, some existing hardware and software systems empower professors in classrooms to implement active, constructive learning across content for all learners. However, these systems were not designed for lecture halls or distance learning with a large number of students as they rely on expensive, heavy and proprietary hardware. They are mostly used in small classrooms.

For example, the DISCOURSE[®] system described by Robinson [36], requires that each specialized keyboard with its attached four-line, forty-column

display be directly cabled to a black box which in turn is connected to the professor's computer. Only textual questions and answers are transmitted between the professor and the students although the system may control external peripherals.

Another system, described by Abramson [1], is called COMWEB. It has been designed to satisfy the needs of teachers using interactive group instruction with computers. The system allows broadcasting of still and moving screen images between computers. The professor may project his/her computer's screen to one or all students, may project a single student's computer screen to all students and may monitor students' screens. Again, the system is limited in number of students, restricted in distance and permits only transmission of video screens.

The LINK[®] system is another networking system allowing professors to interact with students. Besides including most functions of the COMWEB, this system can control a student's mouse and keyboard. It is also equipped with an electronic pointing device and marker which are used by the professor to point or draw on all student's monitors. It is another system relying on hardware and which intercepts all cables between the students' computers and their mice and keyboards; this means limitation in distance again.

The Computer Assisted Classroom Training Improvement System (CACTIS[®]) uses a multimedia presentation software which is executed in the classroom on a computer normally connected on a projection system. CACTIS[®] provides each student a portable wireless response pad as a tool for instructional interaction. During a lesson, questions embedded in the courseware are presented by the professor, and students respond to them using their cordless pads. A maximum of 250 keypads can be connected to the same receiver and a maximum of five receivers may be combined for a total of 1250 students. The computer scans these responses and graphically displays the aggregate results.

During tests, students may enter their answers into their keypads that securely store up to 950 answers. When the test is completed, keypads are positioned in a docking device which transfers students' identification number and answers to the computer. Even though CACTIS® is reported to be capable of measuring student comprehension and retention levels, the system interactivity is limited to multiple choice questions or to questions requiring a number as answer.

As reported by Wilson and Mosher [48], Interactive Multimedia Distance Learning (IMDL) is a model for a "virtual classroom" using PictureTel's LIVE desktop video conferencing and prototyped by RPI and AT&T. Similarly, the IBM's PERSON TO PERSON collaborative software is being integrated with PictureTel's LIVE desktop video conferencing system to allow interactive computing with desktop video conferencing. This integration will provide screen sharing, white boarding, file transfer, chat and a shared clipboard in a "virtual classroom" environment. However, specialized hardware, multi-point communication network, and high speed data links are required in both projects, all of which necessitate an expensive system for educational institutions.

Hamilton [15] describes SLATEMATE® as technology which will one day enhance rather than obscure the role and responsibility of the teacher, as well as increase rather than diminish the interaction between teacher and student. This system will allow a teacher to share an electronic sheet of paper with one or more students in a classroom. It will enable both teacher and student to write using electronic pens, on the same sheet virtually simultaneously from different parts of the room. Furthermore, the teacher will be able to switch among students, thus observing and sharing their workspace as their needs require. However, this system has yet to be implemented.

Pen-Based Systems

In 1975, Alan Kay and his colleagues [19], at Xerox Palo Alto Research

Center, designed a prototype called Dynabook with the size and weight of an executive portfolio, a page-sized flat display and voice and stylus input. The Dynabook was to be operated in much the same way pencil and paper are used today. Inspired by the Dynabook, many of the pen-based computers designed for today are mostly for mobile applications where filling in forms is required. Alan Kay's vision of light-weight, keyboard-free (not requiring typing skills) and user-friendly systems should preoccupy and increase the expectations of many people in the educational community.

According to Bajarin [3], the concept of pen computing has captured the imagination of many in the industry. It has been viewed as a new paradigm; it is seen as a new platform that could usher many non-computer users into the computer age; and the pen has been positioned as the most natural way to interact with a computer. In fact, Dao [9] states that an electronic pen is much more intuitive and it is easier to learn than a conventional mouse and keyboard. Bajarin [3] has also pointed out that such a pen is the evolution of the computing interface; it is an evolution of the way we interact with information; it creates new ways to deal with information and opens up the possibility of placing computer technology into the hands of more people.

Since September 1989, when Grid announced the GRidPad, most of the major computer hardware companies have introduced pen-based computers. Each of these products is roughly the size of a notebook, has no keyboard, allows the user to write directly on the display with an electronic pen, and has a character recognition engine to convert handwriting to printed characters. An electronic pen is normally used in conjunction with a touch sensitive screen where pen movements and strokes are recorded by the computer. If contact is made by a pen on the screen surface, a software application or the pen operating system may display electronic ink as if someone was writing on a sheet of paper using a pen. The electronic pen may also be used to select an item in a menu as a mouse does with a point and click movement.

In order to increase the productivity and creativity of professors and students in the classroom, natural input technology, such as pens, as well as products which make computers easier to use and which enhance conventional classroom tools as much as possible are a must.

Pen Operating Systems

Two types of pen operating systems exist presently. The first one is an operating system designed exclusively for pen computing; it is called a *Pentric* operating system. The second one is an existing operating system with pen input functionality added to it; it is called a *Penaware* operating system.

The main advantage of pentric operating system is that it was developed with the pen in mind. The operating system takes into consideration the type of display/digitizer and electronic pen used, and it adjusts itself to take advantage of the best of its environment. However, the main disadvantage of this type of operating system is that existing applications must be thrown away and be rewritten from scratch. On the other hand, a penaware operating system does not lack this ability and provides a means for enabling pen input to existing applications. If current applications already use a mouse, they can interact with a pen without any modification; however, more important modifications must be performed to fully take advantages of the features a pen brings to users.

Whether a pen operating system is penaware or pentric, it allows users to operate the computer with an electronic pen. Besides the main feature of recognizing handwriting, a pen operating system has the ability to understand certain gestures users make with the pen; this way users are able to indicate commands and positions in a single pen action. A compelling pen-based operating system enables the creation of applications that extend current graphical user interface techniques and interact with the user on a "pen-and-paper" level.

Part II

System Design



System Configuration

*"There is an art of reading as well as
an art of thinking and an art of writing"*

Literary Character, xi
D'Israeli, Isaac
18-19th century

System Functionalities Modules

In order to provide a complete software solution with existing and cheap hardware, ClassTool has been broken up into four modules grouping functionalities and classroom problems described in Chapter 2. As shown in figure 2, four sets overlap the middle set. This illustrates that all groups take information from the teaching material normally prepared by the professor. The following describes the functionalities found in each module:

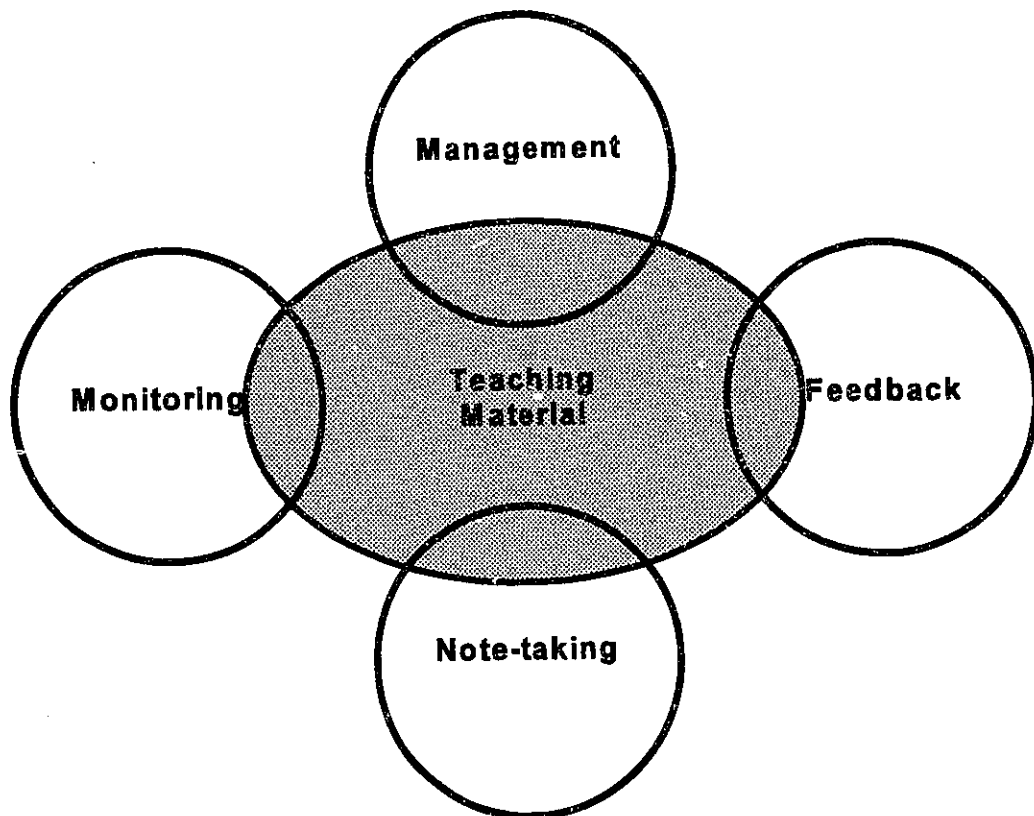


Figure 2 - ClassTool's Functionalities Modules

- a. Teaching Material. This module groups the information that a professor wants to pass on to the students during a lecture. It also contains commands which tell the system how to present the teaching material to the students. This module uses a highly

structured, top-down approach for the design of a course. It follows Gagné [13] and Dick and Carey [10] methods. This module is a lecture designed using the Outliner of LæProf;

- b. Management. This module groups functionalities related to instructional management according to D'Angelo and Lomerson [8]. During the entire lecture, ClassTool keeps track of all activities occurring between the professor and the students. These activities are recorded on disk and include but are not limited to log-in and log-out times with associated individuals' names, all questions with times asked and answered, exact time spent with a student in solo, quiz results, time spent on each lesson transparency, etc. It will be further explained in the next chapters;
- c. Feedback. This module groups functionalities dealing with communication between the professor and the students allowing feedback from/to the students. This module contains functions such as questioning/hand raising and asking quizzes. This module helps the interactive problems found in classrooms as reported by Doyle [11]. It will be further explained in the next chapters;
- d. Note-Taking. This module groups functionalities related to student's note-taking. It brings new tools to help students to take better and relevant notes and to focus students' attention according to Frederick [12]. This module allows students to take notes anytime and gives them the opportunity to sharpen their listening skills. The module provides to the students "real-time" study guides and asks the students to fill them up according to the professor's guidelines. It follows Jensen suggestions [18], Carrier [5] and McWhorter's strategies [26]. It will be further explained in the next chapters; and

- e. Monitoring. This module groups functionalities dealing with students' behaviour. This module brings tools to permit professor to better monitor students and to help students to sharpen their attention. The module brings one solution to Anderson et al. [2] students' monitoring problems as stated in Chapter 2. It will be further explained in the next chapters.

Classroom Configuration

To offer a more convenient interface which follows the visions of Berque [4] and Mel and al. [27], the system presented in this thesis is also modeled on pen-based computers. Through a local area network (LAN) installed in a classroom as shown in figure 3, students when attending the class, use their pen-

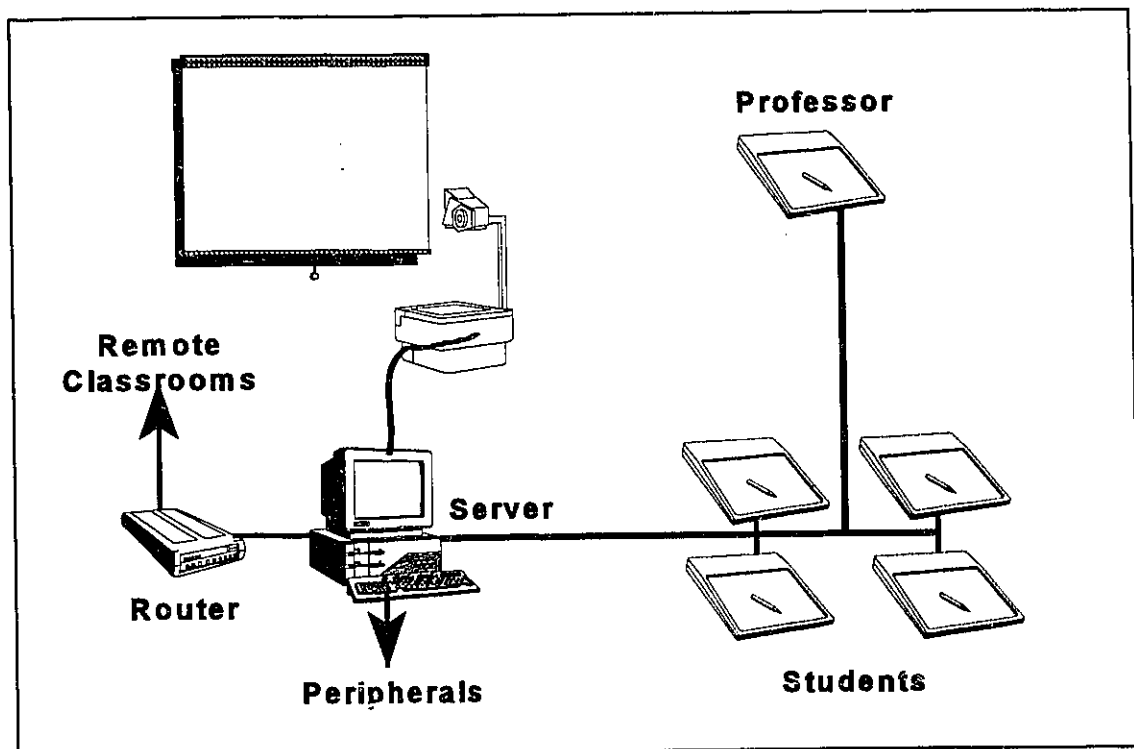


Figure 3 - Classroom Configuration

based computers to receive the professor's electronic transparencies and can annotate each transparency with their personal notes. Full interaction between the

professor's computer and students' computers is possible; for example, quizzes may be administered discretely by the professor via the same network, in real-time; and, total student success rate can be displayed on the professor's screen to see if the teaching material is understood and if corrective teaching is required.

Remote Configuration

As illustrated in figure 4, more than one classroom may be connected on the same network. This way, students do not have to seat in the same classroom. A professor may even teach from a location outside the classroom. In this configuration, distance learning is also possible.

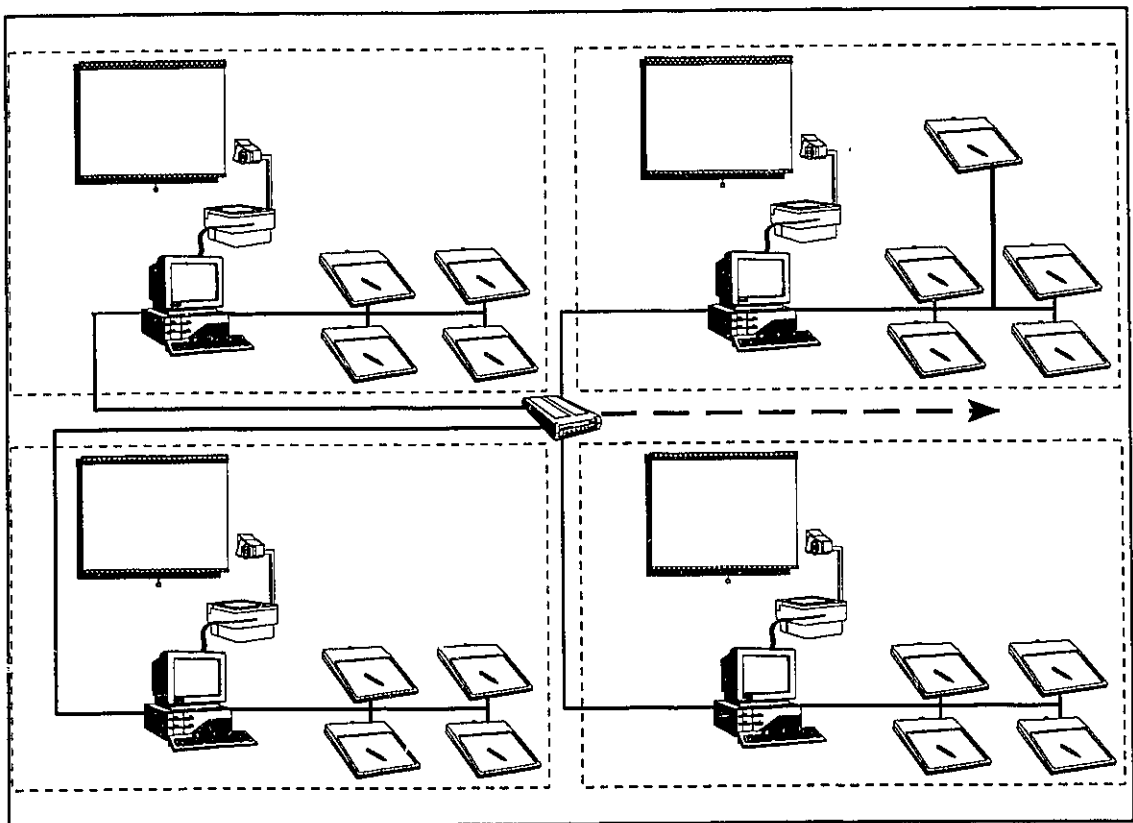


Figure 4 - Remote Configuration

Software Configuration

In this system, one of the classroom computers is configured as the server controlling the communication between students located in the classroom, the professor, peripherals and any communication to remote classrooms. Only one computer in the entire network may be configured as the professor; all others, excluding the servers, must be configured as students. A large-screen projection system is connected to all servers' computers allowing students without a computer to follow the lesson or allowing video clips to be projected. It is also used to dissuade students to constantly look only at their computer's screen. Hence, computers may be configured in three different modes. The following describes the role of each mode:

- a. The Server mode. A centralized approach was taken in order to gather easily information on classroom events. It also frees other computers to perform their own tasks. Information passing on the network between the professor and the students' computers is analysed by the server, and if proper action has to be taken, the server will initiate a command to the right computer. Furthermore, the server is responsible for updating the classroom overhead projection screen. Depending on how professors design their lectures, this screen may display information different from what it is displayed on the students' computer screens. This screen plays the role of the traditional blackboard which provides a common focus point to the class and keeps peer group interactions. For example, electronic pointing is allowed and done only on the classroom projection screen. Students must still look at this screen if they do not want to miss information. Any peripheral such as printers, compact disk drives, sound cards, and video cards must be connected to servers' computers. Peripheral configurations should be the same in all classroom to maintain the integrity of the lecture;

- b. The Professor mode. In this mode, commands to control other computers are available. The current lesson, displayed on all computers, is controlled by this computer. Most commands are initiated from the professor's computer and sent directly to the server which in turn will initiate the appropriate command; however, if a command must be executed by all other computers, the command will be broadcasted and no relay will be performed by the server. In this mode, a professor may also write personal notes; and

- c. The Student mode. In this mode, the computer is mostly controlled by commands received by the server or the professor's computer. However, students may initiate questions sent to the professor and may write personal notes.



Software Tools

*"I hear and I forget,
I see and I remember,
I do and I understand."*

Ancient Chinese Proverb

Tools Overview

For this thesis, a set of new software tools was developed to bring one solution to the classroom problems described in Chapter 2. These tools were integrated into LæProf. Some of these tools are available only in the Professor mode, others only in the Student mode, and some tools available in any mode. This thesis provides new tools especially designed for active learning and for improving classroom interaction. These tools may be used either in a traditional classroom setting or in a distance learning environment. The following sections describe these tools and their screen layouts.

The Clipboard

The proposed software is based on the clipboard metaphor. As shown in figure 5, the professor and students' pen-based computers display a clipboard.

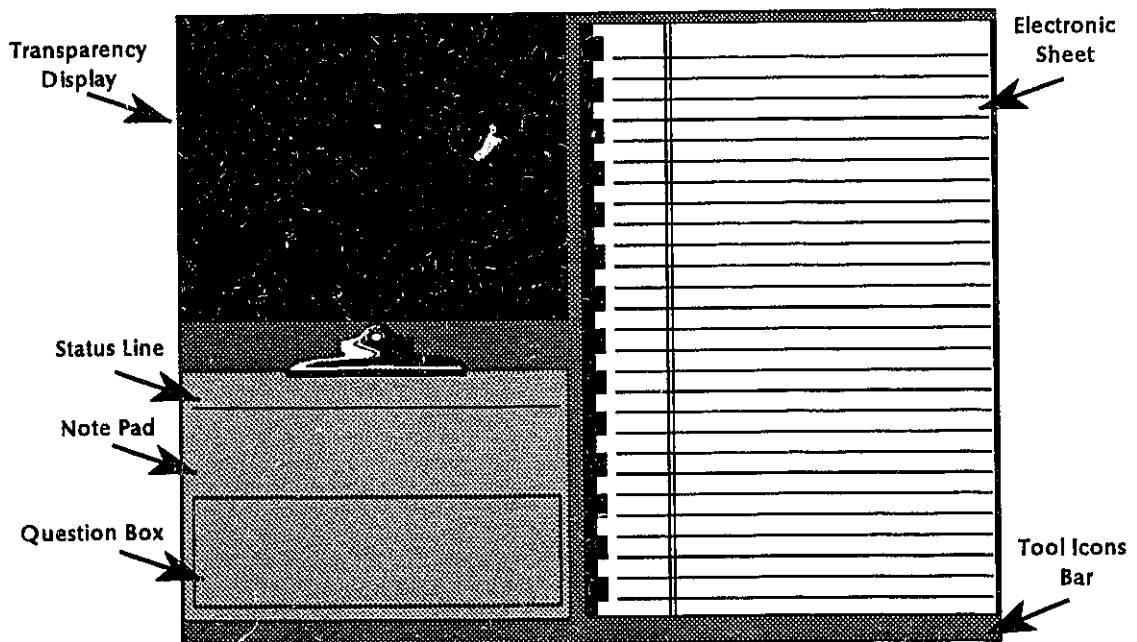


Figure 5 - The Clipboard

In the upper left-hand corner, electronic transparencies sent by the professor are displayed. In the lower left-hand corner, a *notepad* allows students' questions and professor's answers to be written, and system messages to be displayed. The entire right side is an *electronic sheet* for note-taking. This "sheet of paper" may be configured by the student to reveal his/her preferences (e.g. lined, blue). Several electronic sheets are available to the students. Group of sheets are automatically linked to the transparency shown on the left side. When the electronic pen reaches the bottom of the screen, various tool icons are displayed and may be selected.

Overlay Electronic Chalkboard

The professor has access to an overlay chalkboard, activated by the pen or the keyboard, to draw or write text on the electronic transparency. Any input action performed by the professor in the electronic transparency area is transmitted to the server's computer only. Hence, if a professor writes on the transparency with the pen, the strokes will appear on the classroom screen and

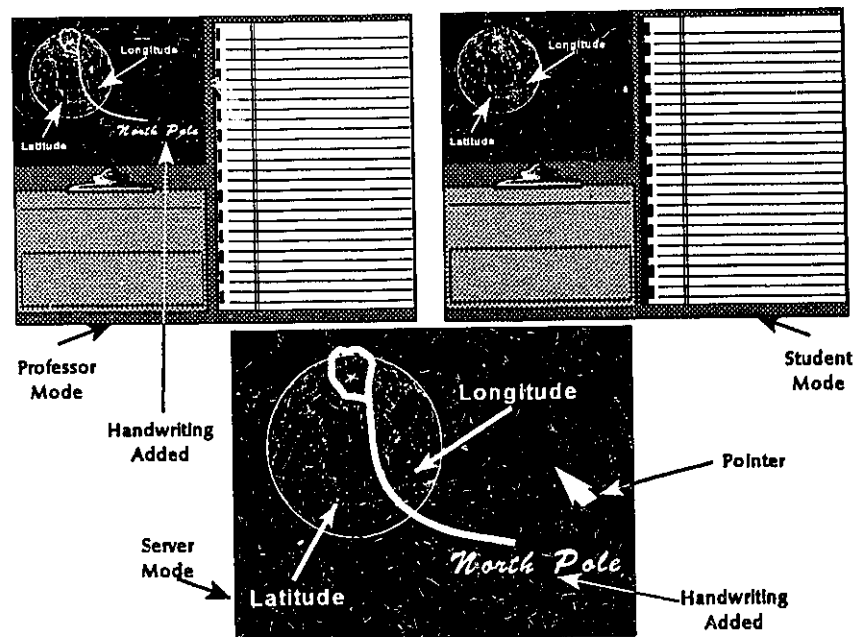


Figure 6 - The Electronic Chalkboard

not on the students' computer screen as shown in figure 6. Furthermore, when the professor moves the pen close to the computer's screen, a cursor is displayed on the classroom screen and moves accordingly; it is used as a pointing device to captivate students' attention.

The Note-Taking Tool

The electronic sheet displayed on the right side of the clipboard is used to take personal notes. Any character typed on the keyboard, a mouse movement made while the left button is pressed, or a pen movement made when the pen is pressed on the screen will display a character or mark on the electronic sheet as shown in figure 7. These characters and marks with their colour attribute are linked to the transparency displayed on the left side of the clipboard and saved on disk. These notes are shown on the electronic sheet each time the corresponding transparency is called and displayed.

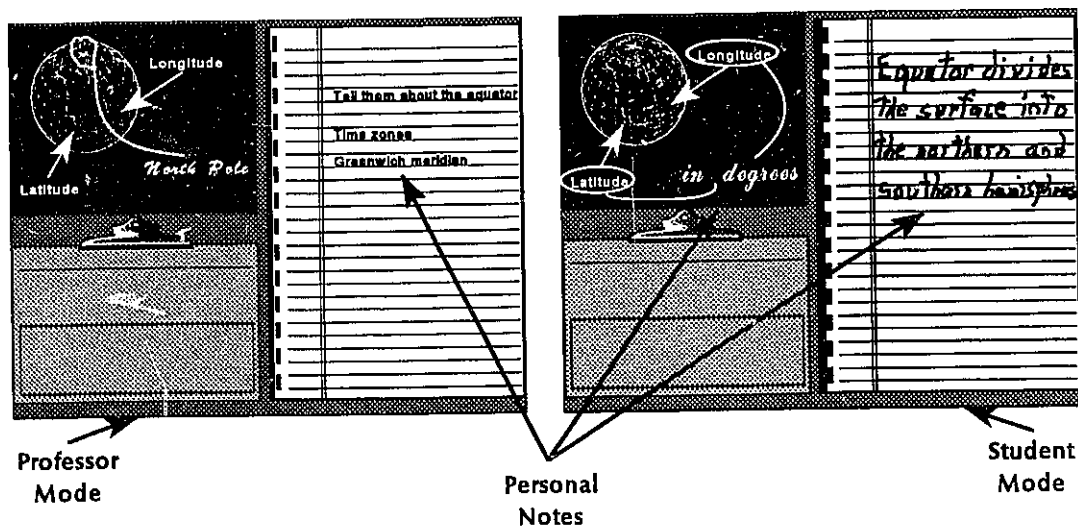


Figure 7 - The Note-Taking Tool

Furthermore, the students may also mark the electronic transparency

on the left side of the clipboard. These marks are also linked to the transparency and saved on disk. In Professor mode, these marks are used only to emphasize a point and thus are not considered personal notes and will not be saved on disk.

The notes are kept separately from the lesson transparencies so that a professor or a student may review the integral lesson without his/her notes or give away his/her note files to another student who missed the class. Moreover, handwritten notes may be translated into printed characters using any commercial handwriting recognition software.

The Question/Answer Tool

Rather than relying only on raising their hands in a normal classroom environment or speaking into a microphone in a distance learning context, the students may write down their questions and send them discretely to the professor. As illustrated in figure 8, when a student wants to ask a question, he/she must first

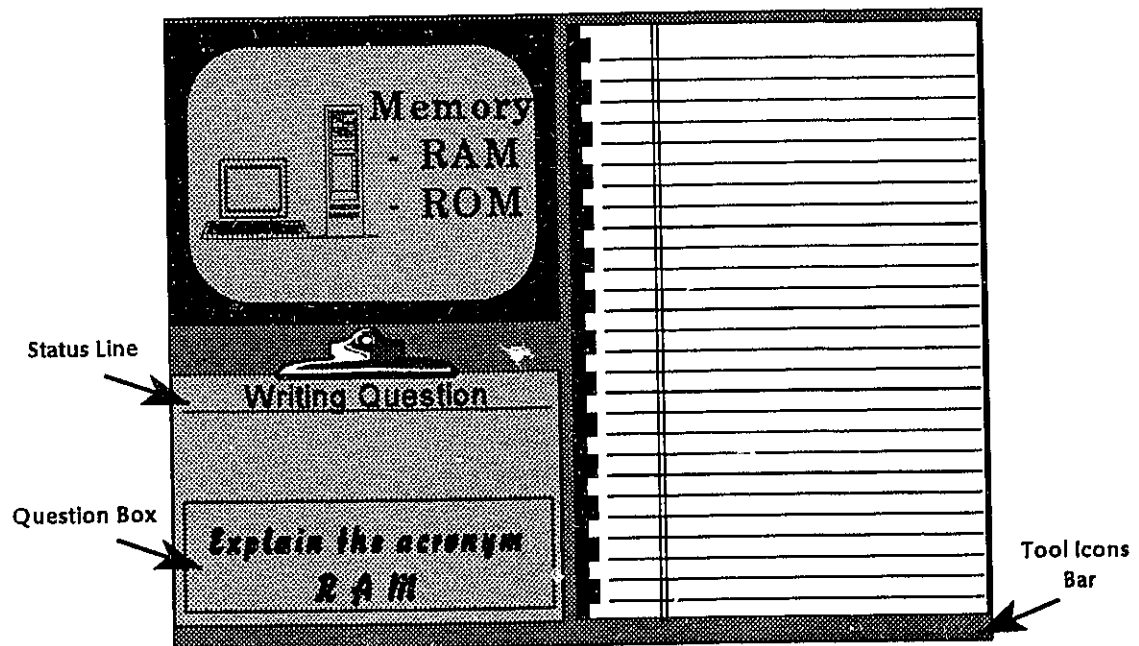


Figure 8 - The Question Tool

write it in the rectangle displayed on the lower part of the notepad, and must pen-point on the Question tool icon located at the bottom of the screen. A question may be formed of typed characters and/or pen writing. The questions are saved on disk for future reference.

It is up to the professor to decide when questions from the students are answered; they can be answered as they are requested by the professor, automatically after a transparency has been fully explained, after an objective has been completed or at the end of the lecture. Furthermore, a professor may not have answers readily available and may prefer to deal with questions during a

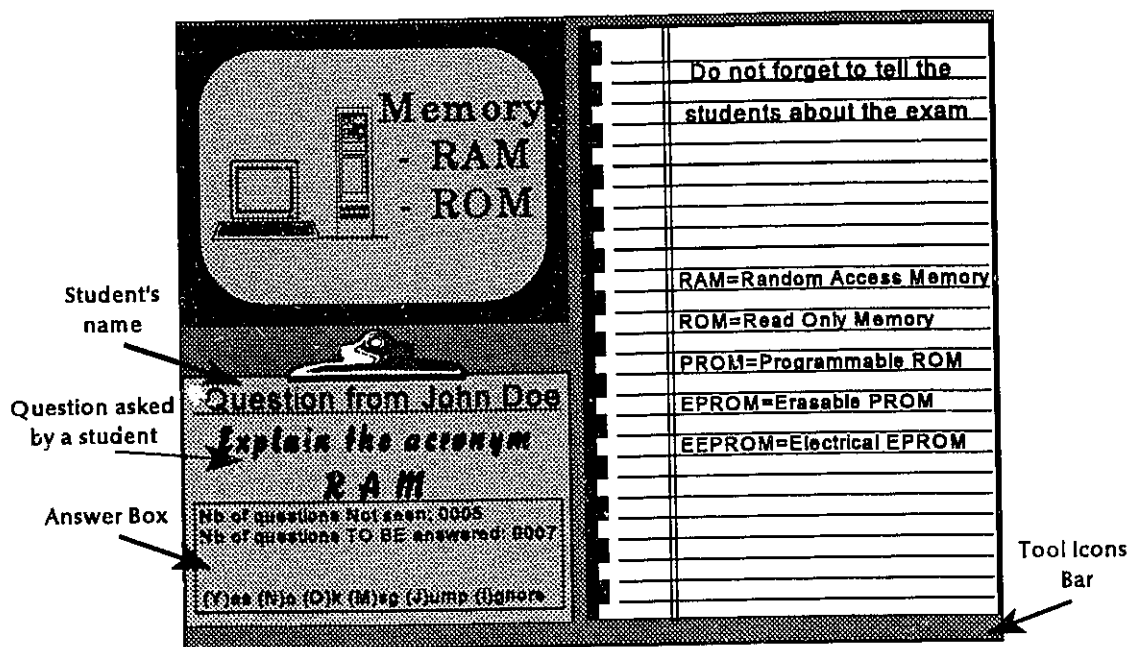


Figure 9 - The Answer Tool

future lecture. When a question is received on the professor's computer, the next available question asked by a student and the name of the student are displayed in the upper part of the notepad as shown in figure 9. As questions are automatically saved on disk, the professor has the choice of answering a question immediately or later, or of jumping automatically to the transparency presented during which the question was asked, and then answer the question verbally.

Rather than jumping to the transparency and if the question is appropriate, the professor may send to the student, a "yes", a "no", or any other pre-defined answer, by simply pen-pointing on an icon, or may also transmit a short message.

The number of questions still in queue and the number of questions still requiring an answer are shown in the answer box. The box clears out when a professor starts writing an answer. To send the answer to the student, the professor must pen-point on the appropriate icon located in the Tool Icons bar.

The Fill-the-Slide Tool

ClassTool helps students to take better notes because it frees them to concentrate on the content of the lecture. The Fill-the-Slide tool allows a professor to display an entire electronic transparency on the main projection screen in front of the classroom while only partial information is transmitted to the students' pen-based computers. In this way, a professor may allow transmission of complementary information found in a transparency while "forcing" students to write the main point of such a transparency themselves.

For example, imagine a professor explaining the Galilee gravitational acceleration constant "g" using the formula $v=v_0-gt$. The professor points out that at any position in the air when an object falls, the variable "g" remains the same and is equal to the function's slope. As illustrated in figure 10, the professor's transparency displayed on the classroom main projection screen shows the function's graph with a note stating that "g" is equal to the slope. The main point of this transparency, as decided by the professor, is that such a function is linear, and not the domain of the function nor the type of line used in the plotting.

In this example, the entire graph plotting would be transmitted to the students, as illustrated in figure 10, but the annotation mentioning the slope is equal to the gravitational constant would be displayed only on the professor's

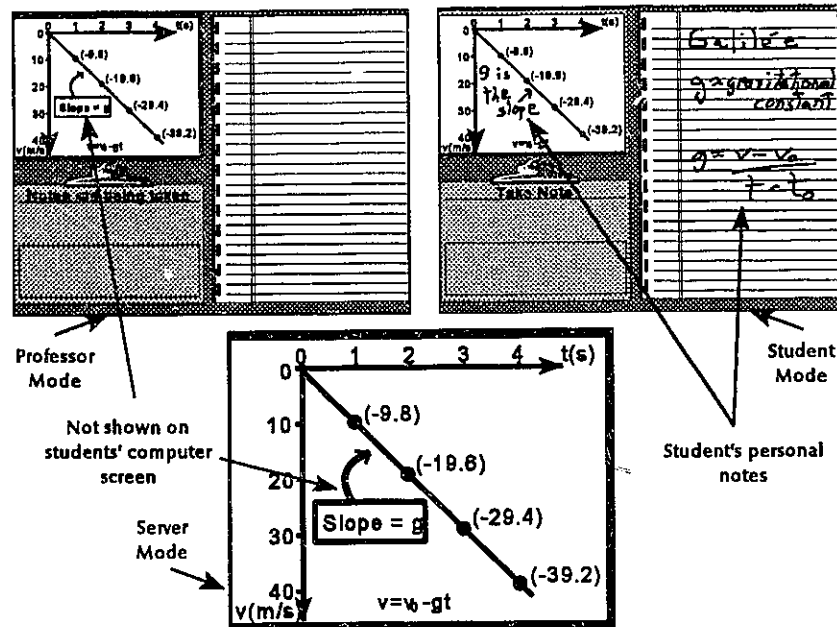


Figure 10 - The Fill-the-Slide Tool

screen and on the classroom projection screen. To remind the activation of the tool, a note is displayed on the notepad status line. Students would have to write the annotation themselves helping them thus to retain information for a longer period of time and to sharpen their listening skills. It requires that students look at the front of the classroom and listen to the professor as extra notes may appear on the projection screen or said by the professor; it dissuades students to constantly look only at their computer's screen and ignore the professor. With the Fill-the-Slide tool, ClassTool provides another strategy for active learning, which could enhance a student's potential for success.

| | | | |
|-----|-----------------------|------------|--------------|
| | Fill-the-Side Example | 002mn | Timing |
| 1 | 1st Objective | 002mn | With Summary |
| 11 | 1st Transparency | 002mn | No Overlay |
| 111 | Graph Origins | show | |
| 112 | Points | show | |
| 113 | Slope=g | Fill Slide | |

Figure 11 - The Projection Parameter "FillSlide"

This tool is initiated internally when the software detects the Fill-the-Slide projection parameter connected to a pedagogical point; it is represented by the parameter "Fill Slide" in figure 11. In Student mode, the graphics elements

underlying such a point are ignored and are not displayed on the student's computer screen .

The Quiz Tool

Some students lack the self-confidence required to participate normally in classroom activities. When they are called on, they act as if the question were not directed to them and ignore the professor, or they try to evade the question by mumbling a pseudo-answer incoherently. The Quiz tool has been designed to cope with these problems.

The Quiz tool is in fact another projection parameter linked to a pedagogical point. During the projection of the lesson, when the Quiz tool is activated, graphics elements underlying the pedagogical point with the parameter "Quiz" attached to it are displayed on the students' computer screen as choices to select, and the name of the point, being the question asked, is displayed on all computers' screens. The first element underlying the point is the right answer; but, may be located anywhere on the electronic transparency and may be of any graphics type. As the Outliner is not available in student mode, students cannot know in advance the answer. An example of the projection parameter "Quiz" is shown in figure 12; in this case, the answer is 5. The number displayed on the

| | | | |
|-----|----------------------------|-------|--------------|
| 1 | Quiz Example | 002mn | Timing |
| 11 | 1st Objective | 002mn | With Summary |
| 111 | 1st Transparency | 002mn | No Overlay |
| | Triangles | show | |
| | equilateral | | triangle |
| | square | | rectangle |
| | right-angled | | triangle |
| | circle | | ellipse |
| | scalene | | triangle |
| 112 | Which triangle is scalene? | Quiz | (9) |
| | 5 | | text normal |
| | 1 | | text normal |
| | 2 | | text normal |
| | 3 | | text normal |
| | 4 | | text normal |

Figure 12 - The Projection Parameter "Quiz"

right side of the projection parameter is the time interval in seconds given to answer the question; nine in this example.

During the time interval set by the professor, students are required to pen-point on the right answer. The seconds are decremented and displayed on the students' computer screen. Also during the time interval, a note informs the students about the quiz and a cross-haired cursor appears. Students must select the right answer, in the time interval, to receive a note on the status line informing them of the right choice; otherwise the graphics element name of the correct answer is displayed. An example is illustrated in figure 13.

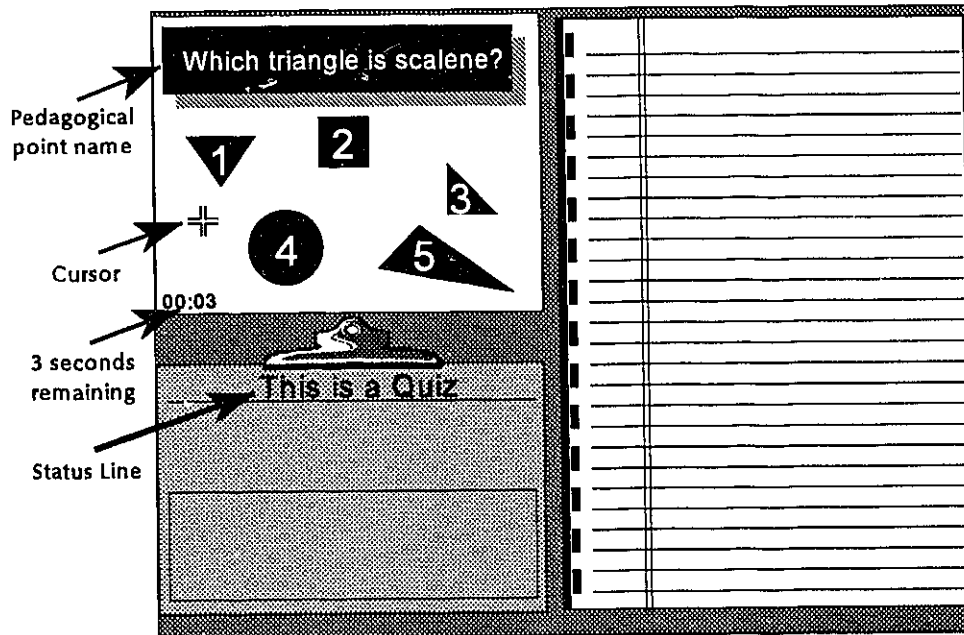


Figure 13 - The Quiz Tool in Student Mode

After the time delay has expired, the professor is automatically informed, on his/her computer, of the percentage of right and wrong answers and the percentage of students who did not answer the question. The "Ignore" line represents the percentage of students who had not pen-point on the screen during the time interval. The professor is also informed of the number of students in class and of the correct answer; this is illustrated in figure 14. From these

statistics, a professor can change his/her teaching strategy or reinforce a concept. As well, professors can also use this tool to evaluate the students' knowledge of certain points before actually teaching them (questions such as "According to you, how many bones constitute the human body?"). In this way, the Quiz tool allows the professor to estimate the students' relevant background knowledge.

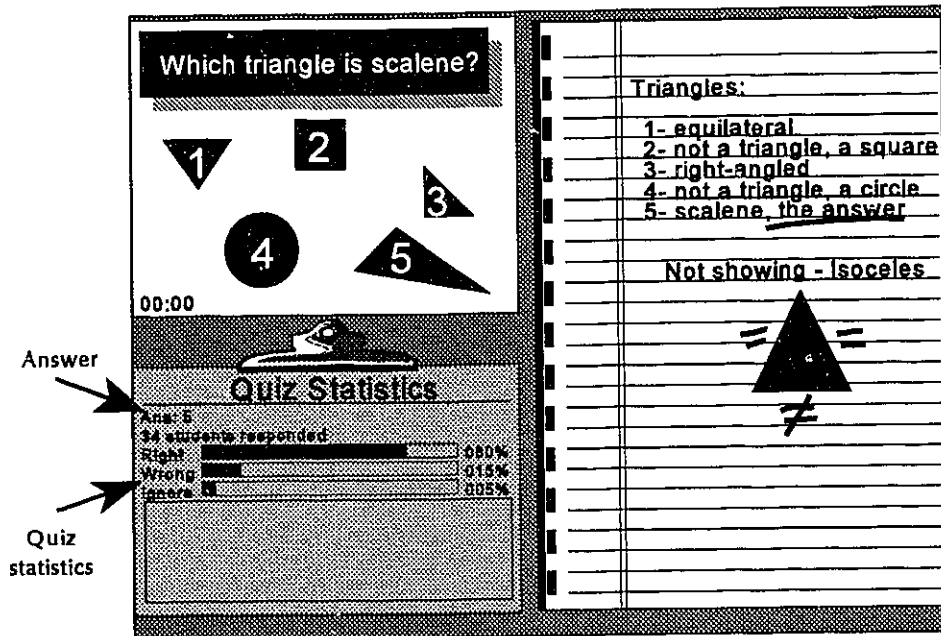


Figure 14 - The Quiz Tool in Professor Mode

The Quiz tool also allows students to answer questions anonymously and provides the professor with immediate feedback on students' learning processes thus reinforcing his/her adaptive teaching method. I believe that if this tool is used, classroom participation will increase, and the time required by professors to realize that students have not grasped an essential point of a lesson will decrease. This is especially beneficial in distance learning where direct eye contact is almost impossible.

Lesson questions, correct answers and student's answers are saved on the student's computer disk. Later, if a student wants to study the material, this information is available. Similarly, statistics gathered from the questions are saved

on the professor's computer disk and may be analyzed by the professor to modify future lessons.

The Monitoring Tool

With the Monitoring tool, a professor from anywhere in the totality of classrooms involved, is able to get a snap-shot of any student's computer screen and have it displayed on his/her computer screen with the corresponding student's name. The professor's computer screen may also be refreshed with up-to-date student information at a pre-defined rate. In this way, it is possible to see if a student has started a given exercise or is stuck on a problem illustrated by a blank screen.

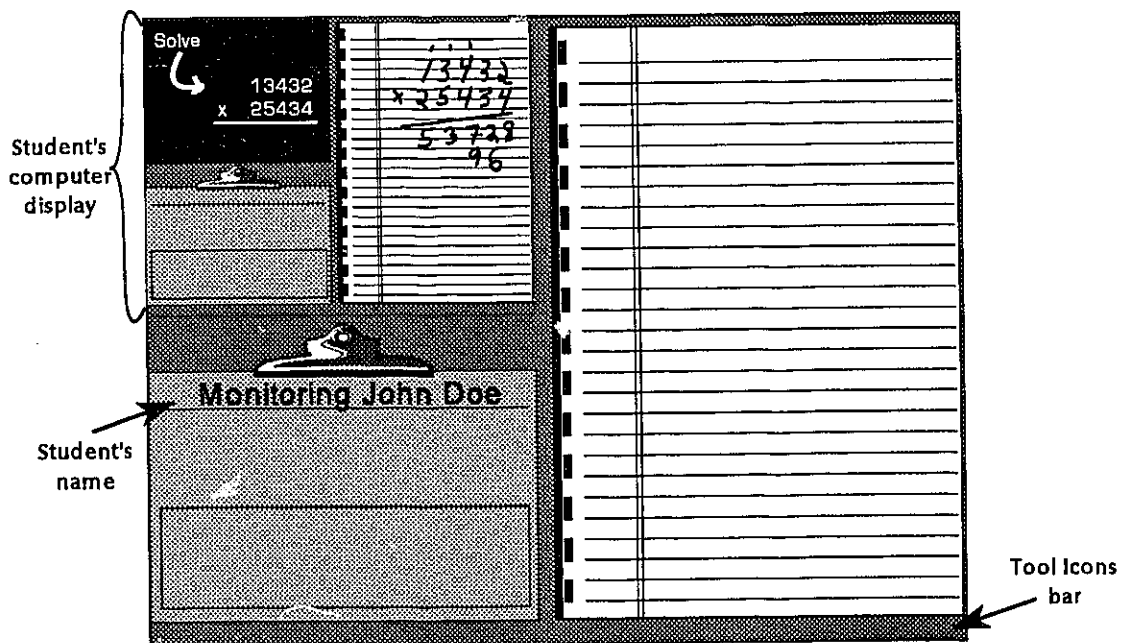


Figure 15 - The Monitoring Tool

This tool is activated when the professor pen-points on the Monitoring tool icon located in the Tool Icons bar. Each time the professor invokes the tool, the next available student is selected, and the student's computer screen is sent for display on the professor's computer screen. An example is illustrated in figure 15.

The Head-to-Head Tool

The Head-to-Head tool is an extension of the Monitoring tool. A professor may enter into communication with any student privately. Every pen stroke made by the student in the electronic transparency area is transmitted to the professor's computer; this means that the transparency shown on the selected student and professor's computer screens are synchronized and are identical all the time until the professor disables the tool.

While monitoring a specific student's computer screen, a professor may decide to transmit his/her pen strokes to the student's computer. Let's say for example that a student was requested to circle adjective clauses in sentences, he/she started but stopped at one specific sentence as shown in figure 16. The professor may help the student by sending some clues or by completing the exercise. To avoid spoon-feeding, all marks written by the professor are removed to allow the student to rewrite the information himself/herself. Only input device events occurring on the electronic transparency (and not on the electronic sheet

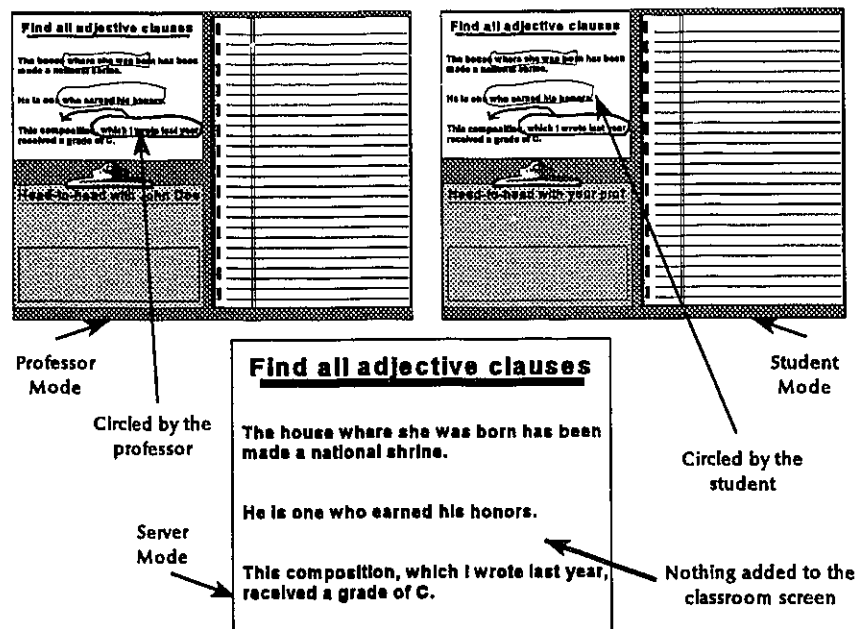


Figure 16 - The Head-to-Head Tool

nor on the notepad) are exchanged between the professor and the selected student.

This tool is activated by pen-pointing on the Head-to-Head tool icon located in the Tool Icons bar. A request to monitor a student must have been initiated previously as the private session is engaged with the student presently monitored. The Head-to-Head tool is deactivated when the professor pen-points on the tool icon for a second time. Pen-pointing again on the icon will reactivate an Head-to-Head session with the same student. When this tool is deactivated, the electronic transparency is refreshed on the professor and student's computer screens according to what they were before initiating the session.

Part III

Implementation



Software Integration

"My father had worked for the same firm for 12 years. They fired him. They replaced him with a tiny gadget this big that does everything that my father does only it does it much better. The depressing thing is my mother ran out and bought one."

Woody Allen

System Usage Environments

ClassTool was implemented for the classroom; however, it was designed with a more global view. From the classroom system implemented for this thesis,

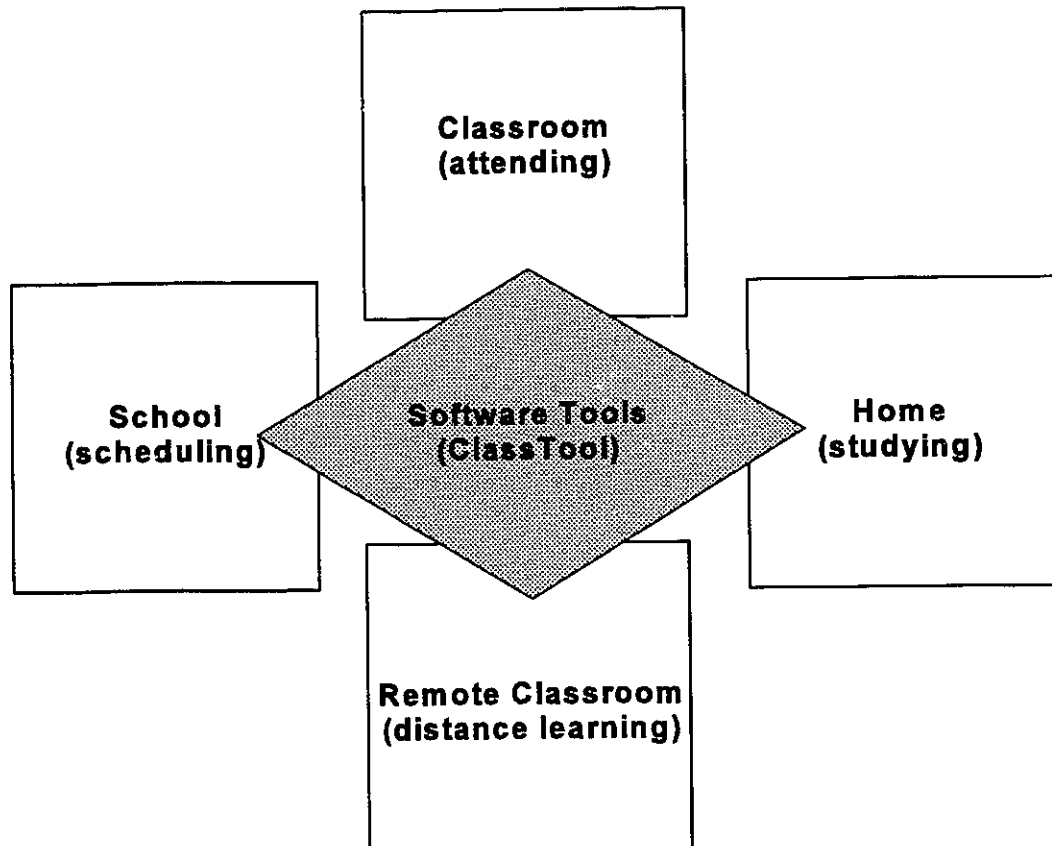


Figure 17 - System Usage Environments

a more global system may be implemented. As shown in figure 17, ClassTool may be used in the following environments:

- a. in the classroom: During a lecture, students use their pen-based computer to receive data sent by the professor. Full interaction is performed via a set of commands initiated by either the professor or any of the students. Personal notes may be written on computers to annotate professor's electronic transparencies;

- b. in remote classrooms: Students may attend lectures in remote classrooms and benefit from the same tools as the ones used by students located in the main classroom;
- c. at school: At different locations in the school, transmitters can be installed to send to students' pen-based computers any relevant memos (such as the cafeteria menu for the day). Students may send E-mail among themselves. Personalized timetable indicating students' classes to attend may be installed on their computers at the beginning of the term. A scheduler can be installed on students' pen-based computers which may interact with their course timetable and coach students to organize their time, or they can use any software package that may be installed on their computers; and
- d. at home: After school, students generally study lessons learned during the day. Using a tutoring module, students may be guided to study subjects according to their learning habits and faculties; the system may also be used to analyse the students' level of learning. Besides reviewing course materials, students may use their computers to do homework. Such functions and their results could be valuable to the students and professors in helping them to perform better in their roles and environment.

System Components

ClassTool works with any PC-compatible computer equipped with a mouse and a VESA-compliant Super VGA graphics card (640 pixels wide x 480 pixels high with 256 colours simultaneously); however, to fully take advantage of ClassTool, the students' and professor's computers should be pen-based compatible and powered by batteries to ease note-taking and portability. Pen-

based computers must be equipped with a Personal Computer Memory Card International Association (PCMCIA) slot to allow an Ethernet Network Interface Card (NIC) to be connected.

An Ethernet NIC with a PC/TCP V1.09 compatible packet driver must be installed in the computer. If wireless Ethernet NICs are used, computers may be moved anywhere in the classroom without disturbing anyone and disconnecting communication links.

The computer configured in Server mode may be any stand-alone PC equipped with an Ethernet NIC and a PC/TCP V1.09 compatible packet driver. A large-screen projection system, capable of displaying Super VGA graphics, must also be connected to the server's computer. If wireless communication is used, an infrared (IF) or radio frequency (RF) link access module must be connected to the server's computer allowing full-duplex high-speed communication among students, the professor and the server. Any peripheral such as printers, CD-ROM drives, sound cards, video cards, etc. must be connected to the server's computer; these are optionals.

For this system, computers are attached to each other by Thick, Thin or Twisted-pairs cables to form an Ethernet Local Area Network (LAN). Hubs, connected to a backbone, may be used in classrooms of an academic institution if multiple classrooms are required to seat the students.

Integration into LæProf

LæProf was implemented to integrate all tools in the same program; the Outliner, the Editor and the Projector reside in the same program. The software tools developed for this thesis had to be integrated into LæProf in order to keep the same philosophy. Rather than having three different programs, ClassTool

incorporates the Server, Professor and Student modes. It may even be used in Local mode which is in fact LæProf as it was previous to this thesis. The software tools were developed in Borland Pascal V7.0.

In order to integrate the software tools into LæProf, five Borland Pascal units were developed as illustrated in figure 18. LæProf's main program is responsible for selecting the right procedures according to the projection parameter

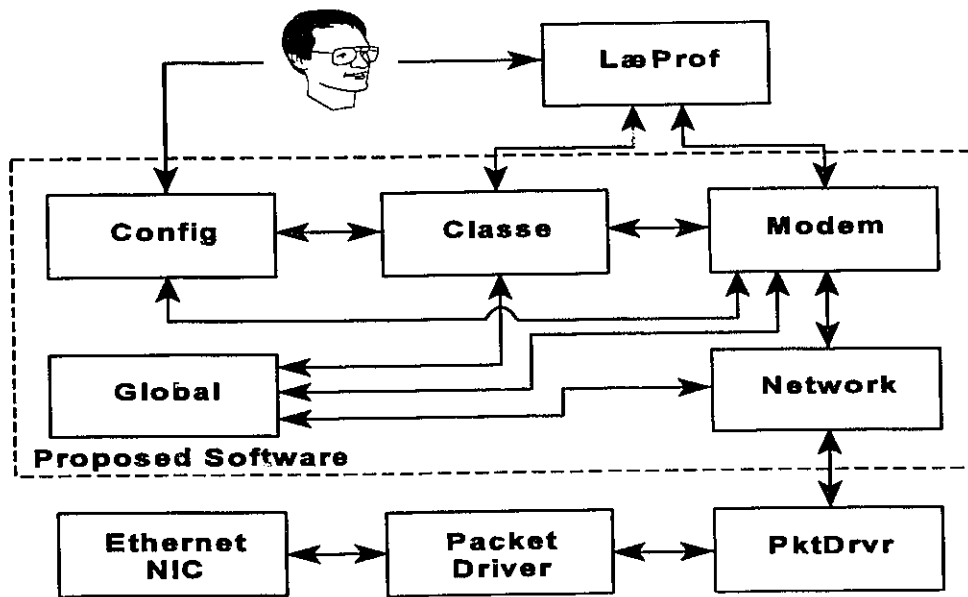


Figure 18 - System Units Inter-Relations

functions (visual effects) hooked to pedagogical points. It is also composed of procedures responsible for the electronic chalkboard, and it looks after the flow of the lesson in the Projection module by allowing the professor to interact with different input devices. The main program had to be adjusted to deal with the new units. The Appendix B describes functions and procedures found in these units. The following briefly describes the units:

Config: this unit incorporates user-defined variables to personalize the software. It is accessed by the Classe and Modem units;

- Global: this unit contains global variables used by the other units;
- Modem: this unit allows the whole system (LæProf and ClassTool) to interact with the Network unit without having to modify LæProf's source code;
- PktDrv: this public domain unit developed by Oliver Rehmann allows other units to interact with a PC/TCP packet driver V1.09. With this interface, units are given the capability to send packet on an Ethernet network;
- Network: this unit, closely related to the PktDrv unit, contains variables, functions and procedures responsible for initiating a network connection, sending and receiving Ethernet frames and closing a network connection; and
- Classe: this unit contains the variables, functions and procedures needed to implement the proposed projection parameters and software tools.

PC/TCP Packet Driver

A packet driver provides a simple, common programming interface that allows multiple applications to share a NIC interface at the data link layer. The packet driver provides calls to initiate access to a specific packet type, to end access to it, to send a packet and to get statistics and information on the NIC interface. The packet driver is loaded into memory at the computer's booting time. The packet driver is invoked via a software interrupt. ClassTool follows the packet driver specification PC/TCP version 1.09 from FTP software, Incorporated. However, FTP software applications and Developer Kits which are compatible with

the packet driver are coded in Microsoft C and assembly language. Borland Pascal V7.0 was used to implement ClassTool. In order to interface with the FTP packet driver, the PktDrv Interface V1.0, written by Oliver Rehm and released to public domain, was used. PktDrv is a Borland Pascal V7.0 unit which provides an object-oriented interface for packet drivers following the PC/TCP V1.09 specifications.

The PC/TCP packet driver is invoked via a software interrupt in the range of 60h through 80h. The handler for the interrupt is assumed to start with three bytes of executable code. To find the interrupt being used by the driver, the PktDrv Unit must scan through the handlers for vectors 60h to 80h until it finds one with the null-terminated text string "PKT<space>DRVR" in the 12 bytes immediately following the entry point.

Ethernet Type Field

The specification of Ethernet Version 1.0 was released (The Blue Book Ethernet) in 1980 by Dec, Intel and Xerox (DIX). Two years later, DIX released version 2.0 of Ethernet. Another three years later, IEEE specified the 802.3 protocol. Ethernet and IEEE 802.3 frames differ from each other by the type field. Ethernet defines different proprietary types in this field whereas IEEE 802.3 uses it as a length field to say how many bytes the data field holds.

In order to be able to use ClassTool on an existing network where packet traffics of any type can be found, ClassTool uses a specific type which is FACEh; this number is configurable. By using a unique type, the software does not require to check the entire content of a packet to accept it. Only the type field is checked and packets using a type different from FACEh are discarded. This way, computers using different network applications may co-exist on the same physical wire. However, to avoid conflict with future systems and if ClassTool is accepted

and used worldwide, the type FACEh would have to be registered to keep its authenticity. The Ethernet Frame format used by ClassTool is illustrated in figure 19.

| Preamble | Destination Physical Address | Source Physical Address | Frame Type | Frame Data | FCS |
|----------|------------------------------|-------------------------|------------|--------------|---------|
| 64 bits | 48 bits | 48 bits | 16 bits | 368-12K bits | 32 bits |

Figure 19 - Ethernet Frame Format

The *Preamble* holds also a Start Frame Delimiter (SFD). They are used for synchronisation of all receivers. The preamble must be equal to 10101010b and the SFD equal to 10101011b. This field is handled by the Network Interface Card (NIC) interface.

The *Destination Physical Address* is the address of the receiver found on its NIC interface and the *Source Physical Address* is the address of the originator. These are called Ethernet hardware or physical addresses. They are unique. The first three bytes of an Ethernet address identify the vendor of the NIC interface, and the last three bytes are chosen by the vendor. A destination address equal to FFFFFFFh indicates a broadcast frame which is addressed to all NIC interfaces configured to receive these type of frames.

If the *Frame Type* value is smaller than 5EFh, the frame is a standard IEEE 802.3 frame, and the value found represents the number of bytes (the length) of the *Frame Data* field. If the *Frame Type* value is greater than 5EEh, it is an Ethernet frame; the length is no longer a valid length but it represents a type (see Appendix C). For ClassTool, this field is always set to FACEh.

The *Frame Data* field holds the data to transmit or receive. According to the Ethernet specifications, this field must hold at least 46 bytes of data; if not, padding is required. The maximum data length is 1500 bytes. For ClassTool, a data structure was designed to fill this field and may be found in Appendix A.

The Frame Check Sequence (*FCS*) is a cyclic redundancy checksum (CRC) used for frame error detection and correction. This field is handled by the NIC interface.

Preferred Pen Operating System

Because ClassTool was designed around LæProf, a DOS-based pen operating system was required. Furthermore, a penaware operating system was preferred over any pen-centric operating system. A penaware operating system will provide a means for enabling pen input to LæProf without rewriting it from scratch. In fact, only a pen driver is required to enable pen input; but, none are presently available on the market. Pen drivers always come bundled with a pen operating system.

For example, PenDOS™ from CIC is an extension to the DOS operating system which provides a solution to enable pen input to LæProf. It is the only DOS-based pen operating system presently compatible with the hardware used to develop this project. PenDOS™ also opens up new possibilities such as multilingual handwriting recognition, signature verification, graphics design and annotation of lessons. In addition to mouse emulation and text input, the gestures designed in PenDOS™ can be used to invoke functions such as cutting, copying or deleting a highlighted area, while a special Gesture Macro Editor allows users to map gestures to different functions or keystrokes. To enable text and special keystroke input, a "soft" keyboard is also provided. In addition, this DOS extension takes only 50 KBytes of conventional memory leaving room to develop lessons in LæProf.

Unfortunately, PenDOS™ is not completely mouse-compatible, and does not work properly in VESA-compliant Super VGA graphics mode. To fully take advantages of this pen operating system, such as accessing the handwriting

recognition engine, more internal modifications need to be brought out.



Software Tools Implementation

*" 'What is the use of a book',
thought Alice, 'without pictures
or conversations?' "*

L. Carroll
Alice's Adventures in Wonderland

The Log-In Tool

ClassTool assumes that the classroom server's computer is always running and ready to log a professor and the students. When a computer executes the main program, the Classe Unit automatically sends a broadcast packet to attempt to log in on the server; the server's computer recognizes the packet and processes it. If students were already logged in and a request from a professor to log in is initiated, the students' computers will intercept the source address to update their internal professor address required by other tools. Similarly, any log-in packet sent by a late-comer will be intercepted by the professor's computer to have the student's name displayed on the professor's computer screen. The Ethernet frame format used by computers to log in is illustrated in figure 20, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Total Nb of PCs | LæProf Mode | Nickname |
|---------------------|--------------------------|------------|---------------------|-----------------|-------------|------------|
| FFFFFF | Originator's NIC Address | FACEh | Integer LogI=590 | Integer | Byte | String[37] |

Figure 20 - Log In Frame Format

When a computer logs in, the log-in code is put in the *Function Code* field, the *LæProf Mode* field is filled with whether the computer is in Professor mode (equal to 1) or is in Student mode (equal to 2), and the *Nickname* field is filled with the name of the individual found in the configuration file. The *Total Nb of PCs* field is not used at this stage.

When the server's computer receives this type of frame, it verifies if the requested computer is not already logged in by looking in an internal linked list; if not, the server adds the requested computer's address in the list and sends back to the originator the packet as an acknowledgment. However, before sending the frame, the Classe Unit updates the *LæProf Mode* field with a value equal to zero,

fills the *Total Number of PCs* field with the number of computers presently logged in and finally, fills the *Nickname* field with a null string. If a log in request is done by a student when the professor is already logged in (a late-comer), the *Nickname* field will contain the physical address of the professor's computer. The Ethernet frame format sent by the server's computer to any other computer requesting to log in is illustrated in figure 21, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Total Nb of PCs | LæProf Mode | Nickname |
|----------------------|------------------|------------|---------------|-----------------|-------------|--------------------------|
| Originator's Address | Server's Address | FACEh | LogI=590 | Integer | 0 | " or Professor's Address |

Figure 21 - Log In Acknowledgement Frame Format

When the originator receives the acknowledgment, a message indicating his/her nickname and the number of individuals presently on the network is displayed on his/her computer's screen.

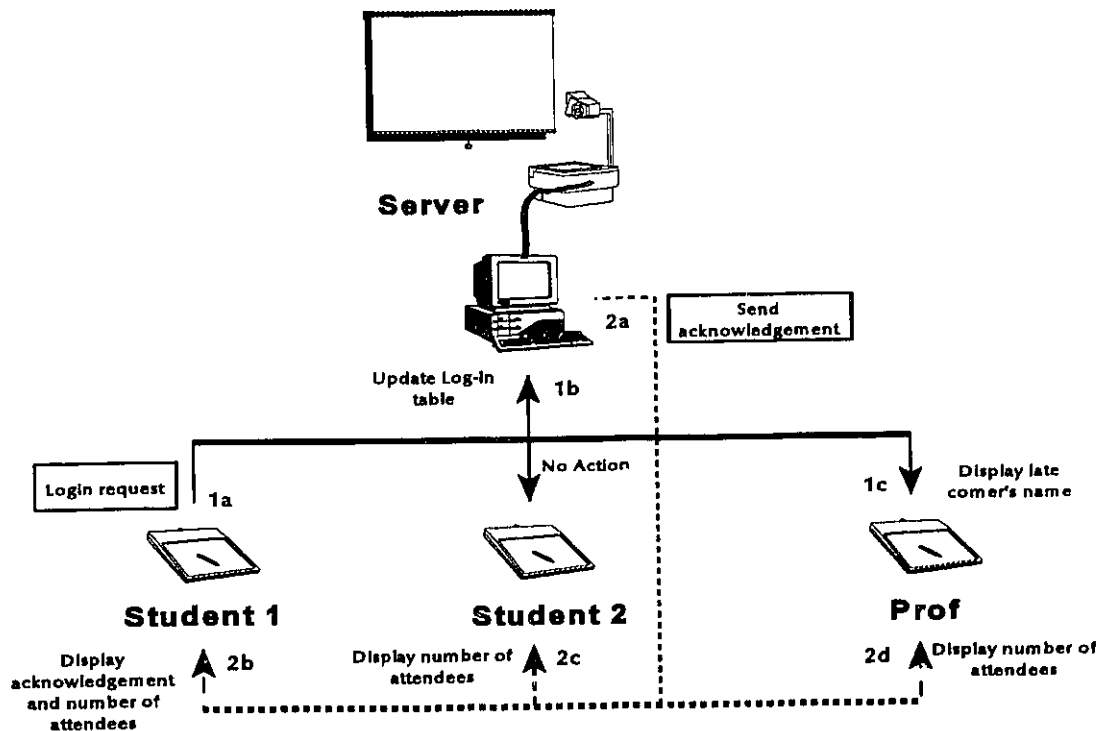


Figure 22 - Log-In Session Data Flow

The data flow occurring during a log-in session is illustrated in figure 22.

The Students' Computer Control Tool

Other classroom management tools are available to the professor. A professor may force students' attention by turning off or on their computer's screens, may disable or enable note-taking, and may allow or disallow transmission of electronic questions. These functions are triggered by the professor by pen-pointing on the appropriate icon. The Ethernet frame format employed to control student's computers is illustrated in figure 23, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Control Status |
|---------------------|---------------------|------------|----------------------|----------------|
| FFFFFF | Professor's Address | FACEh | Integer CtrlE=516 | Byte |

Figure 23 - Students' Computer Control Frame Format

The *Control Status* field contains zero to toggle between normal and blanked students' computer screen, it contains one to toggle the note-taking status, and contains two to toggle the question mode. An appropriate note informing the new status is displayed on the students' screen. The server ignores this type of packet. The data flow occurring during a student's computer control is shown in figure 24.

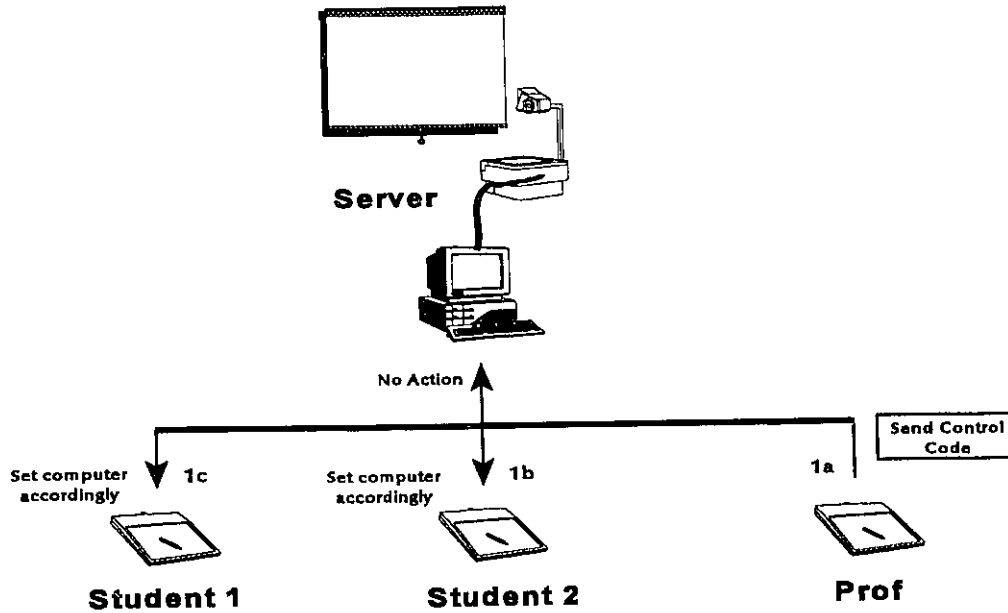


Figure 24 - Students' Computers Control Session Data Flow

The Management File

At the end of the lecture, ClassTool produces specific report files for the professor, the students and the department directors with respective relevant information. These files contain log-in and log-out times with associated individuals' names, all questions with times asked and answered, exact time spent with a student in a head-to-head session, quiz results and time spent on each lesson transparency. The data found in these files may be used by an IMS to help manage instruction or may be used by a tutoring module to help students study their areas of weakness. An example of the management file is illustrated in figure 25.

```

14:00 Student John Doe logged in
14:01 Student Erik Kay logged in
14:04 Prof Rick Richard logged in
      3 attendees in class
14:04 Computer Basic Components
14:04 Lecture Outline
14:07 Question from John Doe
      C7BC0208.001
14:08 Student Dave Ross logged in . >> late-comer
      4 attendees in class
14:08 Computer's memory types
14:10 Answer to John Doe
      C7BC0208.001 C7EC0407.001
14:11 Monitoring Erik Kay
14:12 Head-to-Head with Erik Kay
14:16 Quiz - 2 Students answered
      Right: 1, Wrong: 0, Ignore: 1
14:18 RAM

```

Figure 25 - The Management File in Server Mode

The Note-Taking Tool

The clipboard displayed on the professor and students' computer screens is a PCX graphics file containing the individual's screen preferences. It is loaded by the Classe Unit each time it goes into the Projector; this file is displayed on the screen as the background. Another PCX graphics file is used by the Classe Unit. This file contains the design of an electronic sheet. It is displayed on the right side of the screen each time a new transparency is shown. Naturally, these graphics files are not displayed on the server's screen because the transparencies are not displayed in the upper left-hand corner of the screen with a clipboard as other computers do, but utilizes the entire screen to display the electronic transparencies.

Furthermore, these characters and marks with appropriate style and colour are saved on a disk file which name is composed of the objective, transparency and pedagogical point numbers. Just before a lesson pedagogical point is shown, the Classe Unit displays on the screen the note data found in the associated file and appends any other notes written by the individual; if the note

file does not exist, the Classe Unit creates it. Before starting a new lesson, these files must be deleted otherwise the notes taken during a previous lecture will be displayed using the new lesson as reference.

The Ethernet frame format employed by the professor's computer to send pen events is illustrated in figure 26, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | X coordinate | Y coordinate | Status |
|---------------------|---------------------|------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| Server's Address | Professor's Address | FACEh | Integer PenP=510 | Integer | Integer | Integer |

Figure 26 - Pen Event Frame Format

The *X* and *Y coordinate* fields contain the actual coordinates when the pen was pressed on the screen. The *Status* field contains zero when the pen does not touch the screen, contains one when the pen touches the screen and contains two when the barrel button located on the side of the pen is pushed. When the server receives this type of packet, it multiplies by two the pen coordinates as the electronic transparencies are not displayed in the upper left-hand corner of the screen, but utilizes the entire screen to display the transparencies.

Any other input device commands are transmitted to all computers by the professor's computer disregarding the cursor position, and keyboard keys are only transmitted to the server's computer if they are typed on the current electronic transparency. The Ethernet frame format employed to send these function commands is illustrated in figure 27, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code |
|---------------------|---------------------|------------|------------------------------------|
| FFFFFF | Professor's Address | FACEh | Integer LæProf Function Command |

Figure 27 - LæProf Input Device Command Frame Format

When such a packet is received by the server or a student's computer, the command found in the *Function Code* field is given to LæProf internal procedures to duplicate the function activated on the professor's computer.

The data flow occurring during pointing and emphasizing is shown in figure 28.

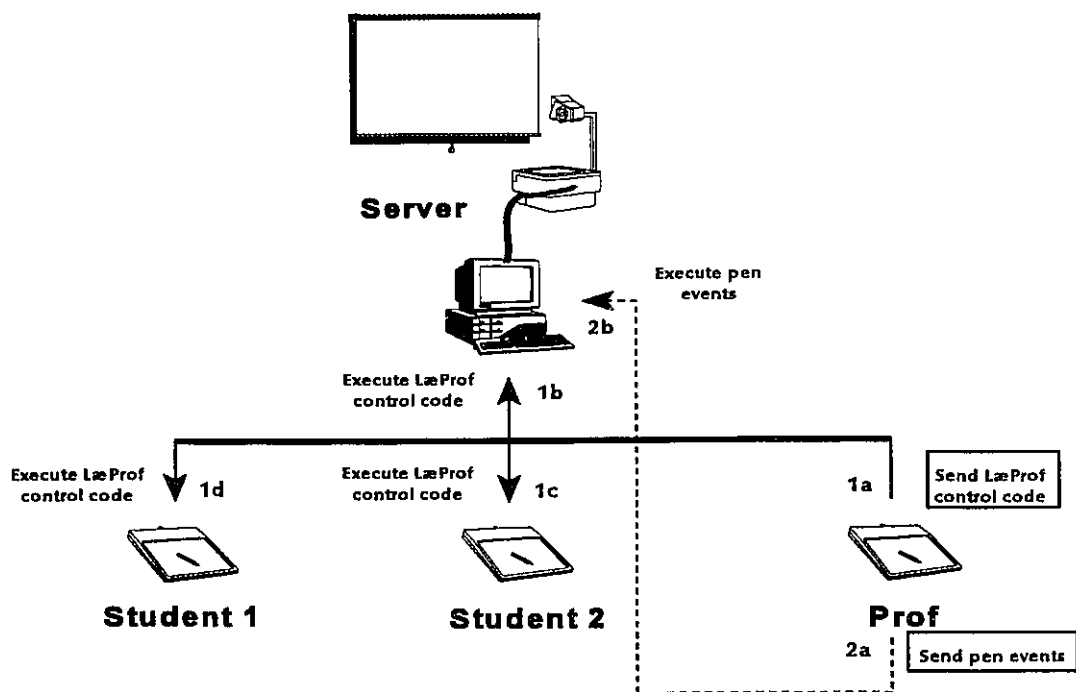


Figure 28 - Pointing and Emphasizing Data Flow

The Question Tool

After a student writes a question in the Question box and pen-points on the Question icon, the resulting characters and marks with their appropriate styles and colours are saved in a file, using the same format as the note file, and which name is composed of the student's physical address plus a question identification number. Then, the Classe Unit initiates a question file transfer between the

student and the server's computers. The Ethernet frame format employed for a question file transfer from a student to the server's computer is illustrated in figure 29, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Dos File Name | Nickname | Question Originator Address | Location | Nb of Questions in Queue | Nb of Bytes Sent | File Data |
|---------------------|-------------------|------------|---------------------|---------------|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|
| Server's Address | Student's Address | FACEh | Integer QusE=527 | String[37] | String[37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 29 - Question Asking Frame Format

When the last file frame is received by the server's computer, detected when the *Nb of Bytes Sent* field value is less than 1400 bytes, a question file has just been copied from the student computer's disk to the server's. At this point, the Classe Unit adds an entry to the server's temporary question header file keeping a record of all questions received.

The *DOS File Name* field contains the question file name of the file being transmitted. The *Nickname* field contains the student's name. The *Question Originator Address* field contains the student's address (same as the *Source Address* field) required by the professor's computer when this frame will be transmitted to it; this field is not justified for the moment but will be required by the professor's computer to transmit the answer back to the student's computer as the professor's computer receives this frame from the server's computer and not from the student's (and thus cannot use the *Source Address* field). The *Location* field is filled with the objective, transparency and point reference numbers when the question was written; this field is used by the professor to jump to the proper transparency when answering a question. The *Nb of Questions in Queue* field is not used in this case. The number of bytes of the question file being transferred in the current pass is put in the *Nb of Bytes Sent* field; the file is always transmitted in chunk of 1400 bytes unless it is the last block to send. The last field in this question frame contains the actual file data.

The professor must trigger, by pen-pointing on the Question Request tool icon to receive the next available question from the server's computer, unless the request was initiated automatically as defined in the configuration file. The Ethernet frame format employed by the professor's computer to request a question is illustrated in figure 30, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code |
|---------------------|---------------------|------------|---------------------|
| Server's Address | Professor's Address | FACEh | Integer QsRq=517 |

Figure 30 - Next Question Request Frame Format

When the server's computer receives this frame, it retrieves from its question header file the next non-requested question. If all questions had already been requested by the professor, the *Nb of Questions in Queue* field is set to zero and the other fields remain untouched; if not, the next available question file is transmitted to the professor's computer with the Question Asking frame fields filled with the data found in the corresponding entry of the server's question header file. The number of questions still in queue is put in the *Nb of Questions in Queue* field. The Ethernet frame format employed to transmit the question file from the server to the professor's computer is illustrated in figure 31, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Dos File Name | Nickname | Question Originator Address | Location | Nb of Questions in Queue | Nb of Bytes Sent | File Data |
|---------------------|------------------|------------|---------------------|---------------|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|
| Professor's Address | Server's Address | FACEh | Integer Qust=507 | String[37] | String[37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 31 - Question File Frame Format

Immediately after the last question file frame is received by the professor's computer, the question is displayed in the upper part of the notepad with the corresponding student's name. The professor is now requested to send

pre-defined answers, to send a written answer, to jump to the electronic transparency when the question was written, or to ignore for the moment the question by pen-pointing on the corresponding icon. The option selected including the data related to the student, found in the Question File frame and without the actual file data, is saved on the professor's computer disk in a similar question header file found on the server's computer disk. Rather than asking continually the server's computer for the same questions, it was decided to save these questions on the professor's computer disk each time they are requested. It will be faster to scan the professor's question header file when the professor wants to answer a question ignored previously. Also, as the questions are physically located on the professor's computer, it allows further references to them outside the classroom.

After an answer is written by the professor in the Answer box found in the bottom part of the notepad, he/she must trigger the Answer tool icon to send the answer directly to the question's originator using the address found in the corresponding entry of the question header file; when a pre-defined answer is chosen by the professor, the corresponding phrase found in the configuration file is inserted in an Answer file and is transmitted automatically. A question answer may be formed of typed characters and/or pen writing. These characters and marks with their styles and colours are saved in a file, using the same format as the note file, and which name is composed of the professor's computer physical address plus a question identification number. The Ethernet frame format employed to transmit the Answer file from the professor to a student's computer is illustrated in figure 32, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Dos File Name | Nickname | Question Originator Address | Location | Nb of Questions in Queue | Nb of Bytes Sent | File Data |
|---------------------|----------------|------------|---------------------|---------------|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|
| Student's Address | Prof's Address | FACEh | Integer QueA=514 | String[37] | String[37] | Array[0..5] of Byte | Array [0..3] of Byte | Word | Word | Array [0..1399] of Byte |

Figure 32 - Question's Answer Frame Format

When the student's computer receives the last frame of the answer file transfer, the Classe Unit displays in the upper part of the notepad the student's original question using the file name found in the *Question Name* field of the Question's Answer frame. It also displays, in the bottom part of the notepad, the professor's answer using the file name found in the *DOS File Name* field. The two file names will be written into the lesson management file; this management file is the only place which shows the link between a question file and its corresponding answer file. This completes the cycle of a student's question request.

The data flow occurring during a question session is shown in figure 33.

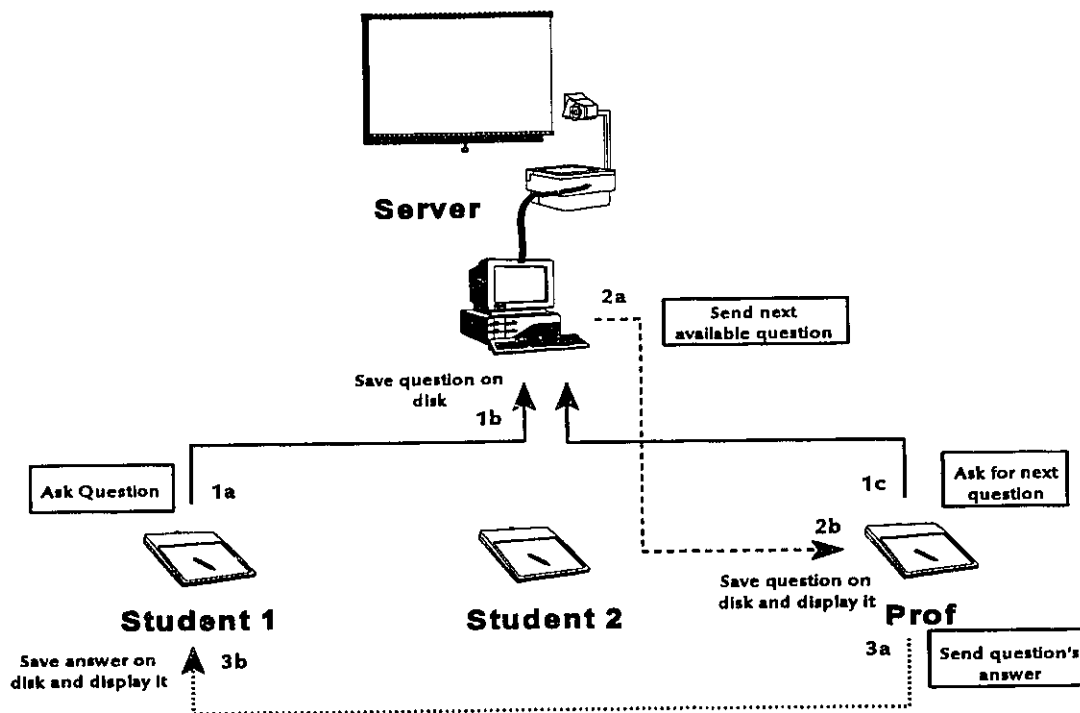


Figure 33 - Question Session Data Flow

The Fill-the-Slide Tool

The Fill-the-Slide tool is initiated internally when the Projector detects the

"Fill Slide" projection parameter connected to a pedagogical point. There is no specific Ethernet frame associated with this tool. Depending on the computer's mode, the Classe Unit enables or disables the display of the graphics elements underlying the pedagogical point; in Student mode, the graphics elements are not displayed whereas in Server and Professor modes they are.

The Quiz Tool

The Quiz tool is initiated internally when the Projector detects the "Quiz" projection parameter connected to a pedagogical point. In Student mode, when such a pedagogical point is encountered, the Classe Unit display the point's name as the question to be answered. It also starts an internal timer initialized to the value given by the professor during the lesson design in the Outliner. After a student pen-points on the screen, or after the time is expired, a Quiz Answer frame is sent to the server's computer for compilation. The Ethernet frame format employed to transmit the answer from a student to the server's computer is shown in figure 34, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Answer Type |
|---------------------|-------------------|------------|---------------------|-------------|
| Server's Address | Student's Address | FACEh | Integer QzAn=522 | Byte |

Figure 34 - Quiz Answer Frame Format

Before sending the packet from the student's computer, the Classe Unit puts the answer selected in the *Answer Type* field; a value equal to zero means a correct answer, one means a wrong answer and two means the student ignored the quiz. As soon as the time expires or when the professor selects the Quiz Statistics tool icon, the professor's computer sends to the server's an Ethernet packet requesting quiz statistics. The Ethernet frame format used in this case is illustrated in figure 35, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code |
|---------------------|---------------------|------------|---------------------|
| Server's Address | Professor's Address | FACEh | Integer QzRq=512 |

Figure 35 - Quiz Statistics Request Frame Format

When the server's computer receives the request, it sends the quiz results to the professor's computer. The Ethernet frame format employed to send the quiz results is illustrated in figure 36, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Right | Wrong | Ignore |
|---------------------|------------------|------------|---------------------|-------|-------|--------|
| Professor's Address | Server's Address | FACEh | Integer QzRp=502 | Byte | Byte | Byte |

Figure 36 - Quiz Statistics Reply Frame Format

In this frame, the *Right*, *Wrong* and *Ignore* fields are filled with the corresponding students' answer counts. The proper choices' counts are kept by the server's computer until a new "Quiz" projection parameter is encountered, then the values are reset to zero.

Lesson questions, correct answers and student's answers are saved in the student's management file. This file may be used by a tutoring module to guide the student in teaching concepts where he/she had problems. Similarly, statistics gathered from the questions are saved in the server's and professor's management files.

The data flow occurring during a quiz session is shown in figure 37.

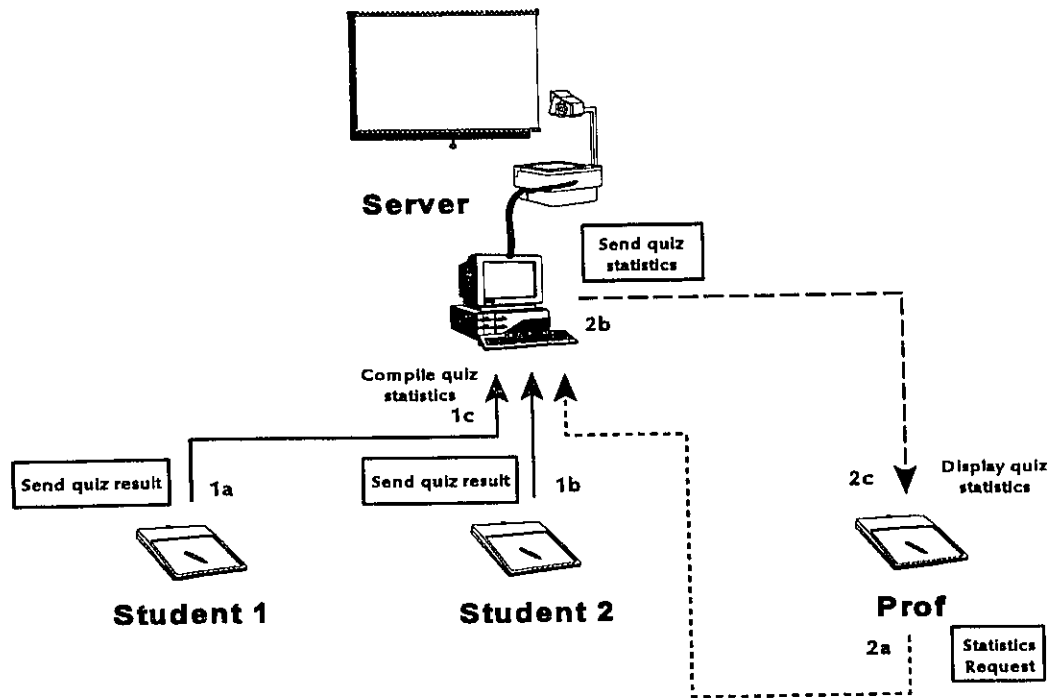


Figure 37 - Quiz Session Data Flow

The Monitoring Tool

By selecting the Monitoring tool icon, the professor's computer sends an Ethernet packet to the server's. The Ethernet frame format sent to monitor a student is illustrated in figure 38, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code |
|---------------------|---------------------|------------|---------------------|
| Server's Address | Professor's Address | FACEh | Integer Moni=513 |

Figure 38 - Monitor Request Frame Format

When the server's computer receives the request, it selects, from its internal log-in linked list, the next available student to be monitored. Then, it relays the request to the proper student using the same Ethernet frame format illustrated

in figure 38 (using the source server's and destination student's addresses). When a student's computer receives the request, its video screen memory is saved on disk and the file created is sent to the professor's computer using the Ethernet frame format illustrated, without the preamble and the FCS, in figure 39.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | Dos File Name | Student's Nickname | Nb of Bytes Sent | File Data |
|---------------------|-------------------|------------|---------------------|----------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|
| Professor's Address | Student's Address | FACEh | Integer VidS=523 | String[37] 'Screen.DMP' | String[37] | Word | Array[0..1399] of Byte |

Figure 39 - Video Screen Dump File Frame Format

The file name used by all students is "SCREEN.DMP" and is deleted at the end of the lesson. The *Student's Nickname* field is also filled by the Classe Unit before sending the frame. The number of bytes of the video screen dump file being transferred in the current pass is put in the *Nb of Bytes Sent* field; the file is always transmitted in chunk of 1400 bytes unless it is the last block to send. The last field in this frame contains the actual video screen dump file data.

When the professor's computer receives from a student the last video screen dump file frame, it loads from disk the newly created file and displays it in the upper left corner of its screen. The student's Ethernet address is kept in a global variable to be referenced by the Head-to-Head tool. Before continuing the lesson, the professor must refresh his/her computer's screen to remove the student's screen snap-shot. A Refresh tool is available to the professor and was already implemented in LæProf.

The data flow occurring during a monitoring session is shown in figure 40.

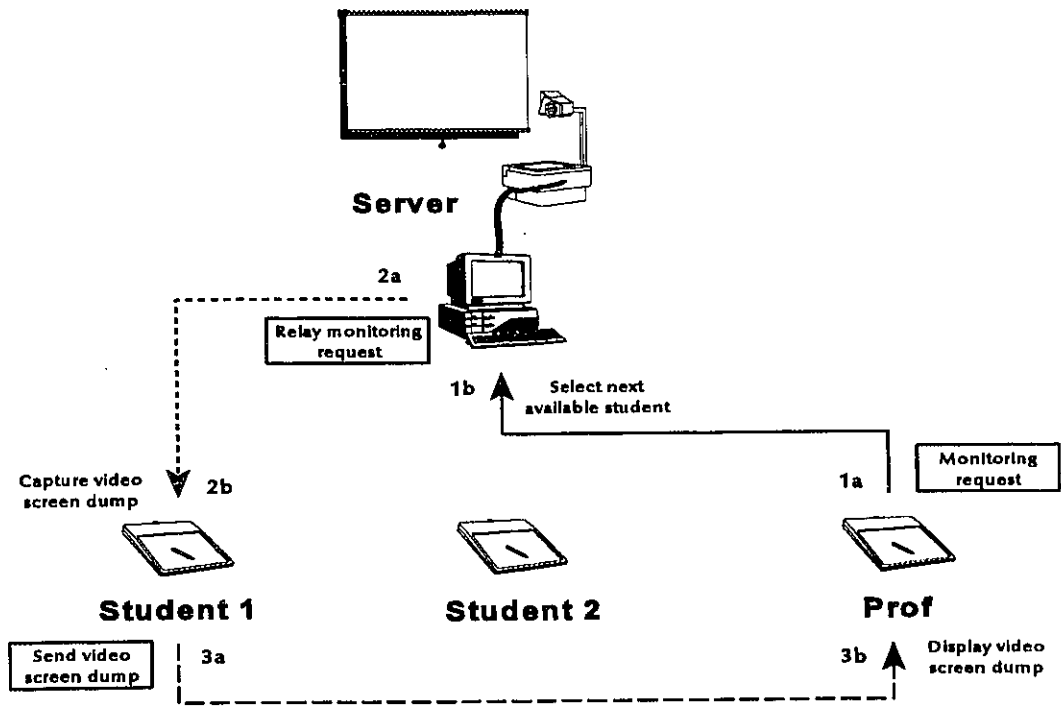


Figure 40 - Monitoring Session Data Flow

The Head-to-Head Tool

This tool is activated by pen-pointing on the Head-to-Head tool icon. The Monitoring tool must have been previously selected as the head-to-head session is initiated with the student's being monitored. The Ethernet frame format employed by the professor and student's computers to send pen events to each other is illustrated in figure 41, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code | X coordinate | Y coordinate | Status |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| Student or Professor's Address | Professor or Student's Address | FACEh | Integer PenP=510 | Integer | Integer | Integer |

Figure 41 - Head-to-Head Pen Event Frame Format

The *X* and *Y coordinate* fields contain the actual coordinates when the pen was pressed on the screen. The *Status* field contains zero when the pen does not touch the screen, contains one when the pen touches the screen and contains two when the barrel button located on the side of the pen is pushed.

Furthermore, any other LæProf function commands, such as the Refresh tool, are exchanged between the student's computer and the professor's computer disregarding the cursor position, and keyboard keys are only transmitted if they are typed on the electronic transparency. The Ethernet frame format employed to send these function commands is illustrated in figure 42, without the preamble and the FCS.

| Destination Address | Source Address | Frame Type | Function Code |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|------------------------------------|
| Student or Professor's Address | Professor or Student's Address | FACEh | Integer LæProf Function Command |

Figure 42 - LæProf Function Command Frame Format

When such a packet is received by either the professor or the student's computer, the command found in the *Function Code* field is given to LæProf internal procedures to duplicate the function activated on the originator's computer.

The data flow occurring during a Head-to-Head session is shown in figure 43.

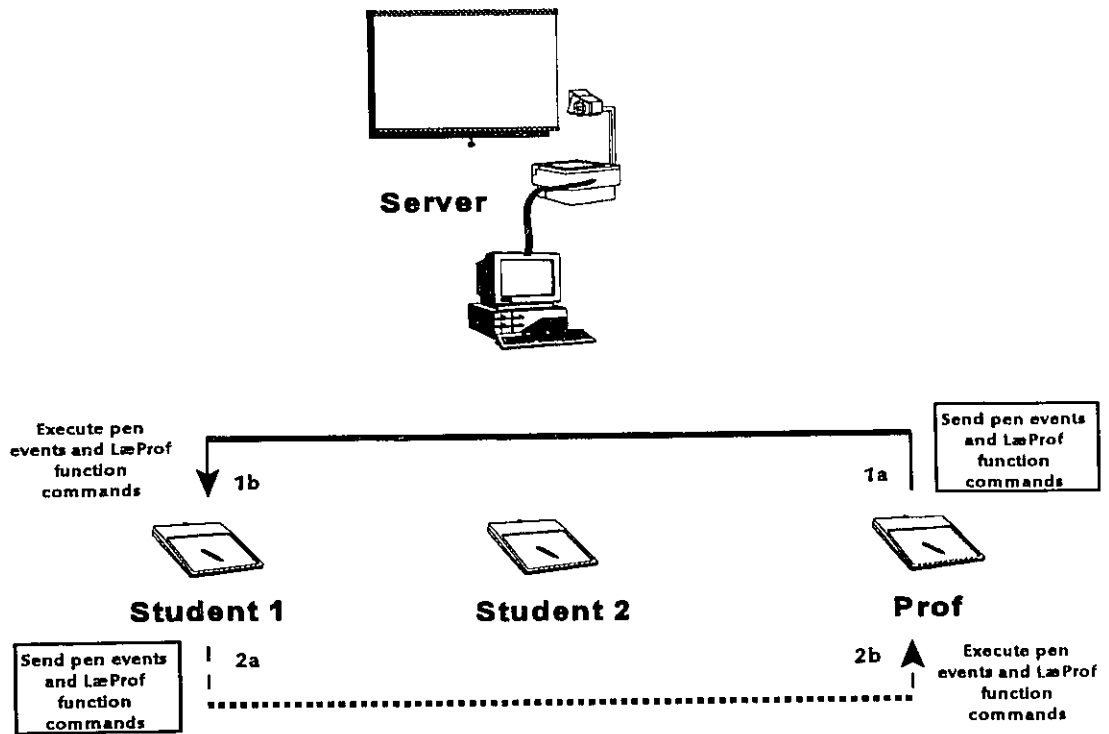


Figure 43 - Head-to-Head Session Data Flow



Further Development

*"The best way to predict the
future is to invent it"*

Alan Kay

External Files

To fully take advantage of ClassTool, future modules should be written to access the different files produced by the system during the creation and presentation of a lesson. These files are as follows:

| | |
|--------------------|---|
| <u>Config:</u> | the configuration file with the individual's preferences; |
| <u>Lesson:</u> | the lesson files containing the lesson hierarchy with all its structures created in the Outliner; |
| <u>Fonts:</u> | the fonts files used in lessons; |
| <u>Figures:</u> | the PCX figures used in lessons; |
| <u>Note:</u> | the note files produced during the presentation of a lesson; |
| <u>Question:</u> | the question files asked by the students during a lecture; |
| <u>Answers:</u> | the answer files produced by the professor during a lecture; and |
| <u>Management:</u> | messages exchanged between the professor, server and students' computer during a lecture. |

The following sections describe possible modules that may be developed in order to improve ClassTool.

Intelligent Tutoring Module (ITS)

This module may be used by students to study lessons given by professors during the day. The typical components of this module and their functions are described as follows:

- a. **Expert Component**: This part is critical to the ITS because it embodies domain specific knowledge which is usually the foundation for any tutoring; it comprises the knowledge that the ITS is trying to teach. In the system presented in this thesis, the lesson constitutes the knowledge base; however, an external and more refined library may be developed by an expert (not necessary the professor) and be accessible by the other components of the intelligent tutoring module;
- b. **Student Modeller Component**: It is the component of the ITS which tries to understand the knowledge and skill level of the learner. By learner-machine interaction, the ITS will construct a student model representing the learner's knowledge. By using a student model, the ITS can give adaptive explanations and hints and generate questions dynamically rather than presenting predefined questions during class. It may be very difficult to rapidly implement this concept in ClassTool; however, answers given by the student when questions were asked in the classroom during previous lessons may be asked again or others may be created from the lessons;
- c. **Tutoring Component**: This part is knowledgeable about possible methods and options for teaching. A proper method or option will be selected to teach a learner according to his knowledge level. In fact, the teaching method is tailored to the learner's need. The features

found in the Projector of LæProf could be very valuable to implement this component of the intelligent tutoring module; and

- d. Curriculum Component: This component suggests the scope, form and content of the instructional material available for a given circumstance or problem. The limited features of LæProf and the data structure used in a lesson could restrict the role of this component; however, external libraries may be developed and used by this component.

As the tutoring and curriculum components are closely related, the intelligent tutoring module may be designed having these two components merged together to form a unique component.

User-Defined Projection Parameters

In many disciplines, it might be desirable to provide specific projection parameter functions. Providing all possible functions to all disciplines is not a practical nor economical proposition. Raymond and Pilon [33] developed a software interface, so that any programmer could write the desired function and interface it to LæProf without recompiling or even need access to LæProf source code.

To summarize Raymond and Pilon's specifications, external programs are passed a bloc address, in the form of an encoded string used as a DOS command line parameter. This process is standardized in DOS and therefore, is a common programming practice. The decoded address points to a set of fields representing as follows:

- a. the current status of LæProf, such as memory available, colour

palette in use, data and code segment addresses;

- b. a pointer to the complete tree structure of the lesson, so not only the current pedagogical point is known, but any element may be referenced. This gives the possibility to manipulate graphics elements, pedagogical points, transparencies, objectives or even the entire lesson file;
- c. the current pedagogical point name; and
- d. addresses of keyboard, mouse and pen routines which provide standard processing in a network or distance learning environment.

Timetable Module

The purpose of this module is to keep track of a student's courses, lectures and main events. A personalized course timetable could be installed on a student's computer at the beginning of a term, and the student could update it with different other events such as mid-term and final exams.

Scheduler Module

This module would interact with the timetable module to inform a student or even coach the student to organize their time and plan ahead to study exams. Within the context of ClassTool, lectures are being attended and lessons are being studied using a computer. The Scheduler Module would know when a student attended a lecture and would know if he/she studied such and such lesson; exam results could also be used by ClassTool. From these events, the scheduler would help the student to get better marks by giving him/her different strategies.

Electronic-Mail Module

Students could be allowed to send and receive electronic-mail via the school system. This module could also be used to ask questions to professors after class. Any commercial electronic-mail package may be used to fulfil the role of this module.

Handwriting Recognition Module

This module is responsible for converting student's handwritten notes to printed characters for better legibility if the note files are exchanged among students. It may not be necessary to have a handwriting recognition module when the notes are only read back by the original writer; however, if a search (by keyword) module is integrated in ClassTool, it would be essential to translate the notes into printed characters.

As stated by Communication Intelligence Corporation (CIC) [7], market studies indicate that a viable commercial handwriting recognition system must allow for a high degree of tolerance for distortion and writing style; otherwise users quickly become frustrated. A real technical challenge in handwriting recognition is that writing styles vary greatly from person to person and sometimes even for the same person, depending upon whether they are fatigued, in a hurry, or any number of other factors. That is, the handwriting recognition module should accommodate the user, not the other way around. For example, it is important to minimize user handwriting training while still obtaining the benefits of individual adaptation. Consequently, the users would not have to train the recognition engine from scratch, but only those letters that give difficulty, reducing training to a much smaller task. Furthermore, it would be inadmissible to give misrecognition-based handwriting recognition engine (an engine which make mistakes and gives incorrect results as if they were the correct results) to students especially when

they are writing exams.

Pen operating systems are equipped with a handwriting recognition engine which are normally replaceable by third-party recognition engines. It may be interesting to change the engine with one that offer improved recognition rates, different symbol sets, and other qualities not available in their recognition engines.

The CIC's recognition engine is an example of a handwriting recognition module that may be integrated in the system presented in this thesis.



Hardware

*"You never know what you can do
till you try"*

Proverb 19th century

Part IV

Problems Encountered

Pen-Based Computer

To implement the system presented in this thesis, pen-based computers were required. Because LæProf displays information in 256 colours, pen-based computers displaying SVGA graphics were required. Furthermore, two PCMCIA slots were needed; one required for the Ethernet NIC and the other for future expansion. As LæProf runs under DOS, the pen-based computer must be compatible with at least one DOS-based pen operating system. After checking the market for months in 1993, the only pen-based computer with SVGA capabilities, supporting a DOS-based pen operating system and possessing two PCMCIA slots was the NEC UltraLite Autograph™ (renamed VersaPad™). Unfortunately, the VersaPad™ does not have a colour display but use 256 levels of grey. It is important to state that several computer companies were claiming availabilities of better pen-based systems but when I asked them to see, try or get one, they were constantly postponing their release dates.

Despite the good willing of NEC Technologies to ship me a VersaPad™ computer, it took one year to get one. This is the price to pay to implement systems with state-of-the-art equipment.

Pen-based Colour Display

In 1993, NEC Technologies was supposed to release a pen-based computer which would have been upgradeable to full colour SVGA display. I received one of these computers; however, I am still waiting for NEC Technologies to release the upgrade to customers. The project was implemented and tested on non-colour pen-based computers.

Wireless Network Interface Card

The original system was supposed to be implemented using wireless Ethernet NICs but because none were available on the market last year, it was decided to continue the project using normal PCMCIA NIC cards. Several companies were claiming the benefit of such product but none of them were able to ship me one.

Classroom Trial

Because of limited quantities of appropriate equipment available on the market and because companies delayed their release dates, ClassTool has not been tested with "real" students yet. It would have been appropriate to test the entire system in a real classroom environment.

University Support

Computers available to graduate students in the Computer Science department at University of Ottawa are not compatible or not configured to work in VESA-compliant SVGA modes. For this project, it was then required to get sponsorship and buy my own equipment.



Software

*"If at first you don't succeed,
Try, try again."*

Hickson, William Edward
19th century

DOS-based Pen Operating System

Most pen-based computers comes with Microsoft® Windows™ for Pen Computing; one or two comes bundled with a DOS-based pen operating system. It was guaranteed by NEC Technologies that their VersaPad™ computer was compatible with CIC PenDOS™; however, the computer was not bundled with PenDOS™. CIC was contacted and after months of patience (CIC was still developing the appropriate pen driver), PenDOS™ was shipped to me.

However, PenDOS™ is not completely mouse-compatible and does not run in SVGA and VESA-compliant graphics modes. With only one SVGA-compatible pen-based computer on the market, CIC was not interested for the moment to modify their pen operating system. Modifications were performed to CIC's pen driver by us to allow mouse emulation to run in one VESA-compliant graphics mode. Even if mouse emulation was enough for this project, the other features (pen gestures, handwriting recognition, signature verification, etc.) found in PenDOS™ cannot be accessible, for the moment.

LæProf Display Mode

When this project started, LæProf was implemented using SVGA proprietary graphics code different on each video graphics card. This approach became quickly awkward as different video chips were found on the equipment used to implement this project. To be compatible with most video chips, LæProf was modified to used VESA-compliant SVGA modes. By doing this, it was notified that not all mouse drivers were VESA compatible; it was then required to get new mouse drivers for computers set in Server mode.

PenBIOS™ Specification Calls

With a pen driver written only for common VGA modes and modified by us for SVGA modes, I tried to get PenBIOS™ specification calls to write our own pen driver. Again, it took me months to get a copy of the specifications from Phoenix Technologies which wrote a special publication for us and distributed to me through NEC Technologies; it was then too late to consider writing a new pen driver.

Ethernet Driver in Pascal

With LæProf developed in Borland Pascal, it was extremely difficult to find an Ethernet Driver unit written in Pascal. Most were written in C++. Fortunately, the PktDrv unit from Oliver Rehmann was found on the Internet at the last minute before the development of my own driver had started.

LæProf Modifications

LæProf's Pascal Unit Interfaces were given to me at the beginning of this project. The implementation of ClassTool and its integration into LæProf were all based on these Unit interfaces. A single compilation was required to link LæProf and ClassTool. The integration of ClassTool with the first version of LæProf went extremely and amazingly smooth. However, LæProf is constantly being modified and improved by Dr. Raymond, my thesis supervisor. As I was eager to keep ClassTool compatible with the latest version of LæProf, it took me extra effort to always keep ClassTool up-to-date. As my coding was depending on some LæProf functions and procedures, modifications of them were sometimes changing the behaviour of my functions and procedures. It would have been simpler for me to stay with the first version.

LAN Implementation

Developing any network application is difficult if no network is readily available. To implement and test the Server, Professor and Student modes simultaneously, three computers linked together to form a LAN were required. It was not possible to develop ClassTool at the university as very limited computers, compatible with LæProf and ClassTool, were available. A LAN was then installed in my office using sponsorship equipment.

University Support

Borland Turbo Pascal V5.5 is installed on graduates' computers in the Computer Science Department of the University of Ottawa; the latest version is not available (version 7) on these computers. Borland Pascal V7.0 was then purchased to develop ClassTool.

Part V

Conclusions

Conclusion

*"Is it possible to access consequences
of research in advance?"*

Albert Einstein

Conclusion

The system presented in this thesis suggests a solution using pen-based computers and software tools to increase the productivity and creativity of both professors and students in a classroom and in any remote classroom. By computerizing traditional classroom tools such as the overhead projector and the chalkboard, by bringing new methods to get real-time feedback from students, and by involving students to learn actively, educational institutions may be interested in changing the ways computers are presently used in school and in distance learning. ClassTool brings new tools to educators and students to help them in their respective day-to-day functions. It is used to teach and learn material more efficiently in the classroom; the students could also use it at home to study at their own pace and according to their individual learning ability; and finally, it can be interfaced with productivity tools such as electronic mail, scheduler, timetable and handwriting recognition modules. ClassTool can stimulate effective note-taking strategies for students. As well, it allows students to ask questions more efficiently and even anonymously. With ClassTool, professors, while giving their lecture in the classroom, could adjust their teaching strategies according to student feedback provided by the system. In this way, it forces student participation and gives the professor abilities to reinforce pedagogical concepts and techniques.

Possible Improvements

Although this system works by itself, many improvements can be made. For example, the Ethernet packets used by ClassTool could be designed to be TCP/IP compatible. With the Internet growing every day, the system could be used almost worldwide.

A better pen driver should be written to allow electronic ink in VESA-compliant Super VGA modes.

Notes taken in class could be saved in *Jot* format to be compatible with the most popular handwriting recognition engines.

Video compression could be integrated into ClassTool to allow transmission of full motion video such as the professor's face transmitted to students located in remote classrooms.

Digital sound recording could be implemented in ClassTool to record the professor's voice and any question and answer given verbally. Students could then study the integral lecture at home.

The server mode could be extended to accommodate students willing to attend classes at home. The system requires a main classroom electronic projector. With a new "At Home" mode, the main classroom screen could be shown in another window on the Clipboard or maybe in the electronic transparency area.

Summary of Contributions

This thesis has contributed to the following:

- a. ClassTool is able to generate instructional management reports by keeping track of all activities occurring between the server, the professor and the students. From the data gathered, individuals are capable of managing instruction easily according to D'Angelo and Lomerson's four components [8];
- b. ClassTool provides the Quiz tool which allow professors to tailor their lectures in response to student feedback considered necessary by Swan and Mitrani [42];

- c. ClassTool provides the Question/Answer tool which helps, according to Twining [43], students identify the organization of a lecture. Furthermore, by giving opportunities to students to ask questions anytime and allowing anonymous questions to be asked, ClassTool puts Rosenthal [38] suggestion into application and thus maximize students' achievement;
- d. ClassTool provides the Fill-the-Slide tool and displays professor's pointing device only on the classroom screen. These are visual reinforcements, considered vital by Frederick [12] in order to focus students' attention;
- e. ClassTool increases opportunities for students to participate actively while listening as suggested by Good and Weinstein [14] to improve classrooms that feature boring and non-challenging routines. ClassTool achieves this with the Quiz and Fill-the-Slide tools;
- f. by transmitting professor's electronic transparencies to students, ClassTool helps students to retain information for a longer period of time by providing students opportunities to take accurate notes. It follows McWhorther's statement [26]. Furthermore, with the Fill-the-Slide tool, students are free to listen as only important concepts must be written down. As stated by Jensen [18], helping sorting information allows students to take better note;
- g. ClassTool helps securing students from being bothered by misbehaviours and by discouraging such misbehaviours. The Monitoring tool accomplishes these roles and allows also, as suggested by Anderson et al. [2], to monitor students' understanding by displaying on the professor's screen, in real-time, what a selected student is presently doing on his/her computer; and finally,

- h. when integrated in ClassTool, the entire system suggests a new approach to use computers in education. By providing portable computers and software tools described in this thesis to students, I believe they will learn material more efficiently in traditional classrooms and in remote classrooms and may study the material on their computer at home using various productivity modules suggested in this thesis.

Part VI

Appendices

Appendix A - ClassTool Data Structures

Functions Value (packet sent from the server's computer)

QzRp = 502
MsgS = 505
Qust = 507;

Functions Value (packet sent from the professor's computer)

PenP = 510
QzRq = 512
Moni = 513
QueA = 514
MsgP = 515
CtrE = 516
QsRq = 517
GoPp = 518

Functions Value (packet sent from students' computers)

PenE = 520
QzAn = 522
VidS = 523
QusE = 527

Functions Value (packet sent from any computer)

LogI = 590
TxFi = 591
Tx = 599

Data Types

EthernetAddr = Array[0..5] of Byte
Index = Array[0..3] of Byte

PLan = ^LANPack;

LANPack = RECORD

 CASE PCod: Integer OF

 QzRp: (QR: RECORD

 QzRq: ());

 QzAn: (Ans: Byte);

 QueA,

 Qust,

 QusE: (Qt: RECORD

 QsRq: ());

 MsgS,

 MsgP: (Note: String);

 PenP,

 PenE: (Pen: RECORD

 Moni: ());

 VidS: (VS: RECORD

 CtrE: (Ctrl: Byte);

 GoPp: (TdesM: Index);

 Logl: (Who: RECORD

 TxFi: (Fich: RECORD

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 END;

 Gd, Bd, Ig: Byte; END);

 DosFile: String[37]; Nick: String[37];
 Addr: EthernetAddr; TdesM: Index;
 Tot: Word; Leng: Word;
 QstData: Array[0..1399] of Byte; END);

 X, Y, Status: Integer; END);

 DosFile: String[37]; Nick: String[37];
 Leng: Word;
 ScnData: Array[0..1399] of Byte; END);

 NbPC: Integer; CiKi: Byte;
 Nick: String[37]; END);

 DosFile: String[37]; Leng: Word;
 FileData: Array[0..1449] of Byte; END);

END;

LogTab = ^TableLog;

TableLog = RECORD

 Adr: EthernetAddr;

 Laut: TablAdr;

 END;

Appendix B - Function & Procedure Declarations

Config Unit

The Config unit incorporates the following user-defined variables:

```
INTERFACE
CONST
  NoteNom='Nt';
  QuesNom='QG';
  QuesKan:Ttp=Le;
  TousAddr='FF-FF-FF-FF-FF-FF';
  LANType='FACE';
  PIX=10; PIY=290; PIdX=305; PIdY=89;
  QX=PIX; QY=PIY+90; QdX=PIdX; QdY=71;

VAR
  CliPcx:String[8];
  NotePcx:String[8];
  Surnom:String[37];
  Surum:String[6];
  ModeProf:Byte;
```

Global Unit

This unit contains the following global variables used by the newly implemented units:

```
INTERFACE
CONST
    FtNt:Byte=$40;
    TimeOut=100;
    Tim0:Integer=0;
    LANOK:Byte=0;

    {du serv}
    QzRp=502;MsgS=505;Qust=507;
    {du prof}
    PenP=510;QzRq=512;Moni=513;QueA=514;MsgP=515;CtrE=516;
    QsRq=517;
    GoPp=518;
    {d'etudi}
    PenE=520;QzAn=522;VidS=523;QuseE=527;
    {de tous}
    LogI=590;TxFi=591;Tx=599;

TYPE
EthernetAddr = Array[0..5] of Byte;
Index= Array[0..3] of Byte;

PLan=^LANPack;
LANPack= RECORD
    CASE PCod:Integer OF
        QzRp: (QR:RECORD Gd,Bd,Ig:Byte; END);
        QzRq: ();
        QzAn: (Ans:Byte);
        QueA,Qust,Quse: (Qt:RECORD DosFile:String[37];
            Nick:String[37];
            Addr:EthernetAddr;
            TdesM:Index;
            Tot:Word;
            Leng:Word;
            QstData:
                Array[0..1399]
                of Byte;
            END);
        QsRq: ();
        MsgS,MsgP: (Note:String);
        PenP,PenE: (Pen:RECORD X,Y,Status:Integer;
            END);
        Moni: ();
        VidS: (VS:RECORD DosFile:String[37];
            Nick:String[37];
            Leng:Word;
            ScnData:Array[0..1399]
            of Byte;
```

```

                                END);
    CtrE: (Ctrl:Byte);
    GoPp: (TdesM:Index);
    LogI: (Who:RECORD NbPC:Integer; CiKi:Byte;
          Nick:String[37]; END);
    TxFi: (Fich:RECORD DosFile:String[37];
          Leng:Word;
          FileData:Array[0..1449]
            of Byte;
          END);
    END;

    END;

LogTab=^TabLogin;
TabLogin=RECORD
    Adr:EthernetAddr;
    Laut:LogTab;
    END;

HeadT=RECORD
    Head:Boolean;
    Nick:String[37];
    Addr:String;
    END;

VAR
    NotePcx:String;
    Pck,TxFiP: PLAN;
    Pers1,PersX:LogTab; PersTot:Byte;
    EtudAdrScr:LogTab;
    ProfAddr,ServAddr:String;
    An:Array[0..2] Of Byte;
    QuesTot,QuesRep:Word;
    QuesF:File; Qgf:Text;
    QuesFPos:LongInt;
    EtudCtrl:Byte;
    QuesMode:Boolean; QuesEcrit:Boolean; QuesNum:Byte;
    NoteMode:Boolean;
    Nf:Text;
    FTx:Byte; FRx:Byte; FileTx:File; NomFileTx:String;
    AQuiTx:String; CodTx:Integer;
    StudHead:HeadT;

```

Modem Unit

The Modem unit incorporates the following functions and procedures:

```
INTERFACE
Uses Grafik;
CONST T4:ShortInt=0;
VAR SFR:ARRAY[0..3] Of Byte;
PROCEDURE EcriLaKlef(n:Integer);
PROCEDURE EcriLaSouris(b,X,Y:Integer);
FUNCTION LiLaSouris(VAR B,X,Y:Integer):Boolean;
FUNCTION LisLaKlef:Integer;
PROCEDURE SetCom(B,P:Byte);
PROCEDURE ModemOff(P:Byte);
PROCEDURE EcriB(n:Byte);
FUNCTION YaZunB:Byte;
FUNCTION ModemStatus:Byte;
CONST ModelDem='N';

IMPLEMENTATION
uses config, global, network, classe, bibal;

FUNCTION YaZunB:Byte; Assembler; ASM Mov ax,0; END;
PROCEDURE ModemOff(P:Byte);
PROCEDURE LogOut(var T: LogTab);
PROCEDURE SetCom(B,P:Byte);
FUNCTION ModemStatus:Byte;
PROCEDURE EcriB(n:Byte);
PROCEDURE EcriLaKlef(n:integer);
FUNCTION LisLaKlef:integer;
PROCEDURE EcriLaSouris(b,X,Y:Integer);
FUNCTION LiLaSouris(VAR B,X,Y:Integer):Boolean;
```

PktDvr Unit

This public domain unit developed by Oliver Rehmman allows other units to interact with a PC/TCP packet drive V1.09. It contains the following functions and procedures:

```
INTERFACE
USES DOS, OBJECTS;
{$I PACKET.INC}

CONST
  Pkt_Sig : String[08] = 'PKT DRVR';
  ParamLen : Byte      = 14;

TYPE TPKTSTATUS =
(NO_PKTDRVR, INITIALIZED, NOT_INITIALIZED);
  TACCESSTYPE = RECORD
    if_class      : Byte;
    if_type       : Word;
    if_number     : Byte;
    type_         : Pointer;
    typelen       : Word;
    receiver      : Pointer;
  END;

  TPKTPARAMS = RECORD
    major_rev     : Byte;
    minor_rev     : Byte;
    length        : Byte;
    addr_len      : Byte;
    mtu           : Word;
    multicast_aval : Word;
    rcv_bufs     : Word;
    xmt_bufs     : Word;
    int_num       : Word;
  END;

  TDRVRINFO = RECORD
    Version       : Word;
    Class         : Byte;
    Type_         : Word;
    Number        : Byte;
    pName         : Pointer;
    Functionality : Byte;
  END;

  TSTATISTICS = RECORD
    packets_in    : LongInt;
    packets_out   : LongInt;
    bytes_in      : LongInt;
    bytes_out     : LongInt;
    errors_in     : LongInt;
    errors_out    : LongInt;
```

```

        packets_lost : LongInt;
    END;

    TPKTDRVR = OBJECT(TOBJECT)

private
    pktInt          : Integer;
    pktHandle       : Integer;
    pktRecvHandler  : Pointer;
    pktStatus       : TPKTSTATUS;
    pktError        : Byte;
    pktRegs         : Registers;
    pktAccessInfo   : TACCESSTYPE;

    PROCEDURE      TestForPktDriver;

public
    CONSTRUCTOR    Init(IntNo : Integer);
    DESTRUCTOR     Done; VIRTUAL;
    PROCEDURE      ScanForPktDriver;
    FUNCTION       GetStatus: TPKTSTATUS;
    FUNCTION       GetError: Byte;
    FUNCTION       GetHandle: Word;
    PROCEDURE      GetAccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);
    PROCEDURE      DriverInfo(VAR pktInfo:
                                TDRVINFO);
    PROCEDURE      AccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);
    PROCEDURE      ReleaseType;
    PROCEDURE      TerminateDriver;
    PROCEDURE      GetAddress(Buffer: Pointer;
                                BufLen: Word;
                                VAR BufCopied: Word);
    PROCEDURE      ResetInterface;
    PROCEDURE      GetParameters(VAR pktParams:
                                TPKTPARAMS);
    PROCEDURE      SendPkt(Buffer: Pointer;
                                BufLen: Word);
    PROCEDURE      As_SendPkt(Buffer: Pointer;
                                BufLen: Word;
                                Upcall: Pointer);
    PROCEDURE      SetRCVmode(Mode: Word);
    FUNCTION       GetRCVmode: Word;
    PROCEDURE      SetMulticastList(VAR mcList:
                                Pointer;
                                VAR mcLen: Word);
    PROCEDURE      GetMulticastList(VAR mcList:
                                Pointer;
                                VAR mcLen: Word);
    PROCEDURE      GetStatistics(VAR pktStatistics:
                                TSTATISTICS);
    PROCEDURE      SetAddress(Address: Pointer;
                                VAR AddrLen : Word);

```

IMPLEMENTATION

```
CONSTRUCTOR TPKTDRVR.Init(IntNo: Integer);
DESTRUCTOR TPKTDRVR.Done;
FUNCTION TPKTDRVR.GetStatus: TPKTSTATUS;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetAccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);

PROCEDURE TPKTDRVR.TestForPktDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.ScanForPktDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.DriverInfo(VAR pktInfo: TDRVRINFO);
PROCEDURE TPKTDRVR.AccessType(VAR pktAccessType:
                                TACCESSTYPE);

PROCEDURE TPKTDRVR.ReleaseType;
PROCEDURE TPKTDRVR.SendPkt(Buffer: Pointer;BufLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.TerminateDriver;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetAddress(Buffer: Pointer;BufLen: Word);
PROCEDURE TPKTDRVR.ResetInterface;
PROCEDURE TPKTDRVR.GetParameters(VAR pktParams: TPKTPARAMS);
PROCEDURE TPKTDRVR.As_SendPkt(Buffer: Pointer;BufLen: Word;
                               Upcall: Pointer);

PROCEDURE TPKTDRVR.SetRCVmode(Mode: Word);
FUNCTION TPKTDRVR.GetRCVmode: Word;
PROCEDURE TPKTDRVR.SetMulticastList(VAR mcList: Pointer;
                                     VAR mcLen: Word);

PROCEDURE TPKTDRVR.GetMulticastList(VAR mcList: Pointer;
                                     VAR mcLen: Word);

PROCEDURE TPKTDRVR.GetStatistics(VAR pktStatistics:
                                  TSTATISTICS);

PROCEDURE TPKTDRVR.SetAddress(Address: Pointer;
                               VAR AddrLen:Word);

FUNCTION TPKTDRVR.GetError: Byte;
FUNCTION TPKTDRVR.GetHandle: Word;
```

Network Unit

This unit, closely related to the PktDvr unit, contains the following functions and procedures responsible for initiating a network connection, sending and receiving Ethernet frames and closing a network connection:

```
INTERFACE
USES PKTDRVR, Global;

CONST
    MaxPack = 15;
    LngPack = 1526;

TYPE
    MACHeader = RECORD
        DestAddr : EthernetAddr;
        SourceAddr : EthernetAddr;
        TypeLen : Word;
    END;

VAR
    pktDriver : TPKTDRVR;
    pktDriverInfo : TDRVRINFO;
    pktDriverAccess : TACCESSTYPE;

    TypeField : Word;

    SendPacket : Array[0..LngPack-1] of Byte;
    SendHeader : MACheader;

    Data : String;

    RcvPack : Array[0..MaxPack-1, 0..LngPack-1]
        of Byte;
    RcvLength : Word;
    RcvHeader : MACheader;

    NbPack : Word;
    FirstPack : Word;
    LastPack : Word;

PROCEDURE InitPktDriver;
PROCEDURE TerminatePktDriver;
FUNCTION GetEthernetAddress(tEtherAddr: EthernetAddr):
    String;
FUNCTION CompareEthernetAddr(Addr1, Addr2: EthernetAddr):
    Boolean;

PROCEDURE TxData(ToAdr: String; Data: PAn);
FUNCTION RxData(Var Data: PAn; Cod: Integer): Boolean;
FUNCTION ByteToHEXASCII(tByte : Byte) : String;
```

IMPLEMENTATION

```
PROCEDURE pktReceiver; ASSEMBLER;
FUNCTION ByteToHEXASCII(tByte : Byte) : String;
FUNCTION WordToHEXASCII(tWord : Word) : String;
FUNCTION GetEthernetAddress(tEtherAddr : EthernetAddr):
    String;
PROCEDURE TranslateEthernetAddress(tStr : String;
    VAR tEtheraddr:
        EthernetAddr);
FUNCTION CompareEthernetAddr(Addr1,Addr2:EthernetAddr) :
    Boolean;
FUNCTION SwapWord(sWord : Word) : Word;
PROCEDURE TxData(ToAdr:String;Data:PLan);
FUNCTION RxData(Var Data:PLan; Cod:Integer):Boolean;
PROCEDURE InitPktDriver;
PROCEDURE TerminatePktDriver;
```

Classe Unit

This unit contains the following functions and procedures associated to the new projection parameter functions created for this thesis:

INTERFACE

USES Global, Config, Modem, Bibal, Grafik, Projed;

PROCEDURE LogIn (P: PPlan);
PROCEDURE Quiz (Tem: Byte);
PROCEDURE FillSlide;
PROCEDURE QuestionEcrit;
PROCEDURE ClrQues;
PROCEDURE TxFile;

PROCEDURE NewPage;
PROCEDURE PostIt (Tit, Tex: String; col: Byte);
PROCEDURE NetCommandes;
FUNCTION AddrStr (Ladr: EthernetAddr): String;

IMPLEMENTATION

FUNCTION AddrStr (Ladr: EthernetAddr): String;
PROCEDURE ClrQues;
PROCEDURE PostIt (Tit, Tex: String; col: Byte);
FUNCTION RemetLencre (VAR F: Text; FNom: String): Boolean;
PROCEDURE TxFile;
PROCEDURE QuestionSurDisk (P: PPlan);
FUNCTION QuestionReply (VAR P: PPlan): Boolean;
PROCEDURE QuestionDisplay (P: PPlan);
PROCEDURE RxFile (P: PPlan; DOSFile: String);
PROCEDURE ControlEtudiant (P: PPlan);
PROCEDURE QuestionEcrit;
FUNCTION QuestionScanDisk (VAR P: PPlan): Boolean;
PROCEDURE QuestionRappel (P: PPlan);
FUNCTION GotoStruct (I: Index; VAR P: Pointeur): Boolean;
FUNCTION InTabAdr (Ueindr: EthernetAddr): Boolean;
PROCEDURE LogIn (P: PPlan);
PROCEDURE QuizStat (LeP: Pointeur; P: PPlan);
PROCEDURE QuizCollect (P: PPlan {; SendIt: Boolean});
PROCEDURE Quiz (Tem: Byte);
PROCEDURE FillSlide;
PROCEDURE NewPage;
PROCEDURE NetCommandes;

Appendix C - Ethernet DIX Types

| <u>Type</u> | <u>Description</u> | <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|--|-------------|------------------------------------|
| 0600 | XNS | 6002 | DNA Remote Console MOP |
| 0601 | XNS Address Translation | 6003 | DNA IV Routing Layer |
| 0800 | DOD IP | 6004 | DEC: Local Area Transport |
| 0801 | X.75 internet | 6005 | DEC: Diagnostics |
| 0802 | NBS internet | 6006 | DEC: Customer Use |
| 0803 | ECMA internet | 6007 | DEC: LAVC |
| 0804 | Chaosnet | 6008 | DEC Unassigned (AMBER?) |
| 0805 | X.25 Level 3 | 6009 | DEC Unassigned (MUMPS?) |
| 0806 | ARP | 6010 | 3Com |
| 0807 | XNS Compatibility | 6011 | 3Com |
| 081C | Symbolics private | 6012 | 3Com |
| 0888 | Xyplex | 6013 | 3Com |
| 0889 | Xyplex | 6014 | 3Com |
| 088A | Xyplex | 7000 | Ungermann Bass download |
| 0900 | Ungermann Bass net debugr | 7001 | Ungermann Bass NIUs |
| 0A00 | Xerox PUP | 7002 | Ungermann Bass diagnostic/loopback |
| 0A01 | Xerox PUP Address Translation | 7003 | Ungermann Bass |
| 0BAD | Banyan Systems | 7005 | Ungermann Bass Bridge |
| 0BAF | Banyan Echo | 7007 | OS/9 Microware |
| 1000 | Berkeley trailer negotiation | 7009 | OS/9 Net ? |
| 1001 | Berkeley trailer encapsulation | 7020 | Sintrom (was LRT) |
| 1002 | Berkeley trailer encapsulation | 7021 | Sintrom (was LRT) |
| 1003 | Berkeley trailer encapsulation | 7022 | Sintrom (was LRT) |
| 1004 | Berkeley trailer encapsulation | 7023 | Sintrom (was LRT) |
| 1005 | Berkeley trailer encapsulation | 7024 | Sintrom (was LRT) |
| 1006 | Berkeley trailer encapsulation | 7025 | Sintrom (was LRT) |
| 1007 | Berkeley trailer encapsulation | 7026 | Sintrom (was LRT) |
| 1008 | Berkeley trailer encapsulation | 7027 | Sintrom (was LRT) |
| 1009 | Berkeley trailer encapsulation | 7028 | Sintrom (was LRT) |
| 100A | Berkeley trailer encapsulation | 7029 | Sintrom (was LRT) |
| 100B | Berkeley trailer encapsulation | 7030 | Racal Interlan |
| 100C | Berkeley trailer encapsulation | 7031 | Prime NTS |
| 100D | Berkeley trailer encapsulation | 7034 | Cabletron |
| 100E | Berkeley trailer encapsulation | 8003 | Cronus VLN |
| 100F | Berkeley trailer encapsulation | 8004 | Cronus Direct |
| 1234 | DCA Multicast | 8005 | HP Probe |
| 1600 | VALID system protocol | 8006 | Nestar |
| 1989 | Artificial Horizons (dogfight simulator) | 8008 | AT&T/Stanford |
| 3C00 | 3Com NBP | 8010 | Excelan |
| 3C01 | 3Com NBP | 8013 | Silicon Graphics diagnostic |
| 3C02 | 3Com NBP | 8014 | Silicon Graphics network games |
| 3C03 | 3Com NBP | 8015 | Silicon Graphics |
| 3C04 | 3Com NBP | 8016 | Silicon Graphics XNS Nameserver |
| 3C05 | 3Com NBP | 8019 | Apollo DOMAIN |
| 3C06 | 3Com NBP | 802E | Tymshare |
| 3C07 | 3Com NBP | 802F | Tigan |
| 3C08 | 3Com NBP | 8035 | Reverse ARP |
| 3C09 | 3Com NBP | 8036 | Aeonic Systems |
| 3C0A | 3Com NBP | 8037 | IPX (Netware) |
| 3C0B | 3Com NBP | 8038 | DEC: bridge |
| 3C0C | 3Com NBP | 8039 | DEC: DSM/DDP |
| 3C0D | 3Com NBP | 803A | DEC: (Argonaut console ?) |
| 4242 | PCS Basic Block Protocol | 803B | DEC: (VAXELN ?) |
| 4321 | THD Diddle | 803C | DEC: (NMSV? DNA Naming?) |
| 5208 | BBN Simnet Private | 803D | DEC: encryption |
| 6000 | DNA experimental | 803E | DEC: distributed time service |
| 6001 | DNA Dump/Load MOP | 803F | DEC: LAN Traffic Monitor |

| <u>Type</u> | <u>Description</u> | <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|----------------------------------|-------------|---------------------------------|
| 8040 | DEC: NetBIOS Datagrams | 80B1 | Siemens Gammasonics |
| 8041 | DEC: Local Area System Transport | 80B2 | Siemens Gammasonics |
| 8042 | DEC Unassigned | 80B3 | Siemens Gammasonics |
| 8044 | Planning Research Corp. | 80C0 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8046 | AT&T | 80C1 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8047 | AT&T | 80C2 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8048 | DEC: DECamds | 80C3 | DCA: Data Exchange Cluster |
| 8049 | ExperData | 80C6 | Pacer Software |
| 805B | VMTP/RFC 1045 | 80C7 | Appplitek Corp. |
| 805C | Stanford V Kernel, version 6.0 | 80C8 | Intergraph Corp. |
| 805D | Evans & Sutherland | 80C9 | Intergraph Corp. |
| 8060 | Little Machine | 80CA | Intergraph Corp. |
| 8062 | Counterpoint Computers | 80CB | Intergraph Corp. |
| 8065 | University of Mass. at Amherst | 80CC | Intergraph Corp. |
| 8066 | University of Mass. at Amherst | 80CD | Harris Corporation |
| 8067 | Vesco Integrated Automation | 80CE | Harris Corporation |
| 8068 | General Dynamics | 80CF | Taylor Instrument |
| 8069 | AT&T | 80D0 | Taylor Instrument |
| 806A | Autophon | 80D1 | Taylor Instrument |
| 806C | ComDesign | 80D2 | Taylor Instrument |
| 806D | Compugraphic Corp. | 80D3 | Rosemount Corp. |
| 806E | Landmark Graphics Corp. | 80D4 | Rosemount Corp. |
| 806F | Landmark Graphics Corp. | 80D5 | IBM SNA Service on Ethernet |
| 8070 | Landmark Graphics Corp. | 80DD | Varian Associates |
| 8071 | Landmark Graphics Corp. | 80DE | TRFS (Integrated Solutions ...) |
| 8072 | Landmark Graphics Corp. | 80DF | TRFS (Integrated Solutions ...) |
| 8073 | Landmark Graphics Corp. | 80E0 | Allen Bradley |
| 8074 | Landmark Graphics Corp. | 80E1 | Allen Bradley |
| 8075 | Landmark Graphics Corp. | 80E2 | Allen Bradley |
| 8076 | Landmark Graphics Corp. | 80E3 | Allen Bradley |
| 8077 | Landmark Graphics Corp. | 80E4 | Datability |
| 807A | Matra | 80E5 | Datability |
| 807B | Dansk Data Elektronik | 80E6 | Datability |
| 807C | Merit Internodal | 80E7 | Datability |
| 807D | Vitalink Communications | 80E8 | Datability |
| 807E | Vitalink Communications | 80E9 | Datability |
| 807F | Vitalink Communications | 80EA | Datability |
| 8080 | Vitalink TransLAN III Mgmt | 80EB | Datability |
| 8081 | Counterpoint Computers | 80EC | Datability |
| 8082 | Counterpoint Computers | 80ED | Datability |
| 8083 | Counterpoint Computers | 80EE | Datability |
| 8088 | Xyplex | 80EF | Datability |
| 8089 | Xyplex | 80F0 | Datability |
| 808A | Xyplex | 80F2 | Retix |
| 809B | EtherTalk (AppleTalk) | 80F3 | AppleTalk AARP |
| 809C | Datability | 80F4 | Kinetics |
| 809D | Datability | 80F5 | Kinetics |
| 809E | Datability | 80F7 | Apollo Computers |
| 809F | Spider Systems | 80FF | Wellfleet |
| 80A3 | Nixdorf | 8100 | Wellfleet |
| 80A4 | Siemens Gammasonics | 8101 | Wellfleet |
| 80A5 | Siemens Gammasonics | 8102 | Wellfleet |
| 80A6 | Siemens Gammasonics | 8103 | Wellfleet |
| 80A7 | Siemens Gammasonics | 8107 | Symbolics |
| 80A8 | Siemens Gammasonics | 8108 | Symbolics |
| 80A9 | Siemens Gammasonics | 8109 | Symbolics |
| 80AA | Siemens Gammasonics | 812B | Talaris |
| 80AB | Siemens Gammasonics | 8130 | Waterloo Microsystems |
| 80AC | Siemens Gammasonics | 8131 | VG Laboratory Systems |
| 80AD | Siemens Gammasonics | 8137 | Novell NetWare |
| 80AE | Siemens Gammasonics | 8138 | Novell ? |
| 80AF | Siemens Gammasonics | 8139 | KTI |
| 80B0 | Siemens Gammasonics | 813A | KTI |

| <u>Type</u> | <u>Description</u> |
|-------------|-----------------------------|
| 813B | KTI |
| 813C | KTI |
| 813D | KTI |
| 814C | SNMP over Ethernet |
| 814F | Technically Elite Concepts |
| 817D | XTP |
| 81D6 | Lantastic |
| 8582 | Kalpana |
| 8888 | HP LanProbe ? |
| 9000 | Loopback |
| 9001 | 3Com: XNS Mngmt |
| 9002 | 3Com: TCP/IP Mngmt |
| 9003 | 3Com: loopback detection |
| AAAA | DECNET ??? |
| FF00 | BBN VITAL LanBridge |
| | |
| FACE | LæProf over Ethernet |

Bibliography

- [1] Abramson, G., (1993), "Computer WEB: Improved Delivery of Technology-Based Instruction", Conference Proceedings, Orlando Multimedia '93, SALT, Orlando, Fl.
- [2] Anderson, L., Brubaker, N., Alleman-Brooks, J., & Duffy, G., (1985), "A Qualitative Study of Seatwork in First-Grade Classrooms", Elementary School Journal, 86.
- [3] Bajarin, T., (1993), President of Creative Strategies Research Int'l, "Calculating the Growth of an Emerging Market", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [4] Berque, D., (1993), "Electronic Blackboards: A Vision of the Future", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [5] Carrier, C., (1983), "Notetaking Research: Implications for the Classroom", Journal of Instructional Development, 6(3).
- [6] Collison, M., (1992), "Sale of Class Notes: A New Skirmish Over an Old Idea", The Chronicle of Higher Education, April 8.
- [7] Communication Intelligence Corporation, (1993), "Handwriting Recognition Systems: Design Issues and Philosophy", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [8] D'Angelo, J. and Lomerson, W., (1993), "Issues and Strategies for Effective Classroom Use of Instructional Management Systems", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [9] Dao, J., CEO of Communication Intelligence Corporation, (1993), "Multimedia and Pen Computing Reshaping the Use of Computers for the Future", Conference Proceedings, 2nd Annual Pen Expo, San Francisco, January 1993.
- [10] Dick, W. and Carey, L., (1985), "The Systematic Design of Instruction", Scott, Foresman and Company, Glenview, Illinois, 1985.
- [11] Doyle, W., (1986), "Classroom Organization and Management", In M. Wittrock (Ed.), Handbook of Research n Teaching (3rd ed.). New York: Macmillan.

- [12] Frederick, P.J., (1987), "Student Involvement: Active Learning in Large Classes", In M.G. Weimer (Ed.), *Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning*, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [13] Gagné, R., (1988), "Principles of Instructional Design", Holt, Rinehart and Winston, 1988.
- [14] Good, T. and Weinstein, R., (1986), "Teacher Expectations: A Framework for Exploring Classrooms", In K.K. Zumwalt (Ed.), *Improving Teaching (The 1986 ASCD Yearbook)*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- [15] Hamilton, E.R., (1993), "Remote Sharing of Electronic Paper (SlateMate®)", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [16] Hestens, D., Wells, M. and Swackhamer, G., (1992), "Force Concept Inventory"., *The Physics Teacher.*, Vol. 30.
- [17] Jackson, P., (1968), "Life in Classrooms", New York: Basic Books.
- [18] Jensen, E., (1989), "Student Success Secrets" (3rd Ed.), New York: Barron's Educational Series, Inc.
- [19] Kay, A., (1975), "Personal Computing", Xerox Palo Alto Research Center, June 1975.
- [20] Knapper, C., (1987), "Large Classes and Learning", In M.G. Weimer (Ed.), *Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning*, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [21] Knowles, M., (1983), "Adults are not grown-up children as learners", *Community Services Catalyst*, 13(4).
- [22] Kupsh, J., (1993), "Design Principles for creating Computer-Generated Visuals", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [23] Lane, M.G., (1985), "Data Communications Software Design", *Computer Science Series*, Boyd & Fraser Publishing Company, Boston, 1985.
- [24] Laws, P., (1991), "Workshop Physics: Learning Physics by Doing It.", *Change Magazine*, July/August 1991.
- [25] LeBaron J.F. and Bragg, C.A., (1993), "Modeling Constructivism in Distance Education Designs for Higher Education", Conference Proceedings,

The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.

[26] McWhorter, K.T., (1992), "College Reading and Study Skills", Fifth Edition, HarperCollins Publishers Inc., New York, 1992.

[27] Mel, B.W., Omohundro, S.M., Robison, A.D., Skiena, S.S., Thearling, K.H., Young, L.T., Wolfram, S., (1988), "TABLET: personal computer in the year 2000", Communications of the ACM, June 1988, v31 n6 p638(9).

[28] Metcalfe, R.M., and Boggs, D.R., (1976), "Ethernet: Distributed Packet Switching for Local Computer Networks", Communications ACM, vol. 19, July 1976.

[29] Moore, M.G., (1991), "Distance Education Theory", DOESNEWS/The American Center for the Study of Distance Education, 1(25).

[30] Orr, K.L., Golas, K.C., and Yao, K., (1994), "Storyboard Development for Interactive Multimedia Training", Journal of Interactive Instruction Development, Vol 6, Num 3, Winter 1994.

[31] Pilon, D. and Raymond, J., (1994), "Software Tools for improving Distance Learning Interaction", yet to be published in the ITCA Teleconferencing Yearbook 1994.

[32] Raymond, J., (1991), "Computer Aided Lecturing: One Implementation", Computer Graphics and Education 91, Barcelona, ACM SigGraph, IFIP, April 91.

[33] Raymond, J. and Pilon, D., (1993), "An Open Software Interface for the Electronic Overhead Projector", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.

[34] Raymond, J. and Pilon, D., (1994), "Software Tools for Computer-Aided Lecturing", IEEE Transactions on Education, 37(1), February 1994.

[35] Redish, E.F., Wilson, J.M. and McDaniel, C., (1992), "The CUPLE Project: A Hyper- and Multimedia Approach to Restructuring Physics Education", In E. Barrett, ed., Sociomedia-Multimedia, Hypermedia and the Social Construction of Knowledge, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.

[36] Robinson, S.L., (1990), "Summary of Activities and Findings Concerning the DISCOURSE[®] Educational Communication System", Educational Technology Research Program, September 1990.

- [37] Robinson, S.L., (1993), "Network Systems for Classroom Discourse: Teaching for Understanding and Use of Knowledge", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [38] Rosenthal, R., (1974), "On the Social Psychology of the Self-fulfilling Prophecy: Further Evidence for Pygmalion Effects and their Mediating Mechanism", New York: MSS Modular Publications.
- [39] Shavelson, R., Stasz, C., Schlossman, S., Webb, N., Hotta, J., and Goldstein, S. (1986), "Comparing Student Outcomes from Telecourse Instruction: A Feasibility Study". Rand Corporation, Santa Monica, CA.
- [40] Spencer-Hall, D., (1981), "Looking Behind the Teacher's Back", Elementary School Journal, 81.
- [41] Steller, A.W., (1985), "Manage Instruction to Improve Learning", Updating School Board Policies, 16(4).
- [42] Swan, K. and Mitrani, M., (1993), "Interactive Classroom Presentations and Whole Group Feedback", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [43] Twining, J.E., (1991), "Strategies for Active Learning", Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- [44] Walker, K.B. and Hackman, M.Z., (1993), "Teacher/Student Communication in Televised Courses", Conference Proceedings, The Tenth International Conference on Technology and Education, MIT Cambridge, March 1993.
- [45] Walko, J. and Dwyer, F., (1990), "Effect of Varied Note Taking Strategies in Complementing Visualized Instruction", Int'l Journal of Instructional Media, 17(4).
- [46] Weaver, R.L. and Cotrell, H.W., (1987), "Lecturing: Essential Communication Strategies", In M.G. Weimer (Ed.), Teaching Large Classes Well, New Directions for Teaching and Learning, no. 32. San Francisco: Jossey-Bass, Winter 1987.
- [47] Whittington, N., (1987), "Is Instructional Television Educationally Effective? A Research Review", The American Journal of Distance Education, 1(1).
- [48] Wilson, J.M. and Mosher, D.N., (1994), "The Prototype of the Virtual Classroom", Conference Proceedings, Orlando Multimedia '94, SALT, Orlando, FL, February 1994.