UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

CONCEPTION ET ÉVALUATION DE L'INTERFACE D'UN LOGICIEL D'AIDE À L'APPRENTISSAGE DE L'ÉCRITURE MANUSCRITE

MIREILLE AUDET
DÉPARTEMENT DE GÉNIE ÉLECTRIQUE ET DE GÉNIE INFORMATIQUE
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE ÉLECTRIQUE)

AVRIL 2000

© Mireille Audet, 2000.

National Library of Canada
Bibliothèque nationale du Canada

Acquisitions and Bibliographic Services
Acquisitions et services bibliographiques

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

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

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

0-612-53550-9

Canada

UNIVERSITE DE MONTREAL

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

CONCEPTION ET ÉVALUATION DE L'INTERFACE D'UN LOGICIEL D'AIDE À L'APPRENTISSAGE DE L'ÉCRITURE MANUSCRITE

présenté par: AUDET Mireille

en vue de l'obtention du diplôme de: Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de:

M. BERNARD Jean-Charles, Ph.D., président

M. ROBERT Jean-Marc, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. PLAMONDON Réjean, Ph.D., membre et codirecteur de recherche

M. PESANT Gilles, Ph.D., membre

REMERCIEMENTS

Au terme de ce mémoire, je désire remercier sincèrement Jean-Marc Robert, mon directeur de recherche, celui-ci s'étant montré remarquablement généreux de son temps et de ses conseils tout au long de ce projet.

Je désire aussi remercier Réjean Plamondon, mon codirecteur de recherche, qui m'a permis de travailler au sein du laboratoire Scribens, sur ce magnifique projet.

Mes remerciements vont également aux autres membres de l'équipe de Scriptôt. Salim Djeziri et Hong Trang Nguyen qui m'ont aidée pour la conception du logiciel, Lise Ouellet, pour ses commentaires et recommandations éclairés et son aide pour l'organisation des visites dans les écoles, ainsi que Micheline Charest, une enseignante passionnée qui a toujours répondu à mes questions avec enthousiasme. Un merci tout spécial à Hélène Lacerte, qui m'a grandement facilité la tâche pour établir le contact dans les écoles primaires et qui m'a apporté de précieux conseils tout au long de ce projet.

Je remercie aussi les directeurs et directrices des écoles primaires qui m'ont ouvert les portes de leur école et toutes les enseignantes qui ont participé à ce projet, qui m'ont gentiment accueillie dans leur classe, ont accepté de répondre à mes questions et qui m'ont donné des conseils judicieux.

Un dernier merci tout spécial à Joël, qui m'a toujours encouragée tout au long de ce projet et qui m'a grandement aidée à finaliser ce mémoire.

RESUME

Ce projet de maîtrise s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche qui consiste à concevoir, réaliser et valider le prototype interactif d'un système d'aide à l'apprentissage de l'écriture manuscrite, nommé Scriptôt et qui est destiné aux élèves de maternelle, 1re et 2e années. Il s'agit d'une étude de faisabilité qui a pour objectif principal la conception et l'évaluation de l'interface du système qui doit être utile, sécuritaire et facile à apprendre et à utiliser.

L'interface comprend deux modules : l'un pour l'élève et l'autre pour l'enseignant. Le premier module permet à l'élève de sélectionner des exercices où il peut dessiner et écrire avec de l'encre électronique, emmagasiner les résultats, demander de l'aide en ligne et recevoir une correction immédiate du système. L'interface répond aux besoins des enfants en offrant un environnement d'apprentissage interactif moderne et stimulant. Le deuxième module permet à l'enseignant de visualiser les résultats statiques et dynamiques des exercices des élèves et de personnaliser les critères de correction et le retour d'information apportés à l'enfant. L'interface répond aux besoins des enseignants en proposant des exercices qui couvrent le programme d'enseignement de l'écriture au primaire, en utilisant des critères de correction valides et adaptés au niveau d'habileté des élèves et en offrant un retour d'information adéquat. De plus, le logiciel est facile à apprendre et facile à utiliser autant par les enfants que par les enseignants.

L'interface a été développée en suivant une méthodologie centrée sur l'utilisateur. Cette approche nous a permis tout d'abord d'analyser le domaine de l'enseignement de l'écriture et d'analyser les activités et caractéristiques des enseignants et des enfants. Nous avons ensuite conçu et évalué de façon continuelle l'application, auprès des enseignants et des enfants. Les résultats de cette étude nous ont permis d'en apprendre plus à propos des recommandations à suivre pour le développement d'applications destinées aux enfants ainsi que sur les méthodes d'évaluation d'interfaces de logiciels pour enfants. Ainsi, on sait par exemple que le logiciel doit permettre à l'enfant d'explorer librement, de façon autonome et active.

Aussi, lors des tests d'utilisabilité avec les enfants de cinq à huit ans, il est important de séparer les tâches à faire en petits segments et de les présenter oralement. Il faut aussi encourager les enfants afin qu'ils se sentent en confiance et être patient en leur laissant le temps d'exécuter leurs tâches. De plus, on doit limiter le nombre d'observateurs et être clair sur le rôle de ceux-ci afin de ne pas gêner le déroulement des tests.

On peut facilement demander aux enfants de faire de l'exploration libre de même que d'exécuter des tâches courtes et simples. De plus, la plupart n'ont aucune hésitation à poser des questions lorsqu'ils éprouvent une difficulté à exécuter une tâche et ils peuvent spontanément donner leur opinion sur ce qu'ils aiment ou n'aiment pas. Cependant, l'expression de leur opinion ou de leur pensée a des limites. Il leur est difficile de faire des suggestions de fonctionnalités, de répondre à des questions hors contexte ou de graduer leurs réponses sur une échelle de Lickert : ils aiment ou n'aiment pas. Les enfants sont en général très expressifs et nous pouvons, en observant leurs expressions non verbales, deviner s'ils apprécient leur expérience ou non.

Il serait intéressant de poursuivre les recherches sur les méthodes d'évaluation d'interfaces pour les enfants dans le but de créer des outils d'évaluation ergonomique spécifiques aux interfaces pour enfants.

ABSTRACT

This research project involves the design, production, and validation of the Scriptôt system: an interactive prototype system designed to help first- and second-year elementary school students learn to write. The project's goal is to conceive and validate the Scriptôt system interface. This interface must be useful, safe, easy to learn and to operate.

Two modules make up the Scriptôt interface: one for the student, and one for the teacher. The Student Module enables a student to select exercises to draw and write with electronic ink, store results, ask for on-line correction, and receive immediate feedback from the system. This interface must respond to children's needs for a stimulating and modern environment. The second module is for the teacher. It allows the teacher to view and track both static and dynamic results of the child's work, as well as to customize correction criteria and feedback for the child. This interface must respond to the teacher's needs by proposing relevant and useful exercises, providing valid correction criteria adapted to each child's skill level, and offering appropriate feedback. In addition, the system must be easy for both children and teachers to learn and use.

The interface was developed with a user-centered methodology. This approach enables analysis of the field of writing instruction, as well as the analysis of children's and teachers' activities and characteristics. We then designed and continually evaluated the application with teachers and children. The results of this study produced guidelines to follow in developing applications for children. These results also inform us about methods for evaluating the interfaces of children's software. For example, we learned that a software application must allow a child to freely explore in an independent and active manner.

Methodology for the present study also included usability tests for children between the ages of five and eight. These tests show, for example, that it is important for the analyst to separate writing tasks into small segments, and to present them orally. The analyst must also encourage children so that they feel confident, and patiently grant them the time needed to execute their

tasks. To avoid hindering the testing process, the number of observers should be limited, and their role clearl, ıefined.

This study also highlights the strengths and disadvantages of using children as research subjects. For example, children are ready to explore, and strong at giving feedback. One can easily ask them to explore a software tool, and to execute short, simple tasks. Most children do not hesitate to ask questions when they experience difficulty executing a task. They spontaneously offer their opinion about what they like and dislike. However, the ability of children to express their thoughts and opinions has limits: they either like something or they do not like it. It is hard for them to make suggestions about functionalities, to respond to questions outside the context, or to rate their responses on the Lickert scale. Fortunately, observing children's non-verbal expressions enables us to learn whether they appreciate an experience or not.

It would be interesting to pursue research on methods for evaluating interfaces for children towards the goal of creating ergonomic evaluation tools specific for children's interfaces.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS IV
RESUME V
ABSTRACT VII
TABLE DES MATIERES IX
LISTE DES TABLEAUX XIV
LISTE DES FIGURES XV
LISTE DES ANNEXES XVIII

INTRODUCTION 1

REVUE DE LITTÉRATURE SUR LA CONCEPTION DE SYSTÈMES CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR 3

1.1 MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DE SYSTÈMES CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR 3
1.1.1 Analyse de l'utilisateur 4
1.1.2 Analyse de la tâche 6
1.1.3 Prototypage 6
1.1.4 Évaluation itérative de l'interface 6
1.2 APPLICATION DE LA MÉTHODOLOGIE CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR POUR LES ENFANTS 7
1.3 CONCEPTION PARTICIPATIVE 8
1.4 LA MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR SCRIPTÔT 9
1.4.1 Analyse des technologies utilisant un crayon 9
1.4.2 L'analyse fonctionnelle 11
1.4.3 Synthèse 11
1.4.4 Scénarios de tâches et tâches réelles 11
1.4.5 Lignes directrices et critères d'évaluation de l'utilisabilité des interfaces-utilisateurs 12
1.5 L'ÉVALUATION HEURISTIQUE 12

1.6 CRITÈRES D'UTILISABILITÉ DES INTERFACES POUR LES ENFANTS 14
1.6.1 Logiciel approprié à l'âge *15*
1.6.2 Contrôle par l'enfant *16*
1.6.3 Instructions claires *16*
1.6.4 Conception simple, utilisation diversifiée *16*
1.6.5 Exploration autonome *17*
1.6.6 Motivation intrinsèque *18*
1.6.7 Représentation du monde réel *19*
1.6.8 Caractéristiques techniques *20*
1.6.9 Essais et erreurs *20*
1.6.10 Transformations visibles *20*
1.6.11 Stimuler l'imagination et la créativité de l'enfant *21*

ANALYSE DU DOMAINE ET DES REQUIS 22

2.1 ANALYSE DU DOMAINE DE L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCRITURE MANUSCRITE AU PRIMAIRE 22
2.1.1 Revue de littérature *23*
2.1.2 Visites dans les écoles *23*
2.1.3 Présence d'experts dans l'équipe de conception *24*
2.1.4 Validation de l'information recueillie *24*
2.1.5 Synthèse de l'analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture au primaire *24*
2.1.6 Analyse des logiciels éducatifs *27*
2.2 ANALYSE DES CARACTÉRISTIQUES DES ENFANTS 30
2.3 ANALYSE DES ACTIVITÉS DES ENFANTS 32
2.3.1 Critères de choix des activités pédagogiques *32*
2.3.2 Les activités effectuées par les élèves *32*
2.3.3 Fonctionnalités de Scriptôt associées aux activités des élèves *34*
2.4 ANALYSE DES BESOINS ET ATTENTES DES ENSEIGNANTS 36
2.4.1 Caractéristiques des enseignants *36*
2.4.2 Tâche globale de l'enseignant *37*

2.4.3 Méthodes d'enseignement de l'écriture manuscrite *37*

2.5 ANALYSE DE LA TÂCHE DE CORRECTION ET DE RETOUR D'INFORMATION PAR L'ENSEIGNANTE 40

2.5.1 Méthodologie *40*

2.5.2 Les critères de correction *42*

2.5.3 Critères adaptatifs *51*

2.5.4 Stratégie des enseignantes pour encourager les élèves *51*

2.5.5 Le retour d'information *51*

2.5.6 Fonctionnalités de correction et de retours d'information du logiciel *54*

2.6 PRINCIPES DIRECTEURS 60

PRÉSENTATION DE LA TABLETTE GRAPHIQUE 62

3.1 LES CONTRAINTES D'ACHAT DU MATÉRIEL 62

3.2 LES DIGITALISEURS 63

3.3 LES ÉCRANS À CRISTAUX LIQUIDES 64

3.3.1 Matrice passive *64*

3.3.2 Matrice active *65*

3.4 LE CRAYON (OU LE STYLET) 65

3.5 CHOIX DE LA TABLETTE GRAPHIQUE 66

CONCEPTION DE L'INTERFACE DE SCRIPTÔT 68

4.1 L'ARCHITECTURE DE L'INTERFACE DE SCRIPTÔT 68

4.2 LE CLAVIER 69

4.3 MÉTAPHORE 70

4.3.1 Messages d'incitation *72*

4.3.2 Menu des exercices d'écriture script *73*

4.3.3 Menu des exercices d'écriture cursive *75*

4.3.4 Menu des exercices préparatoires à l'écriture *75*

4.3.5 Menu des exercices d'écriture de chiffres *76*

4.4 L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL 77

4.4.1 La barre de menu *78*
4.4.2 La boîte à outils *80*
4.4.3 Scriptôt : l'agent pédagogique *86*
4.4.4 La barre de navigation *88*
4.4.5 La feuille de travail *88*
4.5 LES CONSIGNES DES EXERCICES 89
4.6 LE RETOUR D'INFORMATION 89
4.7 DESCRIPTION DES EXERCICES 90
4.7.1 Description des exercices d'écriture script *90*
4.7.2 Exercices préparatoires à l'écriture *94*
4.8 L'INTERFACE DE L'ENSEIGNANT 96

L'ÉVALUATION DE L'INTERFACE DE SCRIPTÔT 102

5.1 ÉVALUATION PAR L'ÉQUIPE DE CONCEPTION 102
5.2 ÉVALUATION PAR LES ENFANTS 103
5.2.1 Les tâches à soumettre à l'utilisateur *104*
5.2.2 Les utilisateurs *104*
5.2.3 Procédure des tests avec les enfants *106*
5.2.4 Données recueillies *112*
5.2.5 Analyse des résultats *114*
5.3 ÉVALUATION PAR LES ENSEIGNANTES 116
5.3.1 Données recueillies *118*
5.4 RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION PAR LES ENFANTS ET PAR LES ENSEIGNANTS 118
5.4.1 Le clavier *119*
5.4.2 La salle de jeux *121*
5.4.3 Le menu d'exercices d'écriture script *122*
5.4.4 La feuille de travail principale *123*
5.5 RÉSULTATS SUR LA MÉTHODOLOGIE DE TESTS UTILISÉE AVEC LES ENFANTS 132
5.6 RÉSULTATS DES QUESTIONNAIRES DONNÉS AUX ENSEIGNANTS 137

CONCLUSION **138**

RÉFÉRENCES **141**

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Cycles de développement des interfaces-utilisateurs 5
Tableau 1.2 : Critères pour l'évaluation de l'utilisabilité des interfaces-utilisateurs 13
Tableau 1.3 : Lignes directrices pour la conception et l'évaluation de logiciel pour enfants 15
Tableau 2.1 : Terminologie reliée au domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite 25
Tableau 2.2 : Activités des élèves 33
Tableau 2.3 : Fonctionnalités identifiées à partir des comportements des élèves 35
Tableau 2.4 : Fonctionnalités pour les réglures 36
Tableau 2.5 : Analyse hiérarchique de la tâche de correction de la calligraphie 43
Tableau 2.6 : Correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de correction et des fonctionnalités de correction de Scriptôt 56
Tableau 2.7 : Correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de retour d'information et les fonctionnalités de retour d'information dans Scriptôt 59
Tableau 2.8 : Comportements et fonctions pour la tâche de l'enseignant 60
Tableau 4.1 : Consignes des exercices 89
Tableau 5.1 : Caractéristiques des groupes d'enfants ayant participé aux tests d'utilisatbilité .. 105
Tableau 5.2 : Résultats initiaux pour l'exercice des zigzags 114
Tableau 5.3 : Résultats finaux pour l'exercice des zigzags 115

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Démarche de développement de l'interface-utilisateur de Scriptôt 10
Figure 2.1 : Exemples d'exercices préparatoires à l'écriture 34
Figure 2.2 : Étapes de la tâche "Vérifier la propreté" 48
Figure 2.3 : a) Modèle du Ministère pour le b script b) Alternative pour de b script
c) Modèle du Ministère pour le e cursif d) Alternative pour le e cursif 50
Figure 2.4 : Diagramme hiérarchique de la tâche de correction d'une lettre en erreur 52
Figure 2.5 : Étapes de la tâche "Donner le retour d'information global" 55
Figure 3.1 : Crayon utilisé avec la tablette graphique 66
Figure 3.2 : Tablette graphique PL-300 67
Figure 4.1 : L'architecture de l'interface de Scriptôt 69
Figure 4.2 : Le clavier utilisé dans Scriptôt 70
Figure 4.3 : Métaphore de la salle de jeux 71
Figure 4.4 : Boîte de dialogue de sortie 72
Figure 4.5 : Menu d'exercices d'écriture script 73
Figure 4.6 : Boîte de dialogue du niveau de difficulté 74
Figure 4.7 : Menu des exercices d'écriture cursive 75
Figure 4.8 : Menu des exercices préparatoires à l'écriture 76
Figure 4.9 : Menu des exercices d'écriture de chiffres 77
Figure 4.10 : L'environnement de travail 78
Figure 4.11 : Barre de menu 78
Figure 4.12 : Icônes de retour au menu cursif 79
Figure 4.13 : Icônes de retour au menu de dessin dirigé 79
Figure 4.14 : Icônes de retour au menu script 79
Figure 4.15 : Boîte de dialogue servant à confirmer la suppression d'une feuille de travail 79
Figure 4.16 : Boîte de dialogue servant à déterminer la vitesse du tracé des lettres 80
Figure 4.17 : Boîte à outils 81

Figure 4.18 : Boîte de dialogue permettant de choisir un crayon 82
Figure 4.19 : Boîte de dialogue permettant de choisir une gomme à effacer 83
Figure 4.20 : Feuille-modèle pour les exercices scripts 84
Figure 4.21 : Feuille-modèle pour les exercices cursifs 84
Figure 4.22 : Choix de la feuille de travail pour le niveau 1 85
Figure 4.23 : Choix de la feuille de travail pour les niveaux 2 et 3 86
Figure 4. 24 : Scriptôt : notre agent pédagogique animé 87
Figure 4. 25 : a) Scriptôt le correcteur b) Scriptôt lorsque l'enfant réussit un exercice 88
Figure 4.26: Barre de navigation 88
Figure 4.27 : Exercice de copie de lettres 90
Figure 4.28 : Image représentant l'exercice de poursuite de cibles 91
Figure 4.29 : Exercice de la lettre manquante 92
Figure 4.30 : Exercice de copie de mots 93
Figure 4.31 : Exercice de l'entrecroisé 94
Figure 4.32 : Exercices "Relier deux points" 95
Figure 4.33 : Exercice du zigzag 95
Figure 4.34 : Exercices des crabes et des lacs 96
Figure 4.35 : Boîte de sélection de l'enseignant 97
Figure 4.36 : Menu de l'enseignant 97
Figure 4.37 : Fenêtre permettant de régler la manière d'indiquer une erreur 98
Figure 4.38 : Fenêtre de réglage de l'espace entre les mots 99
Figure 4.39 : Fenêtre de réglage de l'espace entre les lettres 99
Figure 4.40 : Fenêtre de réglage de l'inclinaison de l'écriture 100
Figure 4.41 : Fenêtre de réglage du critère de respect des réglures 100
Figure 4.42 : Fenêtre de réglage du critère de complétude de la lettre 101
Figure 5.1 : a) épaisseur de crayon 1re version b) épaisseur de crayon 2e version 103
Figure 5.2 : Échelle de Lickert adaptée pour les enfants 112
Figure 5.3 : a) 1re version du bouton OK ; b) dernière version du bouton OK 119
Figure 5.4 : a) 2e version du bouton "Effacer" b) dernière version du bouton "effacer" 120

Figure 5.5 : Boîte de dialogue de sortie : 1re version 122
Figure 5.6 : a) poubelle 1re version b) poubelle 2e version c) poubelle dernière version 123
Figure 5.7 : a) Correction 1re version b) correction 2e version c) correction dernière version 124
Figure 5.8 : Icône de consigne, 1re version 125
Figure 5.9 : Barre de défilement : 1re version 126

LISTE DES ANNEXES

Annexe I : Exercice de copie de message 143
Annexe II : Grilles d'évaluation de l'écriture manuscrite 145
Annexe III : Modèle de lettres du Ministère de l'Éducation du Québec 148
Annexe IV : Questionnaire pour les enseignantes 150

INTRODUCTION

Ce projet de maîtrise s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche qui consiste à concevoir, réaliser et valider le prototype interactif d'un système d'aide à l'apprentissage de l'écriture manuscrite, destiné aux élèves de maternelle, 1re et 2e année. Le système, appelé Scriptôt, présente différents exercices d'écriture aux élèves, en affichant les lettres de l'alphabet, qui sont générées par un modèle psychophysique des mouvements simples.

Les utilisateurs du système écrivent directement sur un écran de type tablette graphique à l'aide d'un crayon électronique. Les élèves peuvent naviguer aisément à travers le logiciel grâce à un guidage continuel de la part du système. Ils peuvent ainsi choisir l'une des catégorie d'exercices suivantes : le dessin libre, les exercices préparatoires à l'écriture, l'écriture script, l'écriture cursive et l'écriture de chiffres, et exécuter les leçons de leurs choix. Ils peuvent demander une correction en ligne de leurs exercices, qui sera faite par le système selon les critères de correction qui auront été personnalisés par l'enseignant. Un retour d'information adéquat, correspondant aux besoins des enfants et des enseignants sera apporté lors de la correction. Les enseignants peuvent aussi visualiser les tracés des élèves de façon dynamique, ce qui est un net avantage du système.

Ce projet de maîtrise est donc une étude de faisabilité qui apour objectifs la conception, la réalisation et la validation de l'interface du logiciel. Celui-ci doit être très simple d'utilisation, autant pour les enfants que pour les enseignants. Il doit couvrir le programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation du Québec aux niveaux maternelle, 1re et 2e année. Il doit aussi satisfaire aux attentes des enfants, qui utilisent de plus en plus des systèmes informatiques modernes, dynamiques et stimulants.

L'approche que nous avons suivie pour réaliser l'interface est centrée sur la tâche et sur l'utilisateur. Avant de concevoir l'interface du logiciel, nous avons analysé le domaine de l'enseignement de l'écriture au primaire, la tâche des enseignants, le programme du Ministère de l'Éducation du Québec ainsi que les caractéristiques des populations d'enseignants et d'enfants de cinq à huit ans. Cela nous a permis de définir les fonctionnalités du logiciel. Ensuite, nous

avons conçu et développé l'interface-utilisateurs, puis évalué celle-ci selon un cycle de développement itératif.

Ce mémoire est divisé en cinq chapitres. Le chapitre 1 est une revue de littérature sur la conception des systèmes interactifs centrée sur l'utilisateur. Nous discutons brièvement de la conception participative. Nous y décrivons de façon détaillée la méthodologie que nous avons suivie lors du développement du logiciel Scriptôt. Ensuite, nous décrivons les principales recommandations pour la conception de logiciels et nous nous attardons à l'application de cette méthodologie de conception et d'évaluation de logiciels pour les enfants de cinq à huit ans.

Le chapitre 2 couvre tout d'abord l'analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite au primaire. Nous analysons ensuite les caractéristiques et les activités des utilisateurs, soit les enfants et les enseignants.

Dans le chapitre 3, nous discutons entre autres, des besoins en termes de matériel, des quelques systèmes utilisant un crayon électronique disponibles sur le marché et nous décrivons brièvement la tablette graphique utilisée dans le projet. Le chapitre 4 présente l'interface de Scriptôt de façon détaillée. Nous décrivons la métaphore utilisée, le mode de navigation, les boîtes de dialogue, le retour d'information, etc. Le chapitre 5 décrit la phase d'évaluation de l'interface. Nous y présentons la méthodologie utilisée, l'évolution de l'interface au cours du développement ainsi que les principaux résultats sur la méthodologie de tests utilisée avec les enfants.

CHAPITRE I

REVUE DE LITTÉRATURE SUR LA CONCEPTION DE SYSTÈMES CENTRÉE SUR L'UTILISATEUR

Cette revue de littérature porte sur la conception et l'évaluation ergonomiques des interfaces-utilisateurs qui a été suivie dans le projet Scriptôt. Nous allons tout d'abord présenter la philosophie de conception de systèmes centrée sur l'utilisateur qui a été documentée par plusieurs auteurs. Nous présentons ensuite ce qu'est la conception participative par rapport à la conception de systèmes centrée sur l'utilisateur. Nous présentons également la démarche de développement spécifique au projet Scriptôt.

Puis, nous présentons la méthode d'évaluation heuristique. Celle-ci est basée sur des heuristiques et des critères ergonomiques qui permettent de guider la conception et l'évaluation de logiciels. Certains auteurs se sont intéressés à la conception ergonomique de logiciels destinés aux enfants, nous présentons donc en détails les critères ergonomiques proposés par ces auteurs.

1.1 Méthodologie de conception de systèmes centrée sur l'utilisateur

La méthodologie de conception de systèmes centrée sur l'utilisateur est essentiellement basée sur les quatre principes suivants (Gould et Lewis, 1983) :

1. une attention immédiate et continue aux les utilisateurs ;
2. une conception intégrée, où tous les aspects de l'utilisabilité de l'interface sont regroupés et évoluent en parallèle ;
3. une évaluation immédiate et continue auprès des utilisateurs ;
4. une conception itérative, où l'on modifie le système à partir des résultats de l'évaluation.

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées afin de porter une attention immédiate et continue aux utilisateurs : avoir un contact direct et parler avec les utilisateurs, visiter leur lieu de travail et les observer travailler, faire de la conception participative, c'est-à-dire inclure les utilisateurs dans la

phase de conception de prototypes, analyser la tâche, utiliser les questionnaires, etc. (Gould, 1988).

Suite à Gould et Lewis, plusieurs auteurs ont proposé des cycles de développement de logiciels centrés sur l'utilisateur : Gould (1988), Mantei et Teorey (1988), Mayhew (1992), Nielsen (1993) et Robert et Fiset (1992). Nous présentons les étapes de ces cycles de développement au tableau 1.1. Ces différents cycles comportent plusieurs similitudes en ce qui concerne les étapes essentielles de la conception centrée sur l'utilisateur: l'analyse de l'utilisateur, l'analyse de la tâche de l'utilisateur, la conception d'un prototype et l'évaluation itérative de l'interface. La suite du texte expose ces quatre étapes-clés.

1.1.1 Analyse de l'utilisateur

Comme l'interface doit avant tout répondre aux besoins de l'utilisateur, il est important de connaître les caractéristiques de ce dernier. Pour ce faire, il faut définir le groupe cible des utilisateurs visés par le système, en termes d'âge, de sexe, de langue et de culture, de niveau de connaissances informatiques, de fréquence d'utilisation de systèmes informatiques, de niveau scolaire, de type d'occupation, de déficiences sensorielles, de motivation et d'attitudes vis-à-vis du système.

Une bonne connaissance des caractéristiques de l'utilisateur nous permet de savoir jusqu'à quel point le système doit être facile à apprendre et facile à utiliser. Cela nous aide aussi à définir la métaphore de l'interface humain-ordinateur, la terminologie, les styles d'interaction (ex., langage de commandes, menus, formulaires, manipulation directe, ...), les messages d'incitation, l'aide et les icônes qui seront utilisés dans l'interface humain-ordinateur afin d'en faciliter l'apprentissage et l'utilisation.

Nous présentons l'analyse des caractéristiques des enfants et des enseignants au chapitre 2.

Tableau 1.1 : Cycles de développement des interfaces-utilisateurs

Gould (1988)	Mantel et Teorey (1988)	Mayhew (1992)	Nielsen (1993)	Robert et Fiset (1992)
Définir le problème que le client veut résoudre	Analyse de marché	1. Plan du projet	0. Considérer le contexte général	1. Définition du but
Identifier les tâches que les usagers doivent effectuer	Étude de faisabilité	2. Profil des utilisateurs	1. Connaître l'utilisateur : • Caractéristiques de chaque utilisateur • Tâche actuelle de l'usager • Analyse fonctionnelle • Évaluation de l'utilisateur	2. Analyse du contexte : • Analyse de la tâche • Analyse des utilisateurs • Analyse des possibilités et des limites techniques • Revue de littérature et de systèmes • Analyse des besoins
Connaître les capacités des utilisateurs	Définition des exigences	3. Définition du logiciel et du matériel	2. Analyse compétitive	3. Synthèse - Élaboration d'un modèle d'interface à la lumière des principes et recommandations ergonomiques
Connaître les contraintes matérielles et logicielles	Analyse de la réceptivité au produit	4. Analyse de tâche	4. Établir les buts d'utilisabilité	4. Évaluation (itérative du modèle) - scénarios de tâches
Établir des objectifs spécifiques d'utilisabilité en termes compétitifs.	Analyse de tâche	5. Définition des buts pour l'interface	5. Conception participative	5. Prototype
Définir des scénarios pour les utilisateurs	Conception globale	6. Définition de la formation et la documentation	6. Conception coordonnée de l'interface complète : Normes Identité du produit	6. Évaluation (itérative du prototype)
Concevoir et construire un prototype	Construction de prototype	7. Maquette de l'interface	6. Lignes directrices et analyse heuristique	7. Spécifications techniques
Apporter des changements et tester de façon itérative jusqu'à ce que - les objectifs comportementaux soient atteints - une date limite soit atteinte	Test/évaluation avec des utilisateurs	8. Guide stylistique	7. Prototypage	8. Implantation
Installer le système chez le client	Implantation du système	9. Conception détaillée de l'interface	8. Tests empiriques	9. Suivi
Mesurer la réaction et la réceptivité du client	Tests du produit	10. Prototype de l'interface	9. Conception itérative - Comprendre le rationnel de la conception	
	Test avec les utilisateurs	11. Plan des tests du prototype de l'interface	10. Recueillir de l'information à partir de l'utilisation sur le terrain	
	Mise à jour et maintenance	12. Test du prototype de l'interface		
	Enquête sur le produit	13. Développer la formation et la documentation		
		14. Plan des tests de l'interface		
		15. Tests de l'interface		
		16. Évaluation de l'interface		

1.1.2 Analyse de la tâche

L'analyse de la tâche de l'utilisateur nous permet de bien comprendre ce que fait l'utilisateur et comment il le fait, afin de concevoir une interface lui permettant d'exécuter sa tâche de façon complète et naturelle. Lors de l'analyse de la tâche, nous recueillons des données sur l'objectif et la nature de la tâche, ainsi que sur l'organisation, la fréquence, les erreurs possibles, les outils utilisés, les niveaux de difficulté, les critères de réussite, les difficultés, etc. Plusieurs techniques peuvent être utilisées pour recueillir des données sur la tâche. Par exemple, les entrevues, les observations, les questionnaires, le "penser tout haut", l'analyse des incidents de travail, l'analyse des traces de travail et l'étude de l'utilisation de systèmes.

Pour le projet Scriptôt, nous avons effectué une analyse de la tâche des enseignants ainsi qu'une analyse des activités des enfants. Ces analyses sont présentées au chapitre 2.

1.1.3 Prototypage

Le prototypage permet de présenter la structure, l'apparence et les fonctionnalités de l'interface sous une forme concrète afin que les membres de l'équipe de développement et les utilisateurs puissent visualiser, manipuler, tester et évaluer l'interface. Le prototype peut être présenté tout simplement sur une maquette papier ou sur un support informatique. La maquette papier est très peu coûteuse à réaliser mais n'est pas interactive contrairement au prototype informatique. Le prototype est utile car il peut être construit rapidement, testé, modifié facilement et jeté, le cas échéant, afin d'en construire un nouveau. Toutes les informations recueillies lors des étapes d'analyse définies ci-dessus sont utilisées afin de concevoir une interface de haut niveau.

1.1.4 Évaluation itérative de l'interface

Cette activité du développement logiciel permet de valider les différents éléments de l'interface. L'évaluation pourra être effectuée par une population d'utilisateurs représentant le groupe cible de l'application, avec la méthode du walkthrough ou les tests d'utilisabilité et aussi par les concepteurs, par des spécialistes en ergonomie ou par des spécialistes du domaine d'application,

avec les méthodes d'évaluation heuristique ou basées sur des critères. L'évaluation est faite de façon itérative, c'est-à-dire selon un cycle conception-évaluation-reconception-etc. qui fait en sorte que le prototype est modifié selon les résultats de l'évaluation jusqu'à ce que l'interface soit jugée satisfaisante. On doit planifier l'évaluation de l'interface afin d'en déterminer l'objectif, la méthode utilisée, quels types de données seront à recueillir, l'endroit où elle se déroulera, le temps qu'elle durera, l'équipement nécessaire, les participants, combien ils seront, quelles seront les tâches à faire, quelles formes d'aide les participants auront à leur disposition, etc.

1.2 Application de la méthodologie centrée sur l'utilisateur pour les enfants

Robertson (1994) croit qu'il est possible d'utiliser une méthodologie centrée sur l'utilisateur pour la conception de logiciels pour les enfants de trois à dix ans. Cependant, il n'est probablement pas possible d'intégrer les enfants à l'équipe de développement du logiciel. Selon cette auteure, la meilleure façon d'arriver à un logiciel centré sur l'enfant, c'est de faire des tests d'utilisabilité avec eux. Elle suggère les lignes directrices suivantes pour la conception de logiciel éducatifs :

1. avoir une équipe de conception multidisciplinaire ; l'équipe de conception peut inclure des spécialistes des disciplines suivantes: l'éducation, la psychologie de l'enfant, l'ergonomie, l'informatique, l'enseignement, etc. ;
2. chaque membre de l'équipe doit avoir ses propres requis concernant le logiciel et tester ceux-ci dès le début de la conception ;
3. comme il n'est probablement pas possible d'inclure les enfants dans l'équipe de conception, les membres de l'équipe doivent tenir compte des lignes directrices établies par Haugland et Shade (1988) et présentées dans la dernière section de ce chapitre;
4. faire des tests d'utilisabilité tout au long de la conception du logiciel en faisant participer les enfants aux tests. Il est recommandé d'utiliser les questionnaires, la technique du penser tout haut (décrite ci-dessous) et l'évaluation heuristique (définie au point 1.5).

Le "penser tout haut"

La technique du "penser tout haut" consiste à demander à l'utilisateur du système de penser à voix haute pendant l'exécution des tâches demandées. Les verbalisations sont notées ou enregistrées puis analysées. L'utilisateur est appelé à commenter sa façon de faire les tâches, ses choix, ses décisions, ses difficultés, ses frustrations, etc. Ces verbalisations permettent à l'analyste de comprendre de quelle façon il voit le système informatique et de reconnaître ainsi certains problèmes de l'interface.

1.3 Conception participative

Plusieurs auteurs ont utilisé la conception participative (Gould et Lewis, 1985) mais sa mise en application est controversée. Le but est de fournir l'opportunité aux utilisateurs de participer à la conception du logiciel (Scaife, 1999). Les avantages d'une implication accrue de l'utilisateur dans le processus de développement sont un apport d'informations plus précises sur les tâches, une opportunité pour les utilisateurs d'influencer les décisions concernant la conception, ce qui fait en sorte qu'ils se sentent plus impliqués dans le processus de conception, et une augmentation de leur acceptation finale du système (Schneiderman, 1998). Par contre, l'implication intensive peut être coûteuse, ralentir le processus de développement, créer des conflits avec des utilisateurs qui ne sont pas impliqués ou dont les suggestions sont rejetées, et forcer les concepteurs à compromettre leur concept pour satisfaire des participants incompétents (Schneiderman, 1998).

Nielsen (1993) mentionne que les utilisateurs ne sont pas des concepteurs et qu'il n'est pas raisonnable de leur demander de trouver des idées de conception, mais qu'ils sont très bons pour réagir à des prototypes et indiquer ce qu'ils aiment ou n'aiment pas.

Druin (1996, 1999) prône, quant à elle, la conception participative où les enfants sont alors les concepteurs et ont un rôle initiateur plutôt que réactif aux prototypes. Une des principales techniques utilisées en conception participative avec les enfants est le prototype "low-tech". Cette technique est utilisée avant toute programmation et son but est d'amener les concepteurs à penser à des concepts d'interfaces qui n'auraient peut-être pas été considérés autrement. On demande aux enfants de créer des prototype simples faits avec du papier, de la colle, des crayons,

des blocs, etc. Ce type de conception place l'enfant et l'adulte sur un même pied d'égalité car ils savent tous deux se servir de ces outils.

1.4 La méthodologie utilisée pour Scriptôt

Le projet Scriptôt a été développé selon la méthodologie de conception de systèmes centrée sur l'utilisateur. Nous n'avons pas fait de conception participative. D'abord, nous n'avions pas une idée très claire de ce que l'on pouvait faire au départ. Puis, il y avait certaines difficultés techniques, telles que la disponibilité et la distance des enfants. Finalement, nous croyons qu'il aurait été difficile de faire de la conception participative avec des enfants si jeunes. La figure 1.1 présente les différentes étapes suivies lors du développement de l'interface-utilisateurs du logiciel. En plus des étapes décrites précédemment au point 1.1, nous avons inclus une analyse du contexte, une analyse des technologies utilisant le crayon, une analyse fonctionnelle et une analyse des logiciels utilisés à l'école. La suite du texte présente ces différentes étapes du processus de développement du logiciel.

1.4.1 Analyse des technologies utilisant un crayon

Lors de la conception d'une application informatique, il faut accorder autant d'importance à la partie matérielle qu'à la partie logicielle. Nous avons étudié les produits disponibles sur le marché qui utilisent un crayon (les ardoises électroniques et les tablettes graphiques) afin de choisir un système répondant aux exigences de la tâche. Le chapitre 3 est consacré à ce sujet.

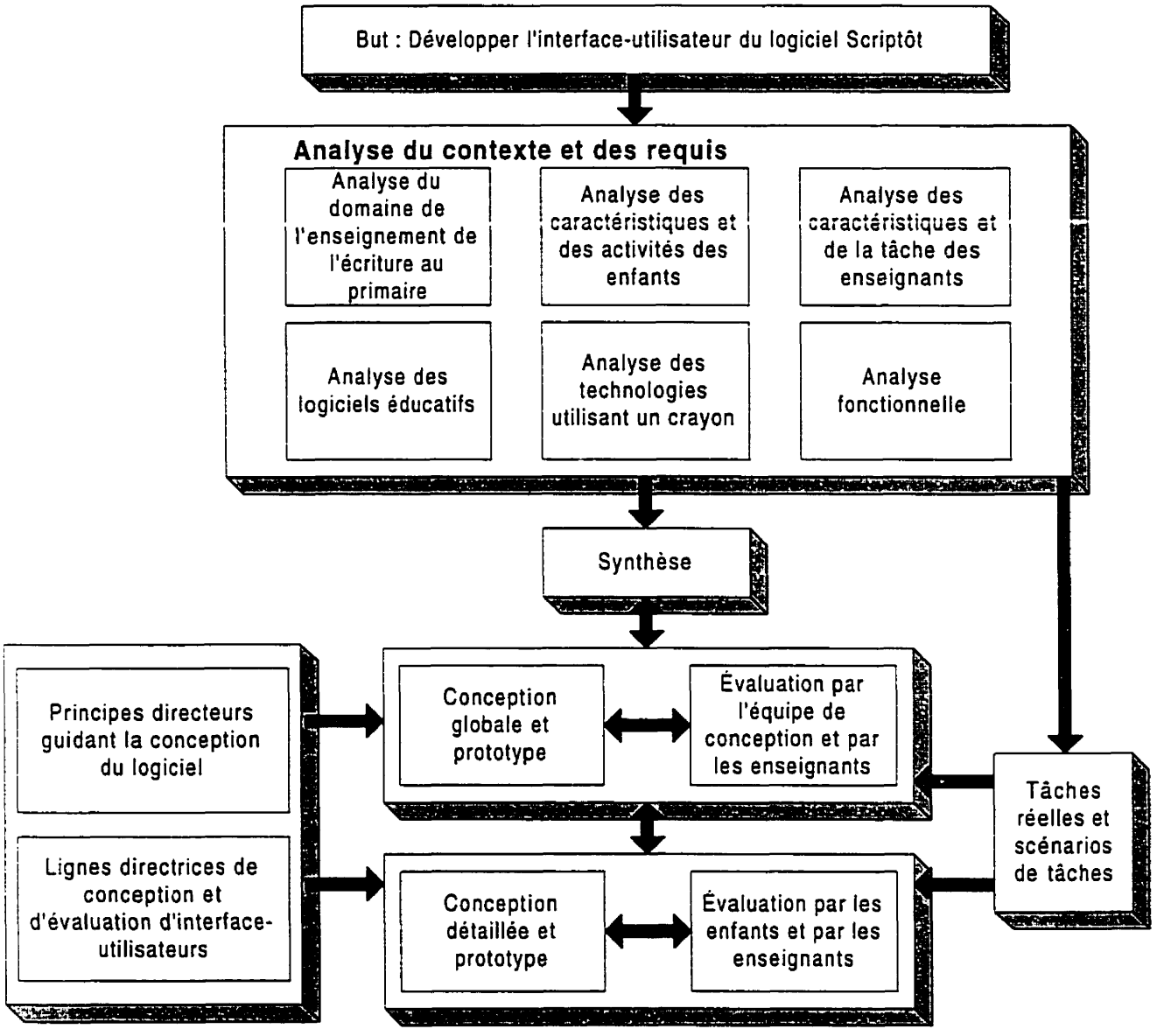


Figure 1.1 : Démarche de développement de l'interface-utilisateur de Scriptôt

1.4.2 L'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle permet de définir et pondérer les besoins de l'utilisateur et de les traduire par des fonctionnalités de l'interface. Il faut ensuite organiser ces dernières, les pondérer, développer des procédures d'utilisation de chaque fonctionnalité, etc., tout en respectant les principes et les recommandations ergonomiques (Robert et Fiset, 1991). Cette étape du développement du logiciel est généralement faite par une équipe multidisciplinaire. L'analyse du domaine d'application relié au travail de l'utilisateur ainsi que l'analyse des produits compétiteurs peuvent aussi être nécessaires afin de compléter l'analyse fonctionnelle.

Malgré que nous n'ayons pas fait d'analyse fonctionnelle formelle, au fur et à mesure que nous recueillions de l'information sur l'enseignement de l'écriture, la tâche de l'enseignant, les besoins, les caractéristiques et attentes des enfants et des enseignants, nous définissions les fonctionnalités potentielles du prototype. Cette étape de l'analyse est décrite au chapitre 2.

1.4.3 Synthèse

Le but de la synthèse est d'avoir une vue d'ensemble du contexte du travail, du contenu à couvrir, des contraintes à satisfaire en regard des buts visés et des possibilités offertes par l'outil. Les informations recueillies lors de la phase d'analyse doivent être organisées, confrontées et synthétisées afin de définir avec précision tous les aspects fonctionnels du système et de spécifier la priorité des tâches pour la réalisation de ce système. Ainsi, on pourra définir les fonctionnalités qui sont nécessaires et celles qui sont désirables ou optionnelles. Pour Scriptôt, la synthèse n'est pas faite en une étape fermée mais de façon progressive au fur et à mesure que les analyses sont complétées.

1.4.4 Scénarios de tâches et tâches réelles

La phase d'analyse de la tâche et l'analyse du domaine de l'enseignement permettent de définir des tâches réelles et plusieurs scénarios typiques de leçons d'apprentissage de l'écriture, qui sont utilisés pour la conception et l'évaluation du logiciel. Des exemples de scénarios sont présentés au chapitre 5.

1.4.5 Lignes directrices et critères d'évaluation de l'utilisabilité des interfaces-utilisateurs

L'interface doit être réalisée en suivant des principes et des lignes directrices ergonomiques afin d'être facile à apprendre, facile à utiliser et attirante pour les enfants. Dans les prochains paragraphes, nous présentons la méthode de l'évaluation heuristique ainsi que les critères ergonomiques utilisés évaluer les interfaces.

1.5 L'évaluation heuristique

L'évaluation heuristique consiste à faire évaluer l'utilisabilité d'une interface par quelques personnes qui doivent identifier les problèmes d'utilisation de l'interface en vue de les faire corriger par les concepteurs. Une évaluation heuristique est réalisée par un expert du domaine de la conception d'interfaces. L'expérience montre que l'efficacité de la méthode est considérablement améliorée si on emploie plusieurs évaluateurs. Le nombre recommandé d'évaluateurs est en moyenne de trois à cinq afin de pouvoir détecter entre 74 % et 87 % des problèmes d'utilisabilité (Nielsen, 1993). Chaque évaluateur fait son évaluation seul. Ce n'est que lorsque les évaluations sont terminées que les évaluateurs pourront, éventuellement, communiquer entre eux. Ceci permet d'assurer l'indépendance et l'objectivité des évaluations. Durant la séance d'évaluation, l'évaluateur parcourt l'ensemble de l'interface à plusieurs reprises et examine les différents éléments en les comparant à une liste de principes reconnus (les heuristiques). L'évaluateur peut utiliser tout autre principe d'utilisabilité qu'il considère pertinent. Le résultat d'une évaluation heuristique est une liste de problèmes que l'évaluateur aura rencontrés, documentés et expliqués.

Les heuristiques pouvant être utilisées dans le cadre d'une évaluation heuristique sont les suivantes (Nielsen, 1993) :

- employer des boîtes de dialogue simples et naturelles ;
- utiliser le langage de l'utilisateur ;
- minimiser la charge cognitive de l'utilisateur ;
- être cohérent ;

- fournir un retour d'information immédiat ;
- avoir des sorties clairement indiquées ;
- fournir des raccourcis (*shortcuts*) ;
- prévenir les erreurs ;
- apporter un support minimal ;
- fournir de l'aide efficace et de la documentation.

Plusieurs auteurs ont aussi défini des critères pour l'évaluation de l'utilisabilité des interfaces-utilisateurs (Bastien et Scapin, 1993; Ravden et Johnson, 1989; Robert, 1990). Les critères, contrairement aux heuristiques, sont généralement formulés par un mot (par exemple: cohérence, compatibilité, etc.) Le tableau 1.2 présente les listes de ces critères d'un certain nombre d'auteurs.

Tableau 1.2 : Critères pour l'évaluation de l'utilisabilité des interfaces-utilisateurs

Bastien et Scapin (1993)	Ravden et Johnson (1989)	Robert (1990)
• Guidage • Charge de travail • Contrôle explicite • Adaptabilité • Gestion des erreurs • Homogénéité • Signifiance des codes • Compatibilité	• Clarté visuelle • Cohérence • Compatibilité • Retour d'information • Transparence • Fonctionnalités appropriées • Flexibilité et contrôle • Prévention et correction des erreurs • Guidage et support à l'utilisateur	Fonctionnalité appropriée **Qualités de l'interface :** • Compatibilité • Caractère naturel • Transparence • Cohérence • Rapidité d'action • Simplicité • Flexibilité **Fonctionnalités :** • Retour d'information • Navigation • Aide • Gestion des erreurs

Pour le projet Scriptôt, nous n'avons pas fait de sessions formelles d'évaluation heuristique. Nous avons plutôt tenu compte des heuristiques et des critères d'évaluation au fur et à mesure de la conception du logiciel. Tous les critères énoncés précédemment sont pertinents et ont été pris en compte lors du développement de Scriptôt. Cependant, ces critères ont été définis pour les interfaces-utilisateurs en général. Il existe également des critères d'utilisabilité spécifiques aux interfaces pour enfants. La prochaine section présente ceux-ci.

1.6 Critères d'utilisabilité des interfaces pour les enfants

Pour évaluer les interfaces humains-ordinateurs destinées aux enfants, il n'y a pas d'outils d'évaluation comme celui de Ravden et Johnson (1989), mais quelques auteurs ont défini des critères d'utilisabilité. Haugland et Shade (1988) sont d'avis que les logiciels pour enfants doivent favoriser le développement du langage ainsi que le développement physique, social et cognitif de l'enfant. Ils ont défini des lignes directrices (une ligne directrice est généralement définie par une phrase) pour le développement de logiciels éducatifs, que nous présentons au tableau 1.3 avec celles d'Henniger (1994) et de Hanna et al. (1997). Certains critères sont définis par plus d'un auteur : par exemple, exploration indépendante et interaction minimale de la part de l'adulte sont deux critères définis par des auteurs différents mais qui discutent du même point. Nous avons donc fait une synthèse de la totalité des critères présentés au tableau 1.3.

Tableau 1.3 : Lignes directrices pour la conception et l'évaluation de logiciel pour enfants

Haugland et Shade (1988)	Henniger (1994)	Hanna et al. (1997)
1. Logiciel approprié à l'âge 2. Logiciel contrôlé par l'enfant 3. Instructions claires 4. Conception simple et utilisation diversifiée 5. Exploration indépendante 6. Motivation intrinsèque 7. Représentation du monde réel 8. Utilisation de la technologie 9. Essais et erreurs 10. Transformations visibles	1. Interaction minimale de la part de l'adulte 2. Facilité d'entrer, d'utiliser et de sortir du logiciel 3. Instructions verbales 4. Manipulation du logiciel par l'enfant 5. Stimulation de l'imagination et de la créativité 6. Conception simple et utilisation diversifiée	**Activités :** • motivation intrinsèque • conception simple et utilisation diversifiée • motivation extrinsèque **Instructions :** • appropriées à l'âge • faciles à comprendre et à retenir • interventions des personnages utiles plutôt que distrayantes • contrôle de l'accès aux instructions **Affichage :** • icônes significatives • curseurs significatifs • utilisations de sons, d'animations ou de mises en évidence pour indiquer les fonctionnalités

1.6.1 Logiciel approprié à l'âge

Les logiciels doivent être conçus en tenant compte des caractéristiques de groupes cibles bien définis. Dans leur conception d'un logiciel d'animation pour enfants de 5 à 14 ans, Shannon et al. (1995) ont constaté qu'il est difficile de répondre aux besoins d'enfants ayant un écart d'âge si grand. En effet, les enfants plus vieux ont vite fait savoir aux concepteurs que les personnages et les objets du logiciels étaient trop enfantins. Il était même évident, dans certaines situations, qu'ils étaient embarrassés d'utiliser le logiciel en public.

1.6.2 Contrôle par l'enfant

Le logiciel doit favoriser une implication active de la part de l'enfant en permettant à ce dernier d'initier et de décider de la séquence des actions. C'est ici qu'intervient le style d'interaction humain-ordinateur utilisé. En effet, on doit permettre aux enfants de manipuler directement plutôt que de taper des séquences de touches au clavier (Robertson, 1994). Aussi, l'enfant devrait pouvoir accéder au menu principal de n'importe quelle portion du programme informatique (Haugland et Shade, 1988).

1.6.3 Instructions claires

Comme la majorité des enfants d'âge préscolaire ne savent pas lire, les instructions doivent être vocales. Même les enfants qui savent lire ne sont pas habitués de le faire sur un écran d'ordinateur et ne le feront que s'ils y sont vraiment obligés (Hanna et al., 1997). Si des consignes écrites sont utilisées, elles doivent être accompagnées de consignes vocales. De plus, des images ou des animations doivent être utilisées afin de rendre les options claires à l'enfant (Haugland et Shade, 1988). Henniger (1994) mentionne aussi qu'il est important d'avoir des instructions vocales pour maximiser l'autonomie de l'enfant avec le logiciel. Hanna et al. (1997) ajoute que le langage utilisé doit être clair, simple et référer à des concepts que l'enfant connaît. De plus, les enfants porteront plus attention si c'est un personnage animé qui donne les instructions. À cet effet, il faut éviter que les personnages animés deviennent trop distrayants en parlant ou en bougeant constamment.

1.6.4 Conception simple, utilisation diversifiée

Une conception simple permet de réduire la charge cognitive des enfants, qui peuvent ainsi apprendre facilement à manipuler le logiciel avec succès. La façon dont l'utilisateur va faire face aux différentes charges cognitives dépend en grande partie de l'interface, du contenu en information du logiciel, de la structure du logiciel et de la stratégie de réponses disponibles à l'utilisateur. La charge cognitive peut être réduite ainsi:

- réduire le nombre d'options à un point donné du logiciel ;
- cacher les options que la plupart des utilisateurs n'utiliseront pas ;

- procurer de l'aide à la navigation ;
- réduire la profondeur des menus.

Stoney et Wild (1998) mentionnent aussi que le fait de regrouper des éléments d'informations en paquets (par exemple, en ayant différentes pièces où l'utilisateur peut se déplacer) réduit la complexité et permet à l'utilisateur de se construire un modèle mental de la tâche et de l'environnement de la tâche.

De plus, au fur et à mesure que l'enfant découvre le logiciel et devient habile, il est possible pour lui d'accéder à des activités plus complexes correspondant à son niveau d'habileté. Henniger (1994) parle aussi d'une conception simple mais d'une utilisation diversifiée. Un jeu de blocs de construction est un exemple naturel de ce concept. Ces blocs sont en soi très simples mais peuvent être utilisés d'une multitude de façons. Similairement, une conception simple permet à l'enfant d'apprendre rapidement à se servir du logiciel et d'utiliser le logiciel de façon plus créative.

1.6.5 Exploration indépendante

Henniger (1994) affirme que pour vraiment intéresser un enfant, un logiciel doit posséder des caractéristiques similaires au matériel que l'on retrouve dans les classes aujourd'hui. Les jouets traditionnels ne nécessitent pas de directives de la part de l'adulte. L'utilisation de ces jouets est évidente et facile à apprendre par la manipulation de l'objet par l'enfant. Afin d'explorer gaiement les caractéristiques et les opportunités d'apprentissage du logiciel, l'enfant a besoin de manipuler le programme sans l'intervention de l'adulte (Robertson, 1994 ; Henniger, 1994). Les logiciels éducatifs doivent encourager l'enfant à faire preuve d'imagination jusqu'à trouver les solutions correctes, après un cheminement qui ne le pénalise à aucun moment et qu'il aura parcouru sans l'aide de l'adulte (Cohen, 1987).

La façon d'utiliser certains logiciels informatiques, contrairement à d'autres jouets, peut être obscure à l'enfant. Celui-ci a souvent besoin de l'assistance d'un adulte. Les logiciels qui incorporent des instructions vocales et des menus par images permettent à l'enfant de manipuler plus facilement le logiciel de façon indépendante. Aussi, il faut éviter les procédures complexes

(combinaisons de touches au clavier) pour entrer ou sortir d'un programme. Les enfants ont besoin d'une procédure simple et cohérente pour entrer dans le logiciel, obtenir des instructions et sortir du logiciel. Sinon, comme le mentionne Henniger (1994), cela représente un risque élevé pour l'enfant. En effet, il s'expose à un échec, à de la frustration et même au doute de lui-même s'il est incapable d'utiliser le produit facilement. Si l'enfant doit demander de l'aide à un adulte ou à un autre enfant, il va se sentir moins compétent et va passer à côté des objectifs principaux du jeux.

1.6.6 Motivation intrinsèque

On distingue deux types de motivation : intrinsèque et extrinsèque. La motivation intrinsèque fait en sorte qu'une personne exerce une activité pour le plaisir même qu'elle en retire. On peut décrire une activité intrinsèquement motivante comme étant amusante, intéressante, captivante ou attirante. Sur le plan de l'apprentissage, cette motivation se traduit par le plaisir d'apprendre, la curiosité, la persévérance, une orientation vers la maîtrise de l'apprentissage, de même que par une orientation à relever des défis et faire face à des difficultés et à des nouvelles tâches (Ministère de l'Éducation, 1997). La motivation extrinsèque fait en sorte qu'une personne n'exerce pas une activité pour elle-même, mais pour en retirer un bénéfice ou pour éviter un désagrément. Idéalement, l'utilisateur devrait avoir un désir intrinsèque de travailler, s'exercer ou jouer avec un logiciel (Stoney et Wild, 1998; Hanna et al., 1997). Par contre, la motivation peut être engendrée par une gamme de stimuli intrinsèques ou extrinsèques. Le logiciel doit permettre à l'enfant d'être récompensé par l'accomplissement de quelque chose plutôt que par des sons sophistiqués ou par des effets visuels comme dans les jeux vidéo. Henniger (1994) caractérise les expériences de jeu de qualité comme étant orientées processus (plutôt qu'orientées résultat). Il mentionne que les programmes « *drill and practice* » sont orientés résultats puisqu'on attend la bonne réponse de l'enfant. Même si cela est propice à l'apprentissage, cela ne permet pas à ce dernier d'apprécier le simple fait d'explorer les possibilités du logiciel à sa façon.

Pour maintenir la motivation de l'enfant, le logiciel doit offrir un ou des défis (Malone, 1983). Stoney et Wild (1998) parlent de l'optimisation cognitive : afin d'avoir un haut niveau de

motivation, il faut optimiser la demande cognitive de la part de l'élève. Il doit y avoir une différence optimale entre les structures cognitives de l'utilisateur et la demande de l'interface et de l'environnement éducatif. Si la différence est trop petite et que l'utilisateur peut faire face à l'environnement sans qu'il ne se produise de changements internes, alors l'utilisateur a tendance à s'ennuyer. Au contraire, si la différence est trop grande et ne peut être prise en mains par l'utilisateur, il devient démotivé et découragé. C'est ici que peuvent intervenir les niveaux de difficulté, qui doivent être variables selon le niveau d'habileté de l'élève.

Outre l'aspect défi, pour maintenir la motivation, il faut offrir un retour d'information à l'élève afin de l'informer de l'atteinte de son but (Malone, 1983). Le retour d'information doit être encourageant et positif. Devant une erreur, l'élève doit être encouragé à trouver d'autres solutions, à expérimenter d'autres voies dans un processus d'autocorrection et ses succès doivent être soulignés. Le défi favorise ainsi l'estime de soi de l'enfant en privilégiant les opportunités de succès (Malone 1983).

1.6.7 Représentation du monde réel

Les jeunes enfants de deux à sept ans sont dans le stade préopératoire de développement alors les logiciels s'adressant à cette catégorie d'enfants et même aux enfants un peu plus vieux doivent exposer les enfants à des représentations concrètes des objets et leurs fonctions. Par exemple, pour un logiciel de dessins destiné aux enfants, il est plus approprié de présenter concrètement des crayons de différentes couleurs et de différentes formes plutôt que des matrices d'icônes représentant des formes de pinceaux comme dans les logiciels de dessins pour adultes. De plus, les concepts de l'interface, les icônes et les images doivent représenter le monde de l'enfant et non pas celui de l'adulte. Par exemple, la métaphore du bureau utilisée par le système d'exploitation Windows, avec la poubelle, les fichiers et les dossiers, est acceptable pour les adultes mais ne l'est pas nécessairement pour les enfants (Robertson, 1994). Halgren et al. (1995) ont aussi pu observer, durant la conception de leur logiciel d'animation, que les métaphores pour adultes ne sont pas appropriées pour les enfants.

1.6.8 Caractéristiques techniques

Les logiciels doivent exploiter la technologie. Ainsi, ils peuvent présenter des objets colorés ou des animations, des effets sonores ou de la musique correspondant aux objets affichés à l'écran (Haugland et Shade, 1988). Ils doivent aussi être faciles à charger et à opérer. Évidemment, il ne doit pas y avoir d'erreurs du système(Robertson, 1994).

1.6.9 Essais et erreurs

Selon Haugland et Shade (1988), les logiciels éducatifs devraient laisser les enfants apprendre d'eux-mêmes par l'expérimentation. On devrait donner l'opportunité aux enfants de pouvoir trouver les réponses par eux-mêmes sans les limites imposées par les choix multiples et sans leurs fournir automatiquement la bonne réponse après un ou deux essais. Dans un processus dynamique interactif, l'enfant devrait avoir droit à l'erreur, qui devient un facteur de construction active et créatrice et non de frustration. De plus, devant une erreur, l'enfant doit être encouragé à trouver d'autres solutions, à expérimenter d'autres voies et ses succès doivent être soulignés (Cohen, 1987).

1.6.10 Transformations visibles

Les enfants doivent avoir un impact sur le logiciel, par leurs actions qui doivent permettre de changer les objets ou les situations. Par exemple, un têtard devient une grenouille si on le retire du lac (Wright et al., 1989). L'enfant doit expérimenter les relations de cause à effet puisqu'elles sont très importantes dans son développement intellectuel (Wright, 1989). Il doit pouvoir observer les effets de ses actions sur l'écran, suivre les changements, intervenir et en provoquer d'autres.

1.6.11 Stimuler l'imagination et la créativité de l'enfant

La fantaisie permet de stimuler l'imagination de l'enfant. Elle dépend en grande partie du choix de la métaphore pour le logiciel. Les métaphores peuvent aider l'élève à appliquer des connaissances antérieures à de nouvelles notions (Malone 1983). Par exemple, pour enseigner les additions, on peut demander à l'élève de compter le nombre de pommes contenues dans différents paniers, les concepts de pommes et de paniers étant déjà connus des enfants. On peut facilement augmenter le plaisir d'apprendre avec des objectifs fantaisistes (par exemple, atteindre l'arrivée dans une course où l'enfant avance d'un pas à chaque bonne réponse) ou en évitant des catastrophes fantaisistes comme dans le jeu du petit bonhomme pendu (où à chaque mauvaise réponse, on dessine une partie du corps d'un bonhomme, qui sera pendu si la partie est perdue).

Les logiciels qui permettent à l'enfant de prétendre qu'un objet est quelque chose d'autre que ce qu'il est ou qui lui permettent de prendre le rôle d'un personnage réel ou imaginaire vont stimuler son imagination. De plus, les logiciels d'apprentissage par la découverte stimulent la créativité des enfants.

Maintenant que nous avons vu la méthodologie de développement de Scriptôt, ainsi que les critères ergonomiques pouvant être pris en compte lors de conception et de l'évaluation des interfaces-utilisateurs, nous allons présenter les analyses que nous avons faites en amont du projet, soit l'analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite au primaire, l'analyse des utilisateurs ainsi que l'analyse de leur tâche.

CHAPITRE II

ANALYSE DU DOMAINE ET DES REQUIS

L'analyse des besoins est une étape cruciale du travail du concepteur de logiciel si l'on veut que ce dernier soit utile et réponde aux besoins et aux attentes des utilisateurs. L'objectif premier du logiciel est d'aider les enfants à apprendre la calligraphie. Cependant, il est peu probable que ces derniers l'utilisent d'abord pour cette raison. Ils l'utiliseront plutôt pour s'amuser, découvrir le monde imaginaire qui s'y cache, voir ce qui va arriver s'ils appuient sur un bouton ou augmenter leur score et gagner la partie s'il y a lieu. Les enseignants, quant à eux, vont utiliser l'outil seulement s'il est utile, s'il couvre le programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation, s'il correspond à leur méthode d'enseignement et s'il est facile à apprendre et à utiliser. Le côté amusant de ce dernier aura moins d'importance à leurs yeux. C'est pourquoi il faut voir aux intérêts des deux groupes d'utilisateurs principaux : les enfants et les enseignants.

Dans ce chapitre, nous allons donc présenter les résultats de l'analyse du domaine et des requis. Nous présenterons d'abord l'analyse des caractéristiques des enfants. Puis, nous présenterons l'analyse de leurs activités, ce qui nous amènera à identifier des fonctionnalités concernant les exercices contenus dans le logiciel. Ensuite, nous présenterons les caractéristiques des enseignants et de leur tâche globale d'enseignement. Puis suivra une partie plus détaillée sur l'analyse de la tâche de correction et de retour d'information. Cela nous amènera finalement à identifier les fonctionnalités qui découlent de ces dernières analyses.

2.1 Analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite au primaire

Nous présentons ici les différentes activités effectuées pour l'analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture au primaire.

2.1.1 Revue de littérature

Afin de concevoir un logiciel d'aide à l'apprentissage de l'écriture qui puisse être bien accepté dans le milieu de l'enseignement, il est primordial de bien comprendre le domaine de l'enseignement de l'écriture. Ainsi, nous avons fait une revue de la littérature sur l'apprentissage de l'écriture manuscrite chez les enfants. Nous nous sommes donc familiarisés avec les différentes méthodes d'enseignement de la calligraphie (Auzias, 1977, Guillaud, 1988), les critères d'évaluation de sa qualité et les différents types d'exercices faits à l'école. Nous avons étudié les programmes d'enseignement du Ministère de l'Éducation du Québec (1995 et 1997), qui nous ont permis de connaître les objectifs d'apprentissage aux différents niveaux scolaires (maternelle, 1re année et 2e année), les différents types d'écriture et le vocabulaire spécialisé utilisé dans le domaine de l'enseignement. Le matériel pédagogique utilisé dans les écoles a aussi été une source d'information importante en ce qui concerne les types d'exercices donnés aux élèves à chaque niveau.

2.1.2 Visites dans les écoles

Une visite des lieux où se déroulent les leçons d'écriture est essentielle pour mieux connaître le milieu de l'éducation, surtout si le monde de l'enseignement primaire est nouveau pour les concepteurs. Nous pouvons alors observer dans quel contexte notre logiciel sera utilisé. De plus, le contact direct avec les enseignants et les enfants aide à réduire l'écart entre le langage des concepteurs et celui des utilisateurs. À l'hiver 1998, nous avons visité au total, 11 classes à différents niveaux dans quatre écoles primaires différentes (quatre classes de maternelle, quatre de 1re année et trois de 2e année). Ces visites avaient comme objectif de nous permettre d'observer des situations réelles de leçons d'écriture en maternelle, 1re année et 2e année.

Pour recueillir des données, nous avons effectué les différentes activités suivantes :

- observer l'enseignant et les enfants en situation réelle de travail ;
- consulter le matériel pédagogique utilisé en classe ;
- analyser les résultats de certains exercices faits par les enfants;
- discuter avec les enseignants ;
- discuter avec les enfants.

Ces visites nous ont permis de recueillir de l'information sur les points suivants :

1. l'approche générale d'enseignement
2. les modèles de lettres utilisés
3. l'ordre d'enseignement des lettres
4. l'évaluation de l'écriture
5. le retour d'information apporté aux enfants
6. les habiletés des enfants en informatique
7. les exercices donnés aux élèves
8. les difficultés des élèves
9. le matériel pédagogique

Les résultats de cette analyse sont présentés aux sections 2.2 et 2.3.

2.1.3 Présence d'experts dans l'équipe de conception

Notre analyse du domaine de l'enseignement a pu être complétée par des discussions avec trois experts du domaine de l'éducation, soit une enseignante de maternelle, spécialiste en enseignement de l'écriture, une spécialiste en intégration de l'informatique en milieu scolaire et une spécialiste du programme de français enseigné dans les écoles. Elles ont participé dès le début du projet, à la revue de littérature, aux visites dans les écoles ainsi qu'à l'évaluation du concept d'interface et à l'évaluation du prototype.

2.1.4 Validation de l'information recueillie

Suite à cette analyse, nous avons produit un rapport de synthèse discutant des principaux points d'analyse relatifs au domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite au primaire (Audet et al., mai et juillet 1998). Nous avons fait valider ce rapport par cinq enseignantes de différents niveaux scolaires. Cela a permis, entre autres, de planifier des rencontres efficaces avec des enseignantes afin de compléter et de confirmer notre compréhension du monde de l'enseignement.

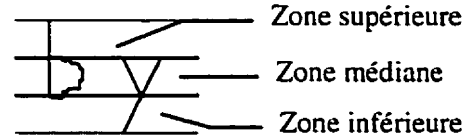
2.1.5 Synthèse de l'analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture au primaire

2.1.5.1 Terminologie

On doit bien connaître la terminologie reliée au domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite, afin de l'utiliser de façon adéquate dans l'application informatique. Cela permet

aussi de parler le même langage que l'enseignant lors des rencontres avec ce dernier. Le tableau 2.1 présente une définition des termes courants utilisés dans le domaine de l'enseignement de la calligraphie.

Tableau 2.1 : Terminologie reliée au domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite

Termes	Définitions
Écriture scripte	Caractères à pente droite, sans mouvement de liaison, qui seront plus tard attachés les uns aux autres (on dit aussi lettres moulées et lettres carrées).
Script traditionnel	Script formé de bâtons et de boules, avec levée de crayon. Ce script n'est plus enseigné aujourd'hui.
Script lié	Script sans levée de crayon (sauf pour f, i, j, k et t). C'est le script enseigné dans les écoles.
Écriture cursive	Caractères script liés entre eux à l'intérieur des mots. Le tracé y est continu, de manière générale, et leur pente est droite. Cette écriture est enseignée à partir de la 2e année du primaire (Ministère de l'Éducation, 1995).
Ductus	Mouvement du tracé que suit le scripteur pour former correctement une lettre. Le ductus est souvent illustré d'un point, au départ du mouvement de la lettre, et de flèches pour indiquer la direction des tracés (Ministère de l'Éducation, 1995).
Hampe	Partie supérieure des lettres. Les lettres b, d, f, h, k, l et t ont une hampe.
Jambage	Partie inférieure des lettres. Les lettres g, j, p, q et y ont un jambage.
Réglures et zones d'écriture	Lignes horizontales servant à guider l'écriture des enfants. On les appelle aussi trottoirs et rues dans plusieurs écoles. 

2.1.5.2 Objectifs et contenu du programme d'enseignement de l'écriture

Il est essentiel de bien connaître les objectifs et le contenu du programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation du Québec concernant l'écriture aux trois niveaux scolaires visés par l'outil, afin que l'application à concevoir puisse satisfaire les objectifs d'apprentissage de chaque niveau scolaire.

Maternelle: sensibilisation à l'écriture

Le programme (Ministère de l'Éducation du Québec, 1997) propose un éveil à la conscience de l'écrit, de manière informelle, en situation naturelle d'écriture. L'enfant y explore la tenue correcte du crayon, la mobilité du poignet, le sens du tracé, la manipulation des pages, la posture la plus favorable à l'écriture. Sa conscience de l'écrit, son goût et son plaisir d'écrire pour communiquer se développent grâce aux activités d'éveil au langage. Certains objectifs, sans être prescrits, favorisent l'appropriation de savoirs tels que la reconnaissance de son nom, de celui de quelques amis et de certains mots de l'environnement ; pouvoir nommer les lettres majuscules et minuscules ; la connaissance des termes nécessaires à la calligraphie (en haut, en bas, à gauche, à droite, au début, à la fin, etc.) ; la sensibilisation aux normes et conventions de la lecture et de l'écriture (lettres, chiffres, ponctuation) ainsi qu'à l'écriture de chiffres.

1re année : écriture script

Les élèves apprennent systématiquement à former les lettres minuscules et majuscules en écriture script, de même que les chiffres. De plus, ils doivent apprendre à respecter le format des réglures dans lesquelles s'inscrivent les lettres minuscules et majuscules et à séparer convenablement les mots (un doigt de distance). Ils apprennent aussi à relire leur texte pour vérifier s'il est écrit lisiblement (Ministère de l'Éducation du Québec, 1995).

2e année : écriture cursive

Les élèves apprennent à former et à attacher les lettres minuscules. Ils doivent aussi acquérir de la dextérité et améliorer la netteté des lettres. Comme en 1re année, ils doivent respecter le format des lettres minuscules et majuscules (les majuscules s'écrivent en script) et séparer convenablement les mots. Ils apprennent aussi à relire leur texte pour vérifier s'il est écrit lisiblement (Ministère de l'Éducation du Québec, 1997).

2.1.5.3 Le matériel pédagogique utilisé dans les classes

Le recensement du matériel pédagogique utilisé dans les classes nous permet de savoir à quels documents se référer pour connaître le contenu de l'ensemble des idées d'exercices, des exemples de formulations de consignes et des images. Les documents les plus utilisés dans les maternelles sont Cogito (Cantin et Soublière, 1997) et la collection « Ateliers graphisme » de Nathan. En 1re

et 2e année, Mémo (Guillemette et al., 1998) et En-tête (Gaouette, 1999) sont les plus utilisés. Les collections choisies varient d'une école à l'autre. Par exemple, certains enseignants trouvent que les exercices ne sont pas assez variés et que les réglures de la collection Mémo sont trop petites. D'autres trouvent que Cogito n'est pas intéressant. La section d'analyse des activités des enfants discute en détail des exercices suggérés aux enfants.

2.1.6 Analyse des logiciels éducatifs

Nous avons cherché à savoir quels logiciels éducatifs sont utilisés dans les écoles, lesquels sont les plus populaires auprès des enfants, les caractéristiques de ces logiciels, les matières scolaires enseignées, les environnements multimédias présentés, etc.

De cette façon, nous pouvons nous assurer du caractère unique du logiciel à concevoir et y intégrer les caractéristiques qui font qu'un logiciel éducatif est apprécié des enfants.

2.1.6.1 Logiciels d'exercices et logiciels d'apprentissage par la découverte

On peut grossièrement diviser les logiciels pour enfants en deux catégories : les logiciels d'exercices (*drill and practice*) et les logiciels d'apprentissage par la découverte (*open-ended*).

Les logiciels d'exercices permettent aux élèves d'apprendre des sujets scolaires bien précis à travers des leçons préétablies. Le sujet scolaire peut être, par exemple, les multiplications ou la reconnaissance des lettres de l'alphabet. La matière étudiée est séparée en différents blocs correspondant à des objectifs d'apprentissage. Chaque bloc contient des exercices de différents niveaux de difficulté. Certaines recherches démontrent que les logiciels d'exercices peuvent améliorer l'apprentissage au niveau du primaire, particulièrement dans le domaine de l'arithmétique (Hativa et al., 1991) et de la lecture (Hess et al., 1987). Le logiciel fournit un retour d'information immédiat permettant aux élèves de voir leur progrès. Ils peuvent apprendre de leurs erreurs au fur et à mesure qu'ils avancent dans le logiciel.

Même s'il a été démontré que les logiciels d'exercices sont efficaces pour l'apprentissage, plusieurs recherches démontrent qu'ils ont aussi des faiblesses. Les élèves peuvent se lasser de la nature répétitive et monotone des exercices et cesser d'utiliser le logiciel. Les logiciels d'exercices attendent des bonnes réponses de la part de l'enfant et n'offrent pas d'activités à faibles risques, car, chaque fois que l'enfant doit répondre à une question du logiciel, il risque un échec. Certains disent aussi que ce n'est pas une bonne idée d'apprendre aux enfants à organiser leurs connaissances dans un ordre hiérarchique simplifié. En effet, lorsqu'ils ont besoin de ces connaissances, ils ont besoin d'un réseau de multiples connections de façon à essayer plusieurs méthodes pour accomplir une tâche donnée (Druin, 1996). Avec ces logiciels, l'enfant doit suivre le déroulement prescrit par le programme afin de donner une réponse appropriée (Henniger, 1994). Ce type de logiciel peut encourager la compétition et décourager les échanges d'idées (Clements, 1993). L'enfant y pratique des habiletés abstraites et de bas niveau comme la reconnaissance de lettres. Il doit suivre le chemin prescrit par le concepteur et ne peut pas prendre de route alternative pour suivre ses intérêts personnels (Shade, 1994). Au lieu de laisser l'enfant explorer librement les éléments du logiciel d'exercices, ces derniers ont des utilisations spécifiques et parfois limitées. Les opportunités de jeux sont restreintes. L'enfant a beaucoup moins de contrôle sur le déroulement des activités avec ces logiciels (Henniger, 1994).

Les logiciels d'apprentissage par la découverte créent des environnements différents de ceux des logiciels d'exercices. Des exemples de ce type de logiciels sont les logiciels de dessins, les traitements de texte pour enfants et les logiciels permettant de créer des histoires interactives ou de créer des animations. Avec ces applications, les enfants sont libres d'expérimenter à leur façon. L'enfant peut dessiner un chat ou écrire une histoire à propos d'une araignée. Au fur et à mesure que l'enfant explore l'environnement logiciel, il découvre qu'il peut en faire plus, par exemple changer d'outils de dessin ou ajouter des illustrations à son histoire. Il est content lorsqu'il découvre qu'il peut faire lire son histoire par l'ordinateur ou ajouter sa propre narration à une image à l'aide d'un micro (Shade, 1994).

Ces logiciels encouragent une meilleure attitude face à l'apprentissage et maintiennent la motivation pour continuer la tâche d'apprentissage (Heller, 1990). Ils tiennent compte du fait que les enfants développent leurs habiletés motrices et intellectuelles et leurs compétences

linguistiques (Henniger, 1994). Les résultats de l'étude de Min Liu (1996) démontrent que le fait d'utiliser du matériel de ce type et de permettre aux enfants d'avoir le contrôle sur le programme sont des facteurs importants pour les garder intéressés.

Les logiciels d'apprentissage par la découverte sont très populaires auprès des jeunes enfants de quatre et cinq ans et les logiciels d'exercices le sont auprès des enfants un peu plus vieux (Shade, 1994).

2.1.6.2 Logiciels éducatifs utilisés dans les écoles du Québec

Pour cette analyse, nous avons consulté une spécialiste en intégration de l'informatique en milieu scolaire au primaire, nous avons visité certains laboratoires informatiques des écoles, des salles de classe ainsi que la didacthèque du département des sciences de l'éducation de l'Université de Montréal. Nous avons aussi consulté deux sites webs : Logiciels évalués par le Ministère de l'Éducation et F.E.N.T.I.C (formation des enseignants aux nouvelles technologies de l'information et de la communication).

La consultation des logiciels pour enfants (*Timmy et les tableaux magiques* de Emme Interactive, *Mon Premier Dictionnaire super génial* de Nathan, *l'anniversaire de Petit-Ours* de Nathan, *Benjamin joue avec les mots* de Explomédia, *Voyage au fond des maths* de Explomedia, *Adibou* de Coktel, etc.) nous a permis de constater que ceux-ci ont des environnements multimédia très diversifiés. La plupart des logiciels sont riches en couleurs, en sons et en animations. Un guidage vocal est très souvent présent dans les logiciels. Fréquemment, un personnage est présent pour guider l'enfant au travers du logiciel. On y retrouve des environnements variés : cours arrière, ville, maison, cirque, etc. Plusieurs habiletés peuvent être développées avec les logiciels : lecture, orthographe, composition de textes, reconnaissance de couleurs et de formes, calcul, etc. Nous avons aussi répertorié un logiciel qui enseigne le tracé des lettres : Virgule de Denis Coulombe.

2.2 Analyse des caractéristiques des enfants

Le logiciel Scriptôt est destiné aux enfants de maternelle, 1re et 2e année qui ont entre cinq à huit ans. Leur origine ethnique est variée, dépendamment des quartiers. Ils ont un niveau d'habileté en informatique variés car certains enfants ont déjà plusieurs heures de pratique avec l'ordinateur de la maison. Toutes les écoles ont un laboratoire informatique où les enfants passent en moyenne 45 minutes par semaine à l'ordinateur. L'utilisation de l'ordinateur se fait dès la maternelle, où les enfants apprennent à se servir de la souris et même du clavier.

On peut remarquer des différences importantes même à l'intérieur d'un intervalle d'âge si petit. Un enfant de cinq ans a moins de dextérité pour les mouvements fins qu'un enfant de huit ans. Il a de la difficulté à écouter les consignes jusqu'à la fin et peut aussi avoir de la difficulté à exprimer verbalement ses préférences. L'enfant de huit ans peut juger que certains personnages sont enfantins et a besoin de plus de défis lors des exercices. Il peut facilement suivre des consignes et a plus de facilité à exprimer ce qu'il pense verbalement. De même, des différences importantes existent entre les enfants du même âge. Certains enfants sont très curieux et dynamiques alors que d'autres sont plus réservés.

Le jeune enfant (huit ans et moins) a une mémoire à court terme plus limitée que celle de l'adulte. En demandant à un enfant de mémoriser une série de chiffres et de les répéter dans l'ordre inverse, on peut observer ses limites : typiquement, l'enfant va nommer deux chiffres, alors qu'un adolescent va en nommer cinq. Il est donc très utile, pour le jeune enfant, de recourir à des aides mnémotechniques telles que la répétition, l'organisation (l'organisation de matériel en catégories telles que les animaux, les vêtements, etc.) ou l'élaboration (inventer une histoire ou un scénario). Ces stratégies d'aide à la mémoire ne sont pas utilisées spontanément par le jeune enfant. Ce n'est que vers neuf ou dix ans qu'il pense par lui-même à en faire l'utilisation. Par exemple, la technique de l'élaboration dépend essentiellement de l'imagination de l'enfant et on peut constater que les plus jeunes (de cinq à huit ans) retiennent mieux les notions si une tierce personne leur compose un scénario. Ainsi, pour améliorer leurs activités de traitement d'information, il faut concevoir l'interface du logiciel informatique de façon à bien les assister en ce sens.

Les enfants de cinq et six ans ont besoin d'être encouragés dans leurs efforts et accompagnés dans leur motivation à apprendre, tout en sentant que leurs particularités et leur rythme sont respectés (Ministère de l'Éducation du Québec, 1997). À cet âge, l'enfant a besoin d'exploiter ses capacités, d'expérimenter, d'essayer, d'explorer, de prévoir le déroulement d'une activité pour arriver à identifier une cause et pour réfléchir sur son action et comprendre les réseaux d'interaction (Ministère de l'Éducation du Québec, 1997).

Le rôle du jeu

Le jeu constitue un élément central dans la croissance d'un enfant. Quand il s'agit du développement langagier, le jeu symbolique est souvent proposé comme un moyen important pour développer les habiletés en lecture et en écriture. Les enfants peuvent participer aux jeux symboliques dès l'âge de trois ans, ce qui développe leur capacité à utiliser un objet pour représenter autre chose. Jean Piaget soutenait que le jeu symbolique augmentait la capacité à résoudre les problèmes et la réflexion symbolique. Vygotsky (1978) a estimé que le développement langagier écrit est lié au langage dans le jeu symbolique. Ainsi, ce dernier a recommandé que les enseignantes procurent aux enfants de maternelle des expériences en écriture pertinentes et significatives. L'écriture devrait être enseignée naturellement dans le cadre de l'interaction sociale continue qui se produit dans les jeux d'enfants.

Les enfants aiment les outils d'expression. Ils adorent conter des histoires, inventer des jeux, dessiner, regarder des vidéos et construire des choses. D'ailleurs, ils aiment faire toutes ces activités encore et encore. Ils adorent la répétition. De plus, ils aiment avoir le contrôle de leurs expériences multimédia. Ils veulent faire ce qu'ils veulent, quand ils le veulent et à leur façon. Les enfants sont aussi très honnêtes et peuvent nous donner leur opinion sur ce qu'ils aiment ou n'aiment pas, sur ce qui est facile à apprendre, ils peuvent aussi nous donner des idées de conception. Les enfants sont aussi caractérisés par leur curiosité : ils adorent l'exploration et faire des découvertes (Druin, 1996).

2.3 Analyse des activités des enfants

2.3.1 Critères de choix des activités pédagogiques

Le programme d'éducation préscolaire du Ministère de l'Éducation du Québec (1997) a établi des critères de choix des activités pédagogiques afin de tenir compte du développement de l'enfant. Ces critères tiennent compte des besoins des enfants et doivent être pris en compte lors de la conception du prototype. Il s'agit des critères suivants :

- répondre à un principe de plaisir pour l'enfant ;
- être issues des centres d'intérêts des enfants ou alors être susceptibles de les intéresser puisqu'il y a place pour la nouveauté ; les activités doivent aiguiser la curiosité de l'enfant ;
- amener l'enfant à faire des choix, à constater et à évaluer les conséquences de ses choix ;
- conduire à une prise en charge réelle et graduelle de la part de l'enfant, tant du point de vue de la planification que de l'organisation, de l'exécution et de l'évaluation ;
- se fonder sur le concret et le réel (manipulation concrète, résolution de problèmes réels) ;
- permettre à tous les enfants de réussir, la réussite de l'un n'étant pas forcément celle de l'autre ;
- amener l'enfant à confronter des situations de sa vie personnelle ;
- permettre à l'enfant de participer véritablement à la gestion de la classe en le mettant à contribution dans l'élaboration, l'application, l'évaluation ou la modification des consignes ou des règles de vie de la classe.

2.3.2 Les activités effectuées par les élèves

La connaissance des activités traditionnelles d'écriture proposées aux élèves en classe nous permet d'identifier les plus pertinents, à intégrer dans le logiciel, pour chaque niveau d'apprentissage de la calligraphie.

Voici une liste d'activités effectuées dans les classes que nous avons visitées, ou proposées dans le matériel pédagogique que nous avons examiné:

Tableau 2.2 : Activités des élèves

Niveau scolaire	Activités
maternelle	• Dessin libre • Exercices préparatoires à l'écriture donnés aux enfants afin de les aider à former certaines lettres telles que m, n, u, e et les lettres cursives en général (voir figure 2.1). • Comptines pour nommer les lettres et ensuite les écrire. • Exécution de grands mouvements dans l'espace ou au tableau, dans le sable ou dans la neige pour que l'enfant réalise bien le tracé de la lettre.
1re année	• Afficher une phrase sans majuscule et sans point et demander à l'élève d'aller ajouter la majuscule et le point (valable aussi pour la lecture).
2e année	• Faire copier une série de lettres du script au cursif.
Maternelle et 1re année	• Afficher des mots avec une ou plusieurs lettres manquantes et demander à l'élève de compléter les mots (valable pour la lecture et l'écriture). • Afficher un mot avec un dessin associé et demander à l'élève d'écrire le mot et de colorier le dessin. • Présenter un caractère, l'effacer et demander de le retracer.
maternelle 1re et 2e année	• Faire copier une série de lettres.
1re et 2e année	• Faire copier des syllabes où on retrouve quelques lettres que l'enfant vient d'apprendre, puis des mots, et enfin des phrases.

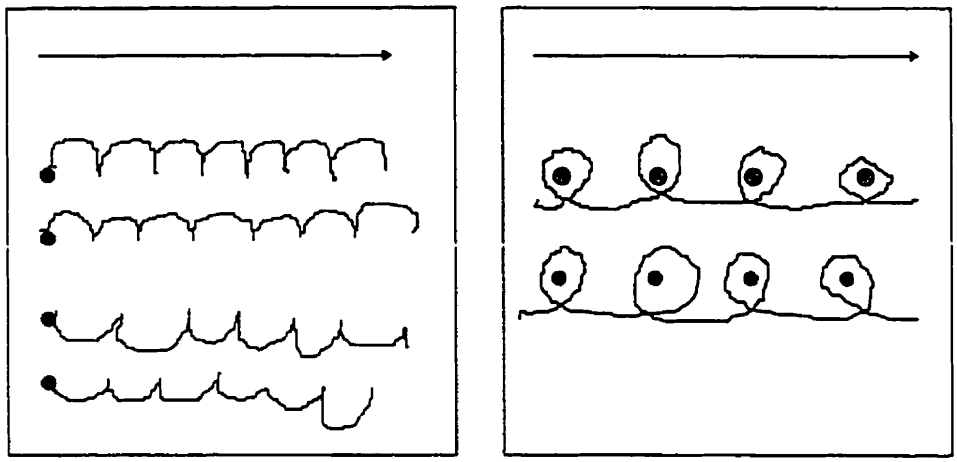


Figure 2.1 : Exemples d'exercices préparatoires à l'écriture

L'analyse des activités des enfants, de même que les informations recueillies lors de l'analyse du domaine de l'enseignement nous ont permis d'établir des listes de fonctionnalités pour Scriptôt. La prochaine section présente ces fonctionnalités.

2.3.3 Fonctionnalités de Scriptôt associées aux activités des élèves

Après avoir analysé le programme du Ministère de l'Éducation du Québec, le matériel pédagogique, les activités faites par les enfants dans les classes et après avoir parlé aux enseignantes, nous avons été en mesure de sélectionner certains exercices pour le logiciel. Nous avons établi une liste préliminaire que nous avons par la suite validée et modifiée avec toute l'équipe de conception. Voici cette liste :

- dessin libre ;
- dessin dirigé ;
- comptines ;
- l'élève écrit son nom en cliquant sur les lettres (il est ensuite possible de lui demander de l'écrire avec le crayon) ;
- faire retracer des lettres avec la couleur au choix de l'élève ;
- tracer une lettre donnée en faisant un suivi de cible ;
- retrouver une lettre donnée dans des mots ;
- afficher des mots dans lesquels une ou plusieurs lettres sont absentes et demander à l'élève de compléter les mots ;

- afficher un mot avec un dessin associé et demander à l'élève d'écrire le mot et de colorier le dessin.

Aussi, à partir des comportements observés des élèves, nous avons pu établir certaines fonctionnalités du logiciel. Le tableau 2.3 présente ces fonctionnalités.

Tableau 2.3 : Fonctionnalités identifiées à partir des comportements des élèves

Comportements observés	Fonctionnalités
Les enfants écrivent avec le crayon de leur choix.	Donner le choix de la couleur du crayon ; Donner le choix de la largeur du tracé.
Les enfants effacent très souvent.	Permettre à l'élève d'effacer ses lettres.
Les élèves ont une période d'auto-évaluation. Lorsque leur lettre est terminée, ils vont la regarder et décider si elle est correcte ou s'ils doivent la recommencer.	Permettre à l'élève de choisir le moment où il se fera corriger.
Les élèves ont toujours une feuille de modèle de lettres à leur disposition ou bien ils peuvent consulter les modèles affichés au mur.	Mettre les modèles de lettres à la disposition des élèves.

De plus, nous pouvons déjà déterminer le type de réglures qui est nécessaire pour chacun des niveaux :

Tableau 2.4 : Fonctionnalités pour les réglures

Comportements	Fonctionnalités
• les élèves de maternelle écrivent sur des feuilles sans lignes ou à l'intérieur de très grandes réglures ; • les élèves de 1re année écrivent à l'intérieur des réglures avec pointillés et • les élèves de 2e année écrivent à l'intérieur de réglures sans pointillés.	Donner le choix du type de réglures : 1. sans réglures 2. réglures très grandes 3. réglures moyennes et petites avec pointillés 4. réglures petites sans pointillés Selon l'exercice et son niveau de difficulté, on choisit une réglure par défaut et on donne le choix à l'élève de quelques réglures. Par exemple, pour un exercice au niveau de la maternelle, on donne le choix entre les points 1 et 2.

2.4 Analyse des besoins et attentes des enseignants

2.4.1 Caractéristiques des enseignants

Au Canada, 85 % des enseignants du primaire sont des femmes, soit nettement plus que la moyenne de 45 % dans l'ensemble des professions. 18.9 % des enseignants sont âgés de 29 ans et moins (site web du développement des ressources humaines Canada).

D'après nos discussions avec les enseignantes, la majorité d'entres elles ont peu de connaissances en informatique et sont en général peu à l'aise avec les nouvelles technologies malgré les différences individuelles.

Les enseignantes que nous avons rencontrées sont toutes de langue française et ont toutes un baccalauréat en enseignement. Certaines sont spécialisées en orthopédagogie. Leur expérience professionnelle varient de une à plusieurs années d'enseignement.

2.4.2 Tâche globale de l'enseignant

Les enseignants des écoles primaires sont appelés à exercer les fonctions suivantes (site web du développement des ressources humaines Canada) :

- préparer la matière à enseigner et la présenter aux élèves conformément à un programme approuvé ;
- enseigner aux élèves selon un plan méthodique comprenant des cours magistraux, des discussions, des présentations audiovisuelles et des sorties éducatives ;
- diriger les élèves dans des activités propices à leur développement physique, psychologique et social et à leur maturité scolaire ;
- indiquer aux élèves les devoirs à faire et les corriger ;
- préparer, administrer et corriger les contrôles ;
- évaluer les progrès des élèves et en discuter avec ceux-ci ainsi qu'avec leurs parents et les autorités scolaires ;
- participer aux réunions du personnel, aux conférences éducatives et aux ateliers de formation destinés aux professeurs.

Nous allons maintenant présenter les méthodes d'enseignement de l'écriture manuscrite.

2.4.3 Méthodes d'enseignement de l'écriture manuscrite

L'enseignement de l'écriture manuscrite est lié à celui de la lecture à l'école. C'est pourquoi il est important de connaître les principales méthodes d'enseignement de la lecture. Il existe plusieurs méthodes d'enseignement de la lecture (site web du DAF : Recherches en didactique et acquisition du français langue maternelle) :

Méthode globale

Méthode d'enseignement de la lecture qui se base sur la reconnaissance globale de phrases ou de mots, pour ensuite passer aux parties de la phrase et du mot (syllabes, lettres). On l'appelle aussi la méthode analytique ou la méthode idéo-visuelle.

Par exemple, en 1re année, pour indiquer à l'élève le sens du tracé de l'écriture script, l'enseignant peut, à partir d'une phrase déjà lue ou formulée oralement par le groupe, reproduire

cette phrase sur le tableau et faire observer la lettre qu'il désire faire reproduire. Ainsi, on montre la phrase d'abord, puis le caractère.

Méthode synthétique

Méthode d'enseignement de la lecture qui engage l'apprentissage de la lecture à partir de l'identification des sons ou des lettres, puis qui aborde les syllabes, ensuite les mots, les phrases, le paragraphe et le texte.

Méthode graphémique

Méthode synthétique d'enseignement de la lecture qui préconise d'abord l'identification des lettres ou graphèmes (par exemple « ch » en français), puis la reconnaissance de leurs combinaisons en syllabes et en mots. On l'appelle aussi la méthode alphabétique.

Par exemple au début, faire reproduire des lettres séparément par l'élève et dès que possible les faire regrouper pour écrire :

- des mots courts, pris dans l'environnement de l'élève (papa, maman, le nom des amis, bonjour, midi, etc.) ;
- des phrases simples se rapprochant le plus possible du langage oral de l'élève et évoquant des événements qui lui sont quotidiens : une invitation, un souhait, etc.

Méthode phonétique

Méthode synthétique d'enseignement de la lecture qui préconise d'identifier d'abord le phonème puis de l'associer au(x) lettres(s) ou graphème(s) qui le représente(nt).

Méthode syllabique

Méthode synthétique d'enseignement de la lecture dont l'unité initiale d'apprentissage est la syllabe plutôt que la lettre ou le phonème.

Les enseignants utilisent une combinaison de plusieurs de ces méthodes. Cependant, certaines enseignants ont mentionné que la méthode graphémique est la plus utilisée car elle apporte de meilleurs résultats. Elle est plus rapide et plus facile pour les enfants.

2.4.3.1 Chronologie de l'enseignement

Lorsque l'on forme l'enfant à la formation à l'écriture manuscrite, l'enseignant a toute la latitude voulue en ce qui concerne l'ordre et le contenu des leçons. Ainsi, il peut enseigner les lettres dans l'ordre de son choix. Cependant, lors du passage du script au cursif, deux critères peuvent guider la présentation des lettres à l'élève, soit la fréquence d'utilisation des lettres et leur ressemblance de formes ou de tracés de base (Ministère de l'Éducation du Québec, 1995). Le critère de fréquence guide alors vers la présentation des voyelles : a, e, i, o, u, y et des consonnes : l, b, n, m. Le critère de ressemblance des lettres s'appuie sur le fait que le tracé de base de certaines lettres est semblable. Par exemple, le a se retrouve dans d, q et g. Le i s'apparente au u et au j. Le o réapparaît en bonne partie dans : c, g, q et a. Le l rappelle b, h, k et f (le tout en cursif). Certains enseignants ont aussi spécifié que les lettres les plus difficiles sont enseignées en dernier, lorsque les élèves ont plus de dextérité. Même si on peut classer certaines lettres comme étant plus difficiles, telles que le z, le s et le r cursif, le critère de difficulté reste plus subjectif et difficile à cerner.

Outre la chronologie de l'enseignement des lettres, plusieurs enseignantes ont mentionné qu'il est important de toujours présenter un contexte où l'élève écrit un mot signifiant et non pas une lettre isolée. Cependant, nous avons pu observer dans la plupart des classes, des cahiers d'exercices de copie de lettres isolées. Le contexte est donc présenté par l'enseignant, avant que l'élève s'exerce à copier les lettres.

En conclusion, afin de répondre aux besoins des enseignantes, Scriptôt doit permettre de procéder dans n'importe quel ordre voulu pour l'enseignement de l'écriture manuscrite. Nous allons maintenant présenter de façon plus détaillée l'analyse de la tâche de correction et de retour d'information par l'enseignant.

2.5 Analyse de la tâche de correction et de retour d'information par l'enseignante

La correction du travail de l'élève et le retour d'information à ce dernier sont les raisons d'être de Scriptôt. En effet, sans correction et sans retour d'information, le système est beaucoup moins intéressant pour l'apprentissage de l'écriture manuscrite. C'est pourquoi nous nous sommes attardées plus longuement sur la façon dont les enseignantes procédaient pour exécuter ces tâches.

Comme il n'y a pas d'apprentissage formel de l'écriture en maternelle, l'analyse de la tâche de correction a été faite pour les niveaux de 1re et 2e année. Cependant, on sait, suite aux visites dans les écoles, que la correction des exercices des élèves de maternelle est un sous-ensemble de celle que l'on fait en 1re année. Les enseignantes de maternelle veulent que l'outil puisse vérifier si dans le tracé de la lettre, l'enfant a respecté le ductus de même que le modèle à reproduire, tandis que le respect des réglures est moins important.

2.5.1 Méthodologie

La collecte de données s'est faite par entrevues semi-structurées auprès de quatre enseignantes (deux de 1re année et deux de 2e année) qui ont été rencontrées de façon individuelle. Ce type d'entrevue a été préféré car la correction est une tâche personnelle à chaque enseignante. Les entrevues se sont déroulées dans trois écoles différentes. L'approche a été de rencontrer tout d'abord une 1re enseignante, d'analyser cette 1re entrevue, puis de rencontrer une 2e enseignante, d'analyser les résultats de cette 2e entrevue et ainsi de suite. De cette façon, chaque entrevue profite de l'entrevue précédente, les entrevues devenant ainsi de plus en plus riches en information. Nous avons utilisé un magnétophone pour enregistrer les quatre entrevues. Chaque entrevue s'est déroulée dans la classe de l'enseignante, pendant une période libre. De cette façon, nous avions accès aux cahiers des élèves, aux modèles de lettres utilisés dans la classe, ainsi qu'à des copies d'examens et dans certains cas, aux grilles de correction. Certaines entrevues ont donné lieu à des études de cas : certaines copies de travaux de calligraphie d'élèves ont été étudiées, afin de voir explicitement de quelle façon l'enseignante corrige, quels types de fautes

peuvent faire perdre des points aux élèves et quelles erreurs peuvent leur valoir des avertissements. Les entrevues ont duré de 25 à 35 minutes chacune.

Plusieurs questions ont été formulées comme préparation à l'entrevue :

- Quels sont les différents types d'exercices à évaluer ?
- Quels sont les critères d'évaluation ?
- Y a-t-il des critères plus importants que d'autres ?
- Est-ce que vous corrigez tous les critères à la fois (et en tout temps) ?
- Est-ce que les traits de personnalité de l'enfant entrent en ligne de compte lors de la correction ?
- Est-ce qu'il y a des exercices particuliers pour des critères particuliers ?
- De quelle façon notez-vous les erreurs (encercler, souligner) ?
- Quel genre de retour d'information donnez-vous à l'élève ?
- Comment attribuez-vous la note à l'élève ?

Durant les trois dernières entrevues, nous avons étudié les "traces de travail" de l'enseignante, à partir des cahiers de calligraphie des élèves qui étaient commentés et corrigés en plusieurs endroits. Cela a permis de valider et de compléter l'information que les enseignantes ont apportée en répondant aux questions. Par exemple, une enseignante a dit qu'elle indiquait les erreurs de calligraphie en soulignant le mot et en retraçant la lettre au-dessus ou en dessous de la lettre en erreur. L'observation des "traces de travail" a permis de constater qu'elle soulignait effectivement les lettres, mais que généralement, elle retraçait plutôt sur la lettre en erreur.

De plus, même si plusieurs exemples d'erreurs de calligraphie pouvaient être trouvées dans les cahiers des élèves, l'interviewer a construit quelques scénarios d'erreurs des élèves afin de valider certaines réponses données par les enseignantes. Par exemple, la première enseignante rencontrée disait « ne pas être sévère » sur les levées de crayon. Afin de lui faire préciser sa pensée, nous avons écrit un mot avec des levées de crayon visibles et l'enseignante devait identifier les points à corriger et les commentaires qu'elle donnerait à l'enfant.

2.5.2 Les critères de correction

Le logiciel vise à évaluer automatiquement la qualité globale d'une écriture en intégrant tous le aspects liés à celle-ci. Lors des entrevues, nous avons observé que les enseignantes évaluent la calligraphie selon plusieurs critères. Voici trois grands critères d'évaluation que l'on peut décomposer par la suite :

- vérification de l'espace entre les mots ;
- vérification de l'espace entre les lettres ;
- vérification de la formation des lettres.

La tableau 2.5 présente ces critères d'évaluation ainsi que les sous-tâches qui y sont associées. Chaque point sera détaillé par la suite. Les tâches précédées d'une astérisque sont facultatives. Ce n'est pas toutes les enseignantes qui accomplissent ces tâches et une enseignante ne fait pas nécessairement ces tâches à chaque correction.

Les critères de correction de la calligraphie diffèrent d'une enseignante à l'autre et de plus, certains enseignantes accordent beaucoup d'importance à certains critères alors que d'autres non. Les critères sont à peu près les mêmes en 1re et en 2e année, comme nous allons le voir maintenant.

Tableau 2.5 : Grands critères d'évaluation correction de la calligraphie et leurs sous-tâches associées

Grands critères d'évaluation	Sous-tâches
Espace entre les mots	Voir détails au point 2.5.2.1
Espace entre les lettres	Voir détails au point 2.5.2.2
Formation de chaque lettre	1) Vérifier si c'est la bonne lettre (confusion b/d, p/q) 2) * Vérifier les levées de crayon 3) Vérifier si la lettre est complète (fermée, accents, points sur i, j) 4) * Vérifier le ductus a) Point de départ b) Sens du tracé c) Ordre de tracé des composantes de la lettre d) Répétition de tracé (comme dans p) e) Sortie de la lettre 5) Vérifier la propreté 6) Vérifier le respect des réglures 7) * Vérifier la largeur de la lettre (m, w) 8) * Vérifier la pente de la lettre (script) Voir détails au point 2.5.2.3
Donner un retour d'information global	Voir détails au point 2.5.5

La calligraphie peut être évaluée dans deux contextes différents. En général, les enseignantes font une évaluation non pondérée dans le cadre d'exercices de pratique. Ces exercices se font souvent dans les cahiers de calligraphie où l'enfant apprend tout d'abord à tracer les lettres et ensuite les mots et les phrases. Certaines enseignantes vont aussi évaluer systématiquement la calligraphie par des tests de reproduction de messages. C'est alors une préparation à l'écriture. Un exemple de test de reproduction d'un message est présenté à l'annexe I (cher Mémo). Une

autre forme d'évaluation est faite dans le contexte d'exercice d'écriture, c'est-à-dire de composition de textes. Ces exercices d'écriture peuvent être pondérés ou non. Lors de l'évaluation de l'écriture, une partie de la pondération est accordée à la calligraphie. Deux grilles d'évaluation sont présentées en annexe II. La première est la grille de correction de reproduction d'un message utilisée dans les classes de 1re année d'une école primaire. La 2e est la grille de correction de l'écriture pour l'examen final de 1re année. On peut constater que la correction de la calligraphie représente 12 % des points dans cette grille et que deux critères sont vérifiés, soit l'espace entre les mots et la formation des lettres. Les mêmes critères se retrouvent dans la première grille. Cependant, le critère de formation des lettres n'est pas détaillé. L'enseignante a donc assez de latitude sur ce point. Dans la grille de correction de tracé des lettres, 24 % des points sont accordés aux tracés des lettres et 12 % à l'espace entre les mots.

Il est à noter que lorsque les enfants apprennent à écrire, ils doivent aussi porter une attention particulière à la tenue de leur crayon, à leur posture ainsi qu'à la position de leur feuille. Cependant, ces aspects ne concernent pas la correction de la calligraphie comme tel, ils ne seront donc pas discutés dans l'analyse de tâche.

De plus, un critère qui nous paraît important, la vitesse du tracé, n'est pas vraiment évalué. Selon les enseignants, ce sont souvent les élèves perfectionnistes qui écrivent très lentement. Ils font donc, en général, de belles lettres.

Nous allons maintenant voir les détails de chaque critère de correction.

2.5.2.1 Vérification de l'espace entre les mots

Les quatre enseignantes rencontrées accordent une grande importance à ce critère, car l'enfant doit bien comprendre le concept de mots et de phrases. Les enseignantes montrent aux enfants à placer un doigt entre chaque mot même lorsque le mot est une lettre apostrophée. En examinant le test que les élèves de 1re année devaient passer à une école primaire (voir annexe I), l'espacement entre les mots du modèle varie entre 0,8 cm et 1,7 cm. Un espace trop grand est moins grave qu'un espace trop petit car dans ce dernier cas, les deux mots paraissent n'en faire

qu'un seul. Certaines enseignantes de 1re année vérifient ce critère en regardant si chaque mot est vis-à-vis le modèle lors de la copie d'une phrase.

La plupart des enseignantes semblent corriger ce critère de la façon suivante: si l'espace est trop grand entre les mots, elles font une liaison reliant les deux mots. Si, au contraire, l'espace est trop petit, elles tracent une barre oblique pour séparer les mots.

2.5.2.2 Vérification de l'espace entre les lettres

Ce critère ne s'applique que pour l'écriture script, afin que les élèves comprennent les concepts de mots et de phrases. Règle générale, les enseignantes font un commentaire si l'espace entre deux lettres d'un même mot est tellement grand que l'on pourrait penser qu'il s'agit de deux mots différents. D'après le test de reproduction de message présenté en annexe I (cher Mémo), l'espace entre les lettres peut varier de 0,5 mm à 4 mm. Cependant, ce critère n'a pas la même importance pour toutes les enseignantes. Certaines enseignantes, par exemple, permettent que les lettres d'un même mot soient collées.

2.5.2.3 Vérification de la formation des lettres

La formation des lettres peut être évaluée selon plusieurs critères. Les enseignantes ont chacune leur liste de critères, qui varie selon leurs exigences personnelles, les habitudes de leur école, etc. Plusieurs critères de correction de la formation de la lettre ont été relevés lors des rencontres avec les enseignantes.

Certains critères sont ressortis à chaque rencontre :

- vérification que la lettre copiée est la bonne ;
- vérification que la lettre est complète ;
- vérification de la propreté ;
- vérification que la lettre touche aux réglures aux bons endroits.

D'autres critères ne sont pas évalués par toutes les enseignantes :

- vérification du respect du ductus ;

- vérification des levées de crayon ;
- vérification de la largeur de la lettre ;
- vérification de la pente de la lettre.

Nous allons maintenant détailler chacun des critères de correction en commençant par les critères évalués par toutes les enseignantes rencontrées.

Bonne lettre

Le tout premier critère de toutes les enseignantes est de vérifier si la lettre copiée est la bonne. Les élèves confondent certaines lettres comme le b et le d, le p et le q ou même les lettres majuscules et les minuscules. Les enseignantes corrigent souvent cette erreur en réécrivant sur la lettre en erreur et en ajoutant une petite note pour aider l'enfant à bien faire la distinction entre les deux lettres.

Lettre complète

Une lettre est complète si l'élève a bien tracé tous les éléments qui la composent tel que l'indique le modèle. Les lettres les plus souvent incomplètes sont les lettres accentuées. Les élèves peuvent aussi oublier les points sur les i et les j et les barres sur les t. Ils peuvent aussi, surtout en 1re année, éprouver des difficultés avec la fermeture des lettres rondes (a, b, d, e, g, o, p et q). Cependant, toutes les enseignantes n'accordent pas le même niveau d'importance à ce critère. Certaines vont enlever des points à un élève seulement si sa lettre est tellement ouverte qu'elle peut être confondue avec une autre, comme un o pour un u. D'autres enseignantes exigent, quant à elles, que les lettres soient bien fermées. Les lettres incomplètes sont souvent complétées par le professeur lors de la correction.

Propreté

La propreté est un critère vérifié par toutes les enseignantes rencontrées. Lorsque l'enfant ne fait pas correctement sa lettre, il doit l'effacer et la retracer par la suite. S'il repasse par-dessus au lieu de l'effacer, sa copie devient moins propre et il peut perdre des points. Si l'élève a écrit avec beaucoup de pression et qu'il efface une partie de sa copie, il aura aussi une feuille moins propre. Les enseignantes font des exercices avec les élèves pour leur montrer à se détendre lorsqu'ils

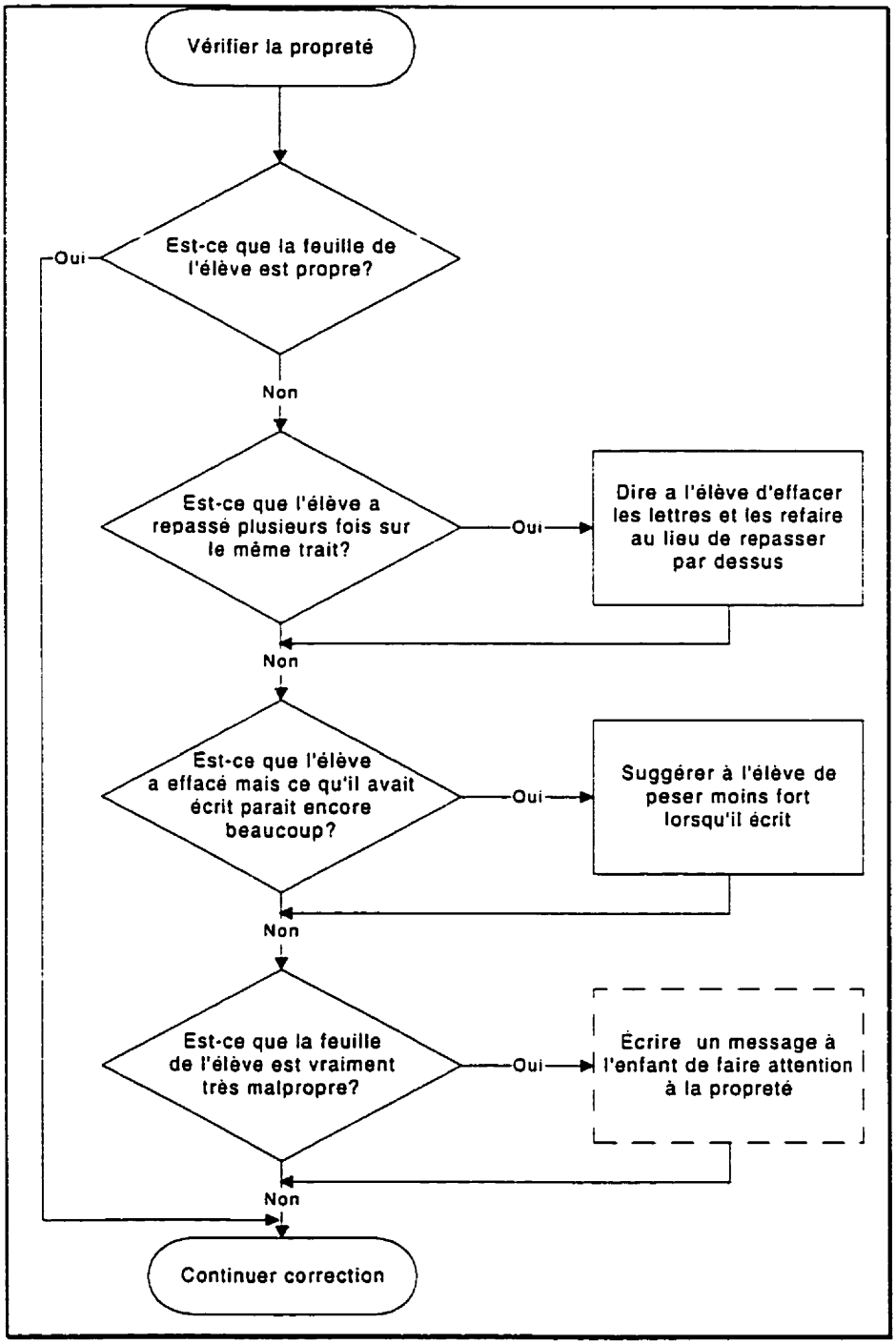
écrivent, de façon à appliquer moins de pression sur leur feuille. La figure 2.2 présente les étapes de cette tâche sous la forme d'un ordinogramme.

La lettre touche aux réglures (régularité)

La lettre doit toucher aux réglures aux bons endroits. Ce critère n'a pas le même degré d'importance pour toutes les enseignantes. Par exemple, certaines enseignantes accordent autant d'importance à ce critère qu'à l'apprentissage du sens du tracé, alors que d'autres croient que ce critère ne doit être évalué que lorsque la formation de la lettre est bien apprise. Si une lettre ne répond pas au critère de régularité, les enseignantes vont corriger l'erreur et apporter un retour d'information approprié (voir la section du retour d'information 2.5.5). Parfois, elles vont demander à l'élève de retracer la lettre en erreur.

Largeur de la lettre

En plus de vérifier la régularité des lettres en hauteur, certaines enseignantes exigent que les lettres aient la bonne largeur. Il semble que certains enfants aient de la difficulté avec ce critère au début, surtout avec les lettres comme le "m" et le "w". Certaines enseignantes demandent aux élèves de ne pas trop étirer leurs lettres. Le critère utilisé pour juger la largeur d'une lettre est cependant très subjectif et difficile à cerner. Cependant, avec l'habitude, les enfants apprennent très vite à ne pas trop étirer leurs lettres.



* Les pointillés indiquent une tâche facultative

Figure 2.2 : Étapes de la tâche "Vérifier la propreté"

Respect du ductus

Le respect du ductus est, selon toutes les enseignantes, l'habileté la plus difficile à acquérir pour les enfants. On accorde de l'importance à ce critère, en écriture script, afin de faciliter le passage de l'écriture script à l'écriture cursive. Ici on doit vérifier : le point de départ de la lettre, le sens du tracé, l'ordre de tracé des composantes de la lettre, la répétition de tracé (par exemple, dans le p) et la sortie de la lettre. Les enseignantes sont d'accord pour dire que l'enfant peut faire le bon tracé lorsqu'il est devant elles mais que lorsqu'il est seul, il reprend ses habitudes. C'est pour cette raison que certaines enseignantes n'accordent pas tellement d'importance à ce critère. L'essentiel, c'est que la lettre ressemble au modèle statique. D'autres enseignantes exigent, quant à elles, le bon sens du tracé et même, certaines d'entre elles considèrent ce critère comme étant le plus important lors de la correction de la calligraphie.

Certaines enseignantes laissent des alternatives pour certaines lettres. Par exemple, pour le b minuscule, le modèle prescrit par le Ministère de l'Éducation est tel qu'illustré à la figure 2.3-a. Par contre, certains élèves font leur b tel qu'illustré à la figure 2.3-b, et toutes les enseignantes ne vont pas considérer cela comme une erreur.

Un deuxième cas est celui du e minuscule cursif. Le modèle prescrit par le Ministère de l'Éducation est tel qu'illustré à la figure 2.3-c. Cependant, quelques élèves ont de la difficulté à faire ce type de e. Certaines enseignantes suggèrent alors de faire le e tel qu'illustré à la figure 2.3-d.

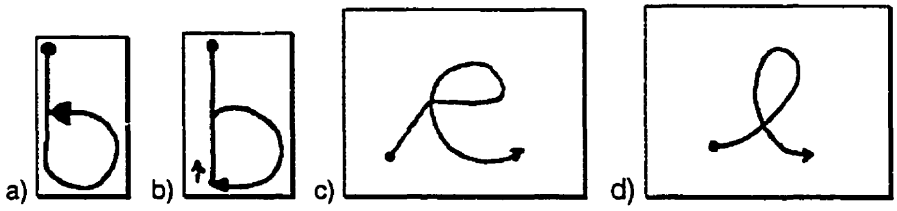


Figure 2.3 : a) Modèle du Ministère pour le b script b) Alternative pour de b script c) Modèle du Ministère pour le e cursif d) Alternative pour le e cursif

D'autres enseignantes de 2e année vérifient seulement le ductus des lettres qui sont plus difficiles à lier, telles que le a, g ou d car ces lettres ont une liaison par collage, c'est-à-dire que le point de départ de la lettre n'arrive pas toujours au même endroit que la sortie de la lettre précédente. L'élève doit donc repasser sur le même trait deux fois et certains élèves ont de la difficulté à le faire.

Levées de crayon

Le critère de levées de crayon concerne l'écriture cursive. En écriture cursive, il ne doit pas y avoir de levée de crayon (sauf pour i, j et t). Au début de leur apprentissage, certains élèves vont tracer des lettres cursives mais en levant le crayon entre chaque lettre.

Pente de la lettre

La pente d'une lettre est son degré d'inclinaison vers la droite ou la gauche par rapport à une droite verticale. Certaines enseignantes exigent que les lettres script soient droites, alors que d'autres n'évaluent pas systématiquement ce critère car en général, lorsque les élèves deviennent plus habiles, ils apprennent à faire leurs lettres droites d'eux-mêmes. Au contraire, en écriture cursive, ce critère prend souvent moins d'importance qu'en écriture script, ce sont les élèves qui ont beaucoup de facilité en calligraphie qui ont une écriture penchée.

2.5.3 Critères adaptatifs

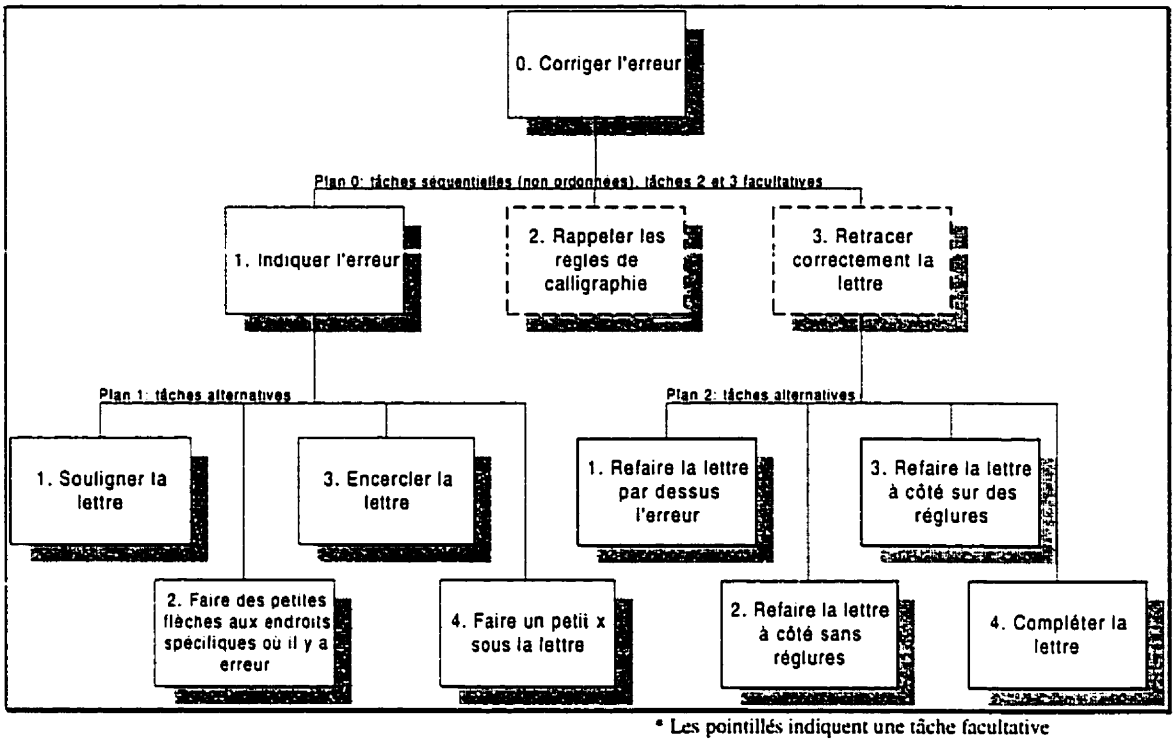
Les barèmes de correction des enseignantes ne s'appliquent pas toujours de la même façon pour tous les élèves. Trois enseignantes sur quatre ont précisé qu'elles n'avaient pas exactement les mêmes critères pour tous les élèves. Ce n'est pas un manque d'objectivité mais plutôt un moyen d'aider certains élèves à ne pas se décourager. Donc, certaines enseignantes sont moins sévères avec les élèves en difficulté lors des exercices. Elles vont souligner moins d'erreurs, faire des commentaires encourageants et le nombre de lettres à copier sera moins grand que pour un élève qui a de la facilité. Cependant, pour le bulletin, les critères sont les mêmes.

2.5.4 Stratégie des enseignantes pour encourager les élèves

Est-il approprié d'indiquer à l'enfant plusieurs erreurs à corriger en même temps ou une seule erreur à la fois ? Règle générale, les enseignantes affirment que cela dépend de la facilité qu'a l'élève en calligraphie. Pour les élèves qui ont plus de difficulté, il vaut mieux donner une erreur à corriger à la fois, afin qu'ils retiennent les défauts à corriger. Il est aussi possible de donner des exercices qui leur font travailler des erreurs en particulier. Par exemple, à un élève qui écrit des lettres qui dépassent souvent les réglures, on peut demander de se concentrer sur les lettres "qui débordent", en laissant tomber les autres critères. Une fois que ce critère est satisfait, on peut passer à un 2e critère, un troisième, etc., afin qu'il ne se décourage pas. Cependant, les enfants qui ont beaucoup de facilité peuvent accepter plusieurs critères de correction à la fois.

2.5.5 Le retour d'information

Lorsque l'enseignante corrige un exercice de calligraphie, elle donne un retour d'information local, en pointant directement les lettres en défaut et un retour d'information global, en indiquant les points à améliorer en général qu'elle complète souvent par des messages d'encouragement. La figure 2.4 présente le diagramme hiérarchique de la tâche de correction d'une lettre en erreur.



* Les pointillés indiquent une tâche facultative

Figure 2.4 : Diagramme hiérarchique de la tâche de correction d'une lettre en erreur

Retour d'information local

Le retour d'information local porte sur les critères de correction vus précédemment. Lorsqu'il y a des erreurs sur une lettre, les enseignantes peuvent l'indiquer de différentes façon à l'enfant :

- encercler l'erreur
- tracer d'autres réglures et redessiner la lettre
- pointer les erreurs avec des flèches
- souligner la lettre fautive
- tracer des petits "x" sous les erreurs
- réécrire la lettre, soit au-dessus, en dessous ou sur la lettre erronée
- écrire de petites notes pour rappeler à l'enfant certaines règles de calligraphie ; par exemple, si l'enfant confond le m et le n, on peut écrire :
    - m → 3 pattes
    - n → 2 pattes
- compléter les lettres incomplètes ; par exemple, ajouter les accents sur les e, a, o et les points sur les i.

Retour d'information global

Le retour d'information global peut se faire sous diverses formes selon les enseignantes : sous forme orale, sous forme écrite ou sous forme de récompenses telles que des collants et des étampes. Les messages écrits sont très courts et généralement positifs ; voici des exemples de messages :

- Bravo champion !
- Super !
- Ne lâche pas
- Continue
- C'est très beau
- C'est propre
- Tu as fait de gros efforts
- Tu deviens meilleur
- Bravo pour tes efforts
- Bravo
- C'est mieux
- Tu as fait du progrès

Les enseignantes vont parfois écrire le(s) point(s) à améliorer sur la copie de l'enfant, surtout si l'erreur est flagrante. Par exemple, pour la malpropreté on peut écrire : "Attention à la propreté"; pour un travail moins bien : "Tu peux t'améliorer".

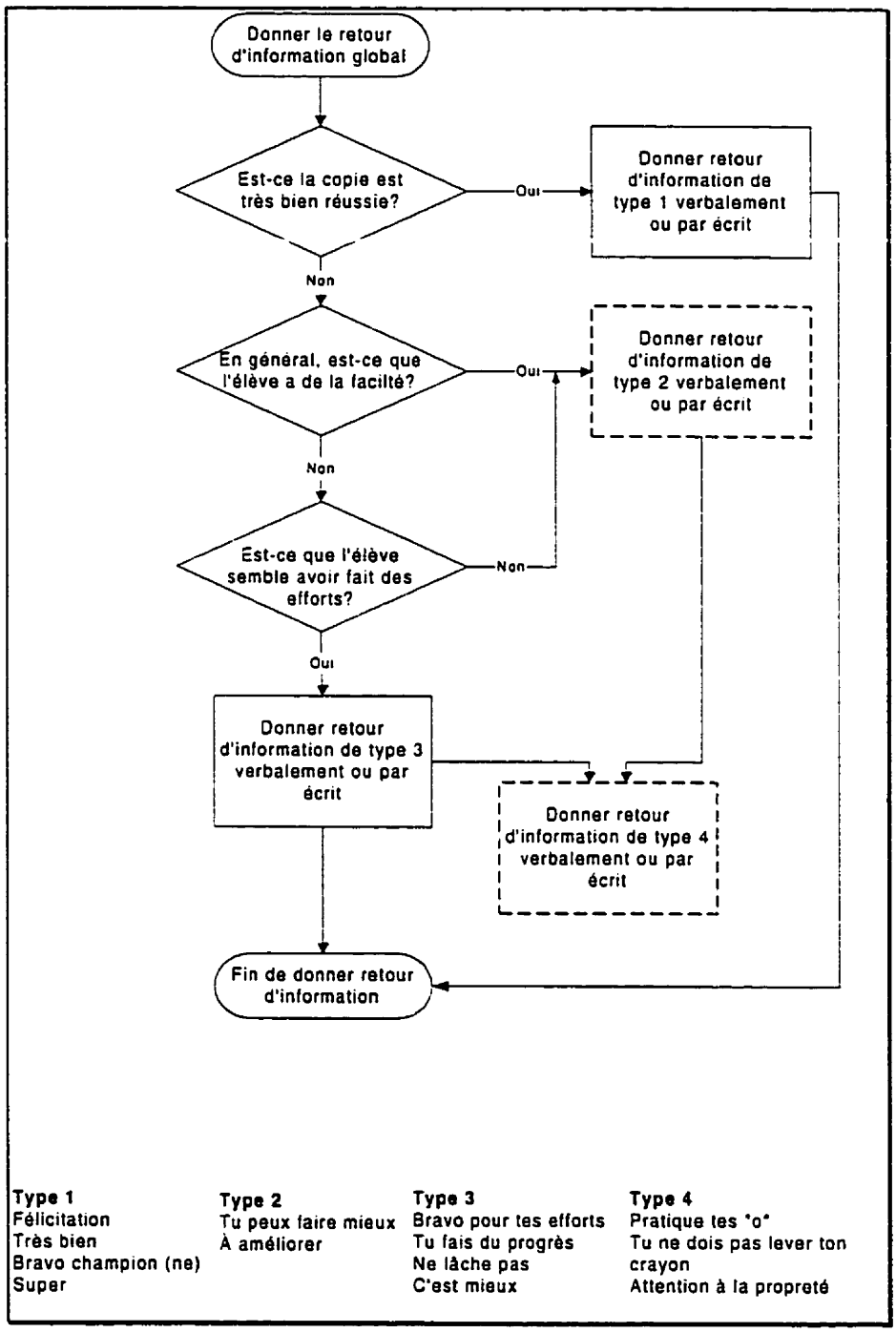
En 1re année, plusieurs enseignantes utilisent des estampes sur lesquelles on retrouve de très courts messages ainsi qu'un petit dessin représentant le message. Par exemple, un petit visage souriant avec le message "Bravo !". Comme les enfants ne sont pas encore très familiers avec la lecture, il est approprié d'avoir des images associés aux messages. Certaines enseignantes n'utilisent pas ce type de récompenses sauf si les enfants en font la demande. Elles misent plutôt sur la motivation intrinsèque des enfants qui sont satisfaits de leur bon travail, plutôt que sur la motivation externe.

En 2e année, les messages écrits plus longs sont plus fréquents car les enfants savent lire. Ainsi, les enseignantes peuvent écrire des conseils aux élèves lorsqu'ils ont des difficultés. Ces messages peuvent même être écrits en cursif afin de les habituer à lire l'écriture cursive. Lorsque l'élève va chercher son cahier, l'enseignante lui lit le message qui peut être par exemple: "Pratique tes o" ou "Tu ne dois pas lever ton crayon". La figure 2.5 présente les étapes de cette tâche sous la forme d'un ordinogramme.

Le choix du retour d'information dépend de la qualité de la calligraphie de l'exercice particulier et peut dépendre aussi de la personnalité de l'enfant et de ses capacités en calligraphie en général. Comme mentionné dans la section des critères adaptatifs, les élèves ayant plus de difficulté auront besoin de plus d'encouragements que les autres. Lors des examens, le retour d'information dépend du nombre d'erreurs que l'enfant fait. La grille de correction présentée en annexe II possède une échelle descriptive divisée en quatre sections. Cette grille peut aider l'enseignante à donner le retour d'information approprié. Par exemple, si l'élève a quelques erreurs (trois à cinq erreurs) dans la catégorie "Espaces entre les mots", l'enseignante peut écrire ou dire à l'enfant de faire attention à l'espace entre ses mots. Cette échelle est très stricte et certaines enseignantes disent plutôt se fier à la moyenne de la classe pour fixer les notes des élèves.

2.5.6 Fonctionnalités de correction et de retours d'information du logiciel

Suite à l'analyse de tâche de correction de l'enseignante, on peut maintenant définir certaines fonctionnalités de correction du logiciel Scriptôt. Les critères que toutes les enseignantes utilisent doivent certainement être présents dans le logiciel. De plus, les critères que certaines enseignantes seulement utilisent doivent pouvoir être désactivés. Finalement, les retours d'information locaux et globaux doivent être possibles et pouvoir être personnalisés pour chaque enseignante.



* Les pointillés indiquent une tâche facultative

Figure 2.5 : Étapes de la tâche "Donner le retour d'information global"

Correction

Le tableau 2.6 présente la correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de correction et les fonctionnalités de correction qui y sont associées dans Scriptôt.

Tableau 2.6 : Correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de correction et des fonctionnalités de correction de Scriptôt

Résultats de l'analyse de tâche de correction	Fonctionnalités de correction
• Les critères de correction utilisés peuvent être différents d'un enseignant à l'autre. • Le nombre de critères de correction utilisés simultanément peut être différent d'un enseignant à l'autre et d'un enfant à l'autre. • La priorité des critères de correction peut être différente d'un enseignant à l'autre (à l'exception du critère de «bonne lettre» qui est en tête de liste pour tous).	• Permettre à l'enseignant de choisir les critères de correction à partir d'une liste complète prédéfinie.
Critères de correction utilisés par tous les enseignantes : • bonne lettre (le plus important et inclut si la lettre est minuscule ou majuscule) ; • propreté de la feuille ;	Critères de correction disponible : • vérification de la bonne lettre ; • complétude ; • régularité ; • espace entre les mots ;
• complétude (accent sur les lettres, point sur les i et les j, barre sur le t, queue des lettres) ; • régularité des lettres ; • espace entre les mots ; • espace entre les lettres. Critères de correction non utilisés par tous les enseignantes : • respect du ductus ; • les levées de crayon en cursif ; • largeur de la lettre ; • la pente de la lettre.	• espace entre les lettres ; • respect du ductus ; • levées de crayon ; • largeur de la lettre ; • pente de la lettre.

• Les enseignantes n'ont pas tous la même permissivité. (Ex. : certains tolèrent l'ouverture des lettres, les lettres collées, etc.).	• Permettre à l'enseignante de définir les valeurs minimales et maximales acceptables pour chaque critère .
• L'espace entre les caractères d'un mot varie de 0,5 mm à 4 mm .	Valeurs par défaut : • minimale: 0.5 mm ; • maximale: 4 mm. l'enseignant peut redéfinir.
• L'espace entre les mots varie entre 0,8 cm et 1,7 cm (largeur du doigt de l'enfant).	Valeurs par défaut : • minimale: 0,8 cm ; • maximale: 1,7 cm. L'enseignante peut redéfinir.
• Les mêmes critères de correction peuvent être utilisés de façon différente par différentes enseignantes (ex. , certains considèrent un seul bon ductus par lettre tandis que d'autres acceptent plusieurs ductus pour la même lettre).	• Offrir à l'enseignant la possibilité de définir ses propres ductus de lettres ou de pouvoir en sélectionner plus d'un.
• Les mêmes critères de correction sont utilisés en 1ère et 2ième année (voir plus bas).	• Même interface de critère de correction pour tous les niveaux.
• Tous les enseignants utilisent le modèle des lettres du Ministère de l'Éducation du Québec.	• Offrir le modèle de lettres du Ministère par défaut.
• Les enseignants n'ont pas de couleurs particulières pour écrire leurs corrections mais c'est avec un stylo (l'enfant écrit au crayon de plomb).	• Offrir un choix de couleurs à l'enfant pour sa correction (couleurs qui contrastent avec son écriture).

Retour d'information à l'élève

Le tableau 2.7 présente la correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de retour d'information et les fonctionnalités de retour d'information qui y sont associées dans Scriptôt.

Tableau 2.7 : Correspondance entre les résultats de l'analyse de tâche de retour d'information et les fonctionnalités de retour d'information dans Scriptôt

Résultats de l'analyse de tâche de retour d'information	Fonctionnalités de retour d'information
L'enseignante montre les corrections à l'élève en utilisant l'une ou l'autre des méthodes suivantes : • souligner la lettre fautive ; • encercler la lettre (ou la partie fautive de la lettre) ; • faire un petit x sous la lettre fautive ; • faire des petites flèches aux endroits spécifiques où il y a des erreurs ; • compléter la lettre (ex., ajouter accent, point sur les i et les j, barre sur les t, queue de certaines lettres) ; • refaire la lettre fautive en écrivant sur la lettre même ; • refaire la lettre à côté de la lettre fautive, avec ou sans les réglures ; • faire une / entre 2 mots trop rapprochés l'un de l'autre ; • lier 2 mots qui sont trop séparés l'un de l'autre.	Permettre à l'enseignant de choisir un ou plusieurs modes de correction à la fois : • souligner la lettre ; • encercler la lettre ; • faire un petit x sous la lettre ; • compléter la lettre ; • refaire la lettre fautive en écrivant sur la lettre même ; • refaire la lettre à côté de la lettre fautive ; • faire une / entre 2 mots trop rapprochés l'un de l'autre ; • lier 2 mots qui sont trop séparés l'un de l'autre.
L'enseignant écrit parfois des notes explicatives • m → 3 pattes, n → 2 pattes	Offrir d'écrire des notes explicatives aux élèves.
L'enseignant écrit des messages d'encouragements qui varient d'un enseignant à l'autre. Par ex.: Bravo ; Bravo champion ! ; Félicitations ; C'est beau ; etc.	Donner des messages d'encouragements aux enfants et permettre aux enseignants de les choisir.
Les messages d'encouragements peuvent être accompagnés d'estampes.	Apposer des estampes au travail bien réussi (peut être une animation)
L'enseignant peut écrire des messages pour l'amélioration du travail des élèves comme : Attention à la propreté ; Tu ne dois pas lever ton crayon ; Pratiques tes o ; Attention aux réglures ; etc.	Offrir la possibilité d'écrire des messages pour l'amélioration du travail de l'enfant et permettre à l'enseignant de les choisir.

Autres fonctionnalités

L'analyse de la tâche de l'enseignant nous a permis de déterminer d'autres fonctions qui sont présentées au tableau 2.8 :

Tableau 2.8 : Comportements et fonctions pour la tâche de l'enseignant

Comportements	Fonctionnalités de Scriptôt
Les enseignantes estiment qu'il est utile de revoir les exercices réalisés par les enfants pour se faire une opinion sur l'évolution globale de l'apprentissage de l'écriture pour un enfant en particulier.	Permettre une sauvegarde des travaux de l'élève.
Les enseignantes n'ont pas toujours l'occasion de voir l'enfant tracer ses lettres.	Permettre de revoir le tracé dynamique des lettres.
Les enseignantes ont le libre choix de la chronologie de l'enseignement.	Donner le choix de l'ordre des lettres. Donner le choix des exercices à l'élève.
Les enseignantes donnent les consignes aux enfants oralement et elles sont disponibles en tout temps pour de l'aide.	Donner les consignes des exercices de façon orale. Offrir de l'aide en ligne.

2.6 Principes directeurs

Suite aux analyses du domaine et des requis, nous avons défini les principes directeurs qui nous ont guidés tout au long de la création du logiciel. Il s'agit des six principes directeurs suivants :

1. Utilité

- L'interface doit permettre de suivre le programme d'enseignement tel que défini par le Ministère de l'Éducation du Québec.
- Le logiciel doit répondre aux besoins de trois niveaux scolaires: maternelle, 1re année et 2e année
- Les exercices donnés doivent correspondre aux attentes des enseignants
- Le logiciel doit corriger les exercices selon les critères définis dans l'analyse de la tâche de correction des enseignants.

2. Flexibilité

- Le logiciel doit donner accès à plusieurs niveaux de correction (degré de permissivité).
- L'interface doit permettre à l'utilisateur de choisir les exercices qu'il désire au moment où il le désire.
- L'interface doit permettre de personnaliser des retours d'informations.

3. Aspects amusant, stimulant et dynamique

- L'interface interactive doit posséder des éléments ludiques et des défis
- L'interface doit donner du retour d'information visuel et auditif
- L'interface doit être dynamique.

4. Exploitation de la technologie

- Le logiciel doit faire une évaluation et une correction automatiques
- L'interface doit posséder des animations et du son
- Le logiciel doit accumuler des statistiques sur la performance des enfants.
- Le logiciel doit permettre de mémoriser et de visionner des tracés.

5. *Minimisation du travail de l'enseignant concernant l'utilisation de l'outil*

- L'enseignant doit avoir peu ou pas de correction à faire
- Les leçons doivent être faites à l'avance
- L'enfant doit pouvoir naviguer à l'intérieur du logiciel par lui-même.

6. *Autonomie de l'enseignant et de l'enfant et utilisabilité*

- L'enseignant et l'enfant doivent pouvoir utiliser l'outil de façon totalement autonome
- L'outil doit être très facile à apprendre
- L'outil doit être très facile à utiliser.

Une partie de l'analyse des besoins est celle qui traite de la partie matérielle de l'outil. Le prochain chapitre discute de cette analyse qui nous a amené à faire un choix éclairé pour l'achat d'une tablette graphique, afin de répondre le mieux possible aux besoins des utilisateurs.

CHAPITRE III

PRÉSENTATION DE LA TABLETTE GRAPHIQUE

Dans le cadre du projet Scriptôt, il est clair que nous devons connaître les technologies existantes, notamment les ardoises électroniques et les tablettes graphiques, leurs caractéristiques, modes d'utilisation, ainsi que leurs avantages et leurs inconvénients. Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord présenter les besoins des enfants en terme de matériel. Nous allons ensuite présenter brièvement les différents types de digitaliseurs ainsi que les différents types d'écrans à cristaux liquides et leurs caractéristiques. Puis, nous allons discuter du crayon utilisé avec la tablette graphique. Finalement, nous présenterons la technologie que nous avons choisie pour ce projet.

3.1 Les contraintes d'achat du matériel

Les trois contraintes principales pour l'achat du matériel sont les suivantes : l'outil doit pouvoir être utilisé à plat, comme avec une feuille de papier, l'enfant ne doit pas avoir à relever la tête à l'écran pour lire les consignes et regarder le tracé des lettres ou toute autre activité, et l'écran doit être assez grand pour permettre à l'enfant de faire des exercices d'écriture. Autrement dit, l'enfant doit pouvoir écrire directement sur un grand écran, à plat. De toutes les technologies utilisant le crayon, deux outils étaient les plus susceptibles de répondre à ces besoins : l'ardoise électronique et la tablette graphique. Deux différences fondamentales caractérisent ces technologies : l'ardoise électronique est un ordinateur alors que la tablette graphique est un périphérique ; et l'ardoise électronique est totalement mobile alors que la tablette graphique doit être connectée à un ordinateur et est par conséquent, partiellement mobile.

L'écran est un point majeur dans la décision d'achat d'un système. La tablette doit idéalement se rapprocher le plus possible de ce avec quoi l'élève est habitué de travailler, c'est-à-dire la feuille de papier, et cela, en termes de dimensions, de visibilité et même de texture. Les enfants qui apprennent à écrire ont souvent besoin d'un grand espace pour travailler. Lors de la présentation des exercices à l'écran, il faut aussi penser à l'espace destiné aux boutons, aux consignes et aux

animations. Il faut donc un écran de grande dimension, se rapprochant le plus possible de la grandeur d'une feuille de papier 8½ par 11 pouces. Pour que l'application soit attirante pour les enfants et qu'elle réponde aux standards du marché, il faut pouvoir utiliser plusieurs couleurs. Cela oblige à avoir un écran couleur de haute densité avec un affichage rapide. Lorsque l'enfant apprend à écrire, la position d'écriture est importante, les enseignants mettent d'ailleurs l'accent sur cet aspect et nous voulons qu'il puisse prendre une position qui soit la plus naturelle possible. C'est pourquoi l'affichage à l'écran doit avoir un très bon rapport de contraste et doit pouvoir être lu avec un angle de vision assez large. Un autre aspect à considérer est l'épaisseur de la surface de l'écran. Plus l'écran est épais, plus il y aura un effet de parallaxe. L'erreur de parallaxe est la distance entre le point de toucher et l'image réelle sur l'écran. Il est important de minimiser cet effet, car cela peut être une importante source d'erreur si l'utilisateur ne se positionne pas directement au-dessus de l'écran. Certains appareils permettent de calibrer l'affichage afin de minimiser l'erreur de parallaxe. Un problème qui est souvent observé chez les enfants est qu'ils appuient fort lorsqu'ils écrivent car ils sont tendus. Donc idéalement, le système devrait détecter le niveau de pression du crayon de l'enfant.

Évidemment, l'achat d'une ardoise électronique ou d'une tablette graphique représente une dépense importante. Il est donc essentiel qu'elle ne serve pas seulement qu'à l'apprentissage de l'écriture. En considérant cet argument, si le choix de la technologie s'arrête sur l'ardoise électronique, celle-ci doit répondre aux standards technologiques quant à son processeur, mémoire vive et disque dur. Afin d'être utile à d'autres applications, elle doit posséder un lecteur de disquette et un CD-ROM.

3.2 Les digitaliseurs

Deux principaux types de technologies sont utilisés pour le digitaliseur : électromagnétique ou résistive. La technologie résistive permet l'utilisation de n'importe quelle pointe pour l'écriture alors que la technologie électromagnétique nécessite un crayon spécial, précieux et coûteux (environ 250 $ selon les modèles) pour faire fonctionner la tablette. En général, les digitaliseurs électromagnétiques offrent une meilleure résolution que les systèmes résistifs.

3.3 Les écrans à cristaux liquides

Actuellement, sur le marché, les écrans qui équipent les tablettes électroniques sont des écrans à cristaux liquides (LCD - *liquid crystal display*). On y retrouve deux types de technologies différentes: à matrice passive et à matrice active. On peut comparer ces technologies selon différentes caractéristiques:

- **L'angle de vision**

  L'angle de vision correspond à l'angle maximal auquel on peut se placer par rapport à l'écran tout en ayant une aussi bonne possibilité de lecture. Souvent, les écrans à cristaux liquides ont des angles de vision restreints dû à leur technologie qui utilise un système transmissif. Ce système fonctionne en modulant la lumière qui provient de l'arrière de l'écran et qui passe au travers de celle-ci. Par opposition, les écrans à tubes cathodiques utilisent un système émissif qui fonctionne en émettant un faisceau lumineux directement de la surface de l'écran. Ceci leur donne un meilleur angle de vision.

- **Le rapport de contraste**

  Le rapport de contraste est le niveau de clarté d'un blanc pur par rapport au niveau de clarté d'un noir pur.

- **Le temps de réponse**

  Le temps de réponse est mesuré en millisecondes et réfère au temps que prend un pixel pour répondre à une commande.

3.3.1 Matrice passive

Le système à matrice passive est composé de plusieurs couches de matériaux. La première est une couche de verre couverte d'un oxyde de métal transparent. Cette couche agit comme une grille d'électrodes en X et en Y, qui permet de faire passer le courant qui sert à activer les pixels de l'écran. Comme ces pixels doivent être chargés, la matrice passive a un temps de réponse très lent. Cela peut causer un effet d'embrouillement avec des vidéos ou des mouvements rapides de

la souris, car l'affichage n'arrive pas à suivre le changement de contenu. Ce type de technologie peut aussi causer un effet fantôme sur l'écran, c'est-à-dire qu'une région de pixels allumés cause une ombre à une région de pixels éteints dans les mêmes colonnes et les mêmes rangées. Cet effet est facilement observable lorsque l'on déplace le curseur. La technologie à matrice passive que l'on retrouve le plus sur le marché des tablettes électronique de nos jours est l'écran LCD à double balayage. Ces écrans sont moins dispendieux que d'autres technologies plus récentes (matrice active). L'affichage est assez lent (temps de réponse d'environ 300 ms) et les couleurs sont moins nettes qu'avec des écrans à matrice active. Cette technologie peut offrir un contraste de 25:1. Il est aussi très important de mentionner que l'angle de vision est réduit avec ce type de technologie: il est d'environ 40 degrés tout autour de l'écran.

3.3.2 Matrice active

Les écrans à matrice active sont constitués de transistors en couches minces (TFT - *Thin Film Transistor*). Avec ce type d'écran, une matrice supplémentaire de transistors est utilisée. Il y a donc un transistor pour chaque couleur (rouge, vert et bleu) de chaque pixel. Ces transistors actionnent les pixels, ce qui assure un temps de réponse rapide (d'environ 25 ms) et un très bon rapport de contraste, d'environ 100:1. Avec cette technologie, il n'est pas nécessaire d'être placé directement au-dessus de l'écran pour bien voir l'affichage car elle offre un angle de vision de 90 degrés tout autour de l'écran. Certains types d'écrans TFT offrent un angle de vision de 140 degrés tout autour et un contraste de 300:1.

3.4 Le crayon (ou le stylet)

Une particularité de la tablette est qu'elle fonctionne avec un crayon. Celui-ci possède souvent un bouton programmable sur le côté (voir figure 3.1), qui permet de "cliquer" comme avec les boutons d'une souris. Même si le crayon est un outil naturel pour l'enfant, il peut engendrer des problèmes d'utilisation. D'abord, les enfants de notre groupe d'âge ne sont pas encore assez habiles pour que nous leur demandions d'utiliser ce bouton. Ensuite, ce bouton est disposé de telle sorte qu'il est très facile pour les enfants d'appuyer sur celui-ci par inadvertance. Il faut donc s'assurer que ce bouton puisse être désactivé et n'ait ainsi aucune influence sur le logiciel.

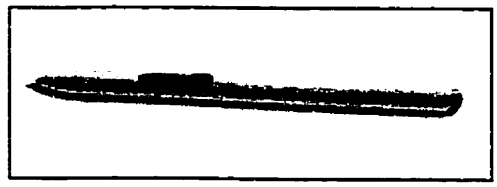


Figure 3.1 : Crayon utilisé avec la tablette graphique

De plus, on se sert de la pointe du crayon afin de "cliquer" sur les boutons. Ce type de "clic" n'est pas aussi défini qu'avec une souris. L'enfant peut donc facilement "cliquer" deux fois consécutives alors qu'il ne voulait le faire qu'une fois.

3.5 Choix de la tablette graphique

En étudiant le marché des ardoises électroniques, nous avons éliminé plusieurs modèles à cause de l'une ou l'autre des raisons suivantes : un écran trop petit, une mauvaise qualité d'affichage, un contraste et un angle de vision trop étroit ou une faible résolution. Par contre, il existe des modèles d'ardoises électroniques qui répondent à tous nos besoins, de qualité d'écran, de mobilité et de puissance. Ce sont des systèmes indépendants qui prennent relativement peu d'espace et qui peuvent facilement être transportés d'une classe à l'autre. Quelques tablettes utilisent une technologie résistive très précise, ce qui permet d'avoir une reconnaissance d'écriture adéquate ainsi qu'un crayon sans pile, qui, s'il est perdu, peut être remplacé facilement. Cependant, elles sont extrêmement coûteuses (environ 10000 $) et nous avons préféré, malgré son manque de mobilité, la tablette graphique.

Nous avons repéré un modèle de tablette graphique de la compagnie Wacom : le modèle PL-300 (voir figure 3.2), dont nous avons d'ailleurs fait l'acquisition pour ce projet. Évidemment, elle a le désavantage de ne pas être mobile. Cependant, comparativement à une ardoise électronique, son prix est beaucoup plus abordable (environ 3000 $). Cette tablette a un écran SVGA de 10,4" avec une résolution allant jusqu'à 800 x 600 pixels. L'écran est de type TFT, ce qui permet un affichage très clair avec un niveau de contraste élevé ainsi qu'un grand angle de vision, pour un écran à cristaux liquides (LCD). L'écran offre aussi le maximum de couleurs possible pour un écran LCD soit de 262 144 couleurs (18 bits).

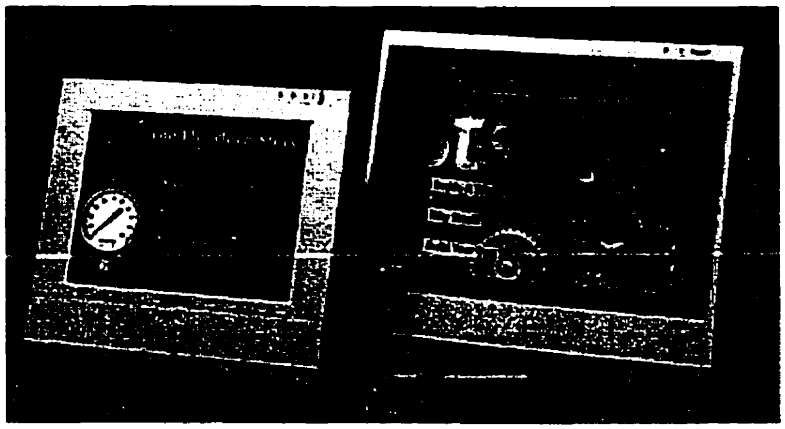


Figure 3.2 : Tablette graphique PL-300

La tablette fonctionne avec 256 niveaux de pression ce qui permet d'augmenter le réalisme dans l'écriture. Selon l'application, si on appuie fort, le trait peut être plus foncé que si on appuie légèrement sur l'écran. Le crayon qui n'a pas besoin de pile, possède une "efface" à son extrémité, ce qui permet d'effacer des traits à l'écran. Le digitaliseur est très précis, avec 508 points par pouce. De plus, l'écran est assez mince, soit 1,5".

Maintenant que nous avons fait une description de la partie matérielle du projet Scriptôt, nous allons présenter, dans le chapitre qui suit, une description détaillée de l'interface de Scriptôt.

CHAPITRE IV

CONCEPTION DE L'INTERFACE DE SCRIPTÔT

Scriptôt a entièrement été développé en C++ et utilise les classes MFC (*Microsoft foundation class*). Le programme contient une soixantaine de classes et environ 19000 lignes de code. Malgré que durant le développement de l'application, énormément de temps ait été accordé à la conception algorithmique et à la programmation, l'objectif principal de ce projet n'était pas de concevoir un logiciel optimisé quant à la qualité de 'a programmation mais bien de faire une preuve de concept et de concevoir une interface qui répond le mieux possible aux besoins des utilisateurs. C'est pourquoi nous ne nous attarderons pas ici aux détails techniques de la structure du programme et de la complexité algorithmique du logiciel. Nous présenterons plutôt une description détaillée de l'interface.

Dans ce chapitre, nous allons d'abord présenter l'architecture de l'interface de Scriptôt. Puis, nous présenterons le clavier qui permet à l'élève d'accéder à son compte. Nous présenterons ensuite la métaphore de la salle de jeux utilisée dans Scriptôt. Puis, nous présenterons l'environnement de travail où les élèves peuvent s'exercer à écrire. Nous détaillerons par la suite chacun des exercices proposés par Scriptôt et finalement, nous présenterons brièvement l'interface de l'enseignant.

4.1 L'architecture de l'interface

Voici un diagramme (figure 4.1) présentant l'architecture de l'interface de Scriptôt. On peut y voir quatre niveaux de profondeur. Dans tous les cas, les deux premiers niveaux sont le clavier et la salle de jeux. Ensuite, pour l'enfant, les niveaux suivants sont les menus de sélection d'exercices et l'environment de travail. Pour l'enseignant, les niveaux suivants sont la boîte de dialogue de sélection de l'enseignant et les boîtes de dialogue de personnalisation de la correction et du retour d'information.

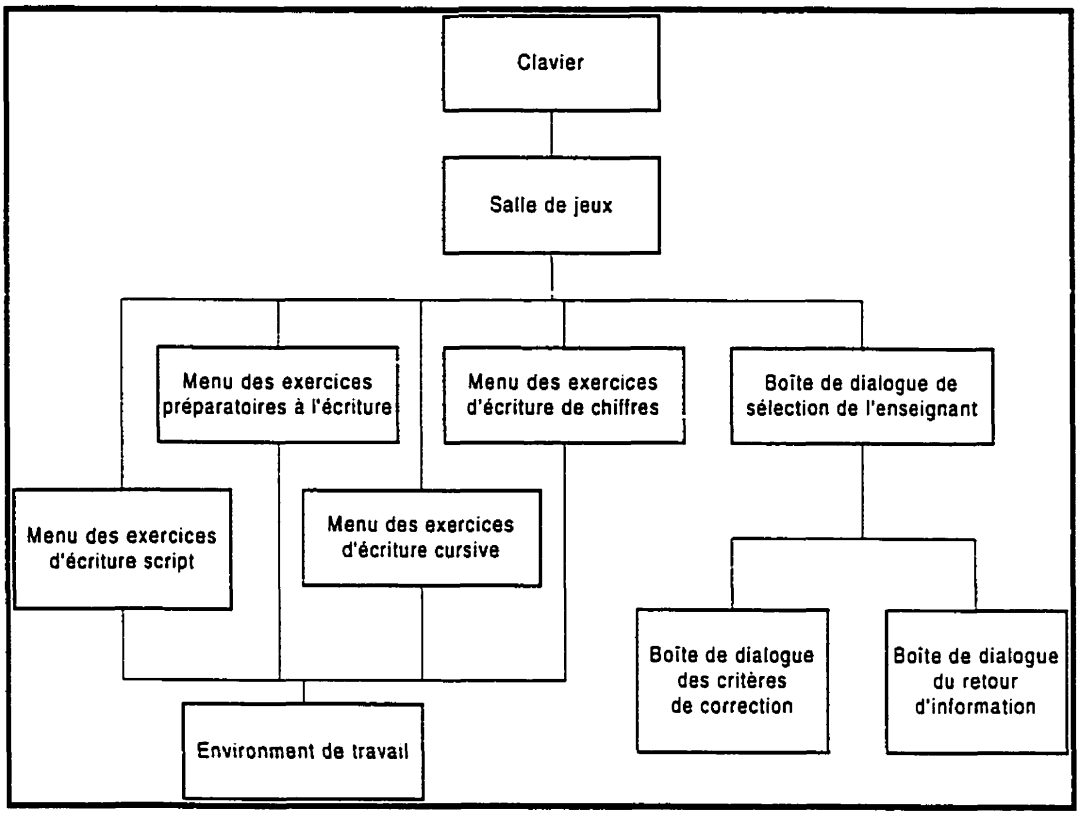


Figure 4.1 : L'architecture de l'interface de Scriptôt

4.2 Le clavier

Le clavier (figure 4.2) apparaît au tout début de la séance et permet à l'utilisateur d'entrer son nom afin d'accéder à son propre compte. Les lettres majuscules sont tout d'abord affichées. Une touche permet à l'enfant de passer des majuscules aux minuscules et vice-versa. Lorsque l'enfant appuie sur une lettre, on entend la lettre vocalement. L'enfant peut effacer s'il fait une erreur et il doit appuyer sur "OK" lorsqu'il a terminé. Les lettres sont disposées comme sur un clavier "QWERTY" sauf pour les principales lettres accentuées qui sont inscrites directement au clavier pour faciliter la tâche de l'enfant.

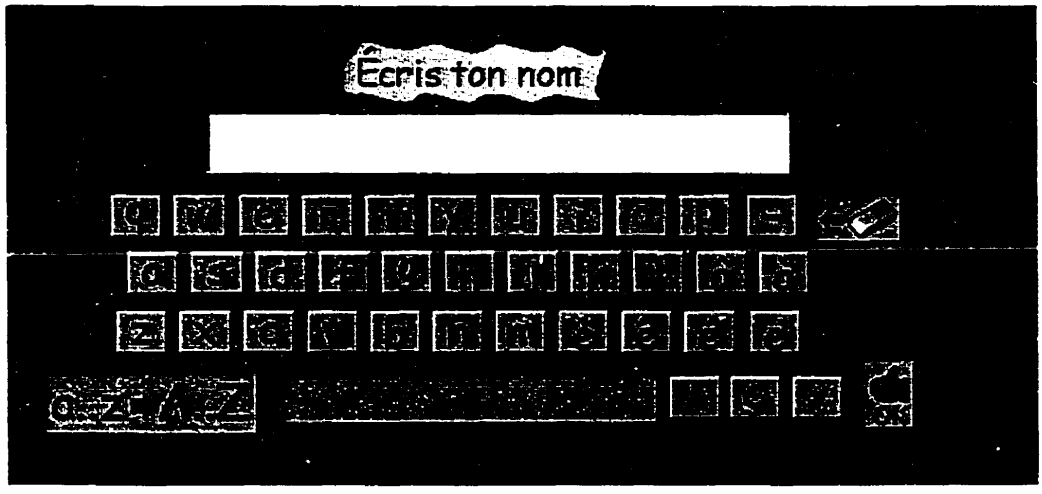


Figure 4.2 : Le clavier utilisé dans Scriptôt

4.3 Métaphore

La métaphore choisie pour Scriptôt doit représenter le monde réel de l'enfant tout en stimulant son imagination. Ainsi, il faut penser à un environnement imaginaire qui permettra de présenter les différents éléments du logiciel de façon homogène, et visuellement agréable pour l'enfant.

Pour Scriptôt, nous avons choisi la métaphore de la salle de jeux (voir la figure 4.3). La salle de jeux est un environnement familier aux enfants. L'enfant peut interagir avec les objets présents dans la salle en déplaçant son crayon sur l'écran et en appuyant sur ceux-ci. Six objets principaux sont présents dans la salle : le tableau, le coffre, le cahier, le tableau magnétique, le chevalet et la porte. Chacun de ces objets représente un groupe d'activités (ou un module) offert à l'enfant sauf pour la porte qui permet de quitter le logiciel. Des objets supplémentaires ajoutent un aspect amusant au logiciel : le chat et la cage.

L'utilisation d'objets que l'enfant connaît pour référer aux différents modules permet à l'enfant de se créer un modèle mental de la tâche et de l'environnement de la tâche. Cela facilite la mémorisation, ce qui l'aide à naviguer aisément à l'intérieur du logiciel.

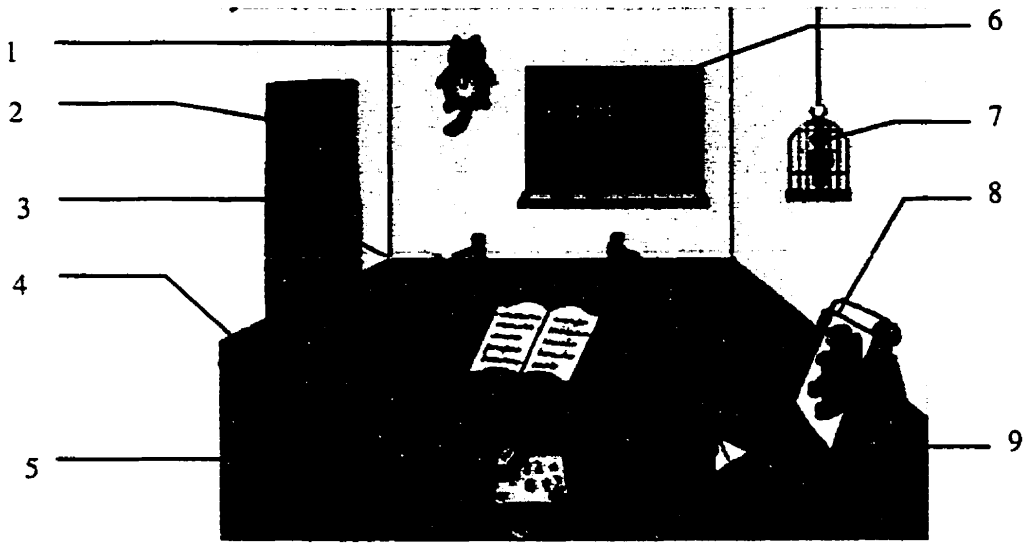


Figure 4.3 : Métaphore de la salle de jeux

Voici une description des objets de la salle de jeux :

1. L'horloge chat : si on appuie sur cet objet, on entend le miaulement d'un chat.
2. La porte : cet objet permet de quitter le logiciel. En appuyant sur cet objet, on entend un bruit de grincement de porte et la boîte de dialogue de sortie (figure 4.4) apparaît, accompagnée d'une consigne vocale : "Veux-tu vraiment quitter Scriptôt ?". L'enfant a le choix de répondre en appuyant sur l'une des deux animations : Scriptôt qui dit non et Scriptôt qui dit oui. Si l'enfant répond oui, Scriptôt lui dit "Au revoir" et l'application se termine.
3. Le cahier : cet objet permet d'accéder aux exercices d'écriture cursive.
4. Le coffre : cet objet permet d'accéder aux exercices préparatoires à l'écriture.
5. Le tableau magnétique : cet objet permet d'accéder aux exercices de tracé de chiffres.
6. Le tableau : cet objet permet d'accéder aux exercices d'écriture script.
7. La cage : si l'enfant appuie sur cet objet, on entend le cri d'un oiseau. Cet objet permet aussi à l'enseignant d'accéder à l'interface de l'enseignant.
8. Le chevalet : cet objet permet d'aller faire du dessin libre.
9. Scriptôt: Scriptôt est le compagnon de l'enfant qui le guide à travers le logiciel.

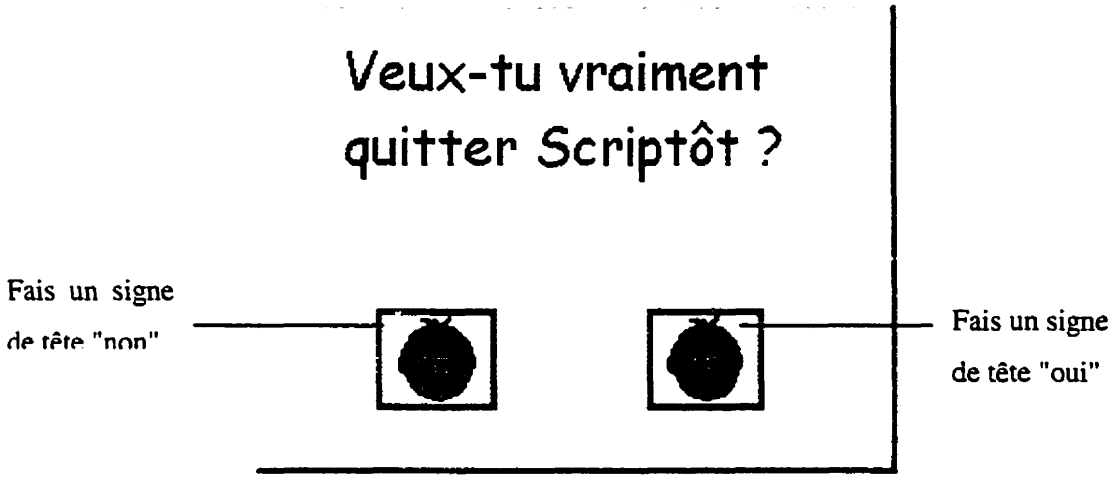


Figure 4.4 : Boîte de dialogue de sortie

4.3.1 Messages d'incitation

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, les messages d'incitation sont essentiels pour aider l'enfant à se sentir en contrôle du logiciel. Lorsque l'enfant arrive dans la salle de jeux pour la première fois, Scriptôt donne un message d'incitation vocal afin de le guider dans l'interface : "Bonjour ! Je m'appelle Scriptôt. Bienvenue dans ma salle de jeux. Promène ton crayon sur l'écran et appuie sur l'objet de ton choix."

Lorsque l'enfant déplace son crayon vis-à-vis de l'un des cinq objets principaux, l'objet s'illumine et l'on entend un message vocal permettant à l'enfant de savoir ce qu'il pourra faire s'il appuie sur l'objet. Une importance spéciale est accordée aux messages vocaux car ils doivent être faciles à comprendre par l'enfant (Hanna et al., 1997) et inciter celui-ci à aller dans l'un ou l'autre des modules. Ils doivent donc être invitants à ses yeux. Voici les différents messages, tels qu'ils sont présentés à l'heure actuelle :

1. Consigne pour les exercices d'écriture script : "Au tableau, tu peux faire des activités d'écriture script très amusantes !"
2. Consigne pour les exercices préparatoires à l'écriture : "Le coffre aux trésors contient plusieurs jeux !"

3. Consigne pour les exercices d'écriture cursive : "Avec le cahier, tu peux t'amuser à faire des activités d'écriture cursive"
4. Consigne pour les chiffres : "Viens-tu t'amuser avec les chiffres ?"
5. Consigne pour le dessin libre : "Allons faire du dessin !"

De plus, si l'enfant appuie sur Scriptôt, celui-ci dit : "Appuie sur un objet de la salle de jeux".

4.3.2 Menu des exercices d'écriture script

En appuyant sur le tableau, l'enfant accède au menu des exercices d'écriture script (figure 4.5). Les exercices sont présentés sur le tableau. Six exercices sont présentés à la fois et l'enfant peut se déplacer d'un à l'autre à l'aide des flèches. Une consigne indique à l'enfant ce qu'il doit faire : "Choisis ton activité en appuyant sur son image".

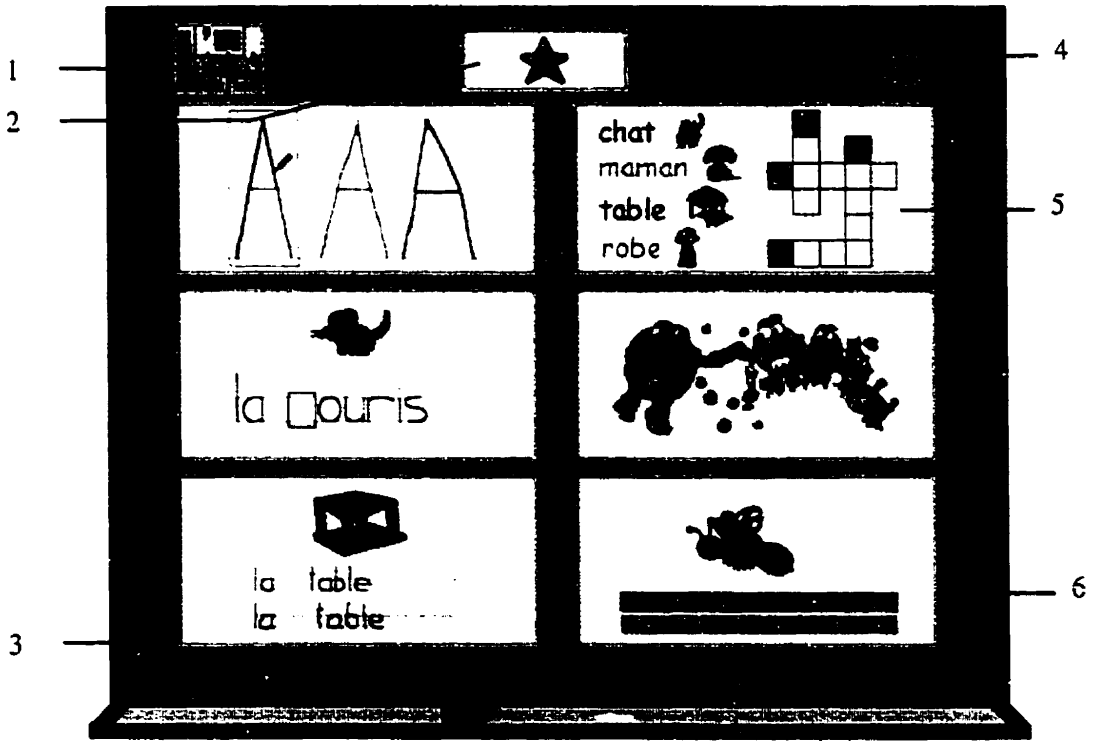


Figure 4.5 : Menu d'exercices d'écriture script

Voici une description des différents boutons du menu d'exercices d'écriture script :

1. Icône de retour à la salle de jeux : cet icône permet de revenir au menu principal.
2. Icône du niveau de difficulté : permet de choisir le niveau de difficulté des exercices. Trois niveaux de difficulté sont offerts (voir la figure 4.6).
3. Flèche gauche : permet de visualiser le choix d'exercices précédents. La flèche est invisible si l'enfant est à la première page.
4. Si l'enfant appuie sur Scriptôt, celui-ci apporte de l'information supplémentaire à l'enfant : "L'étoile te permet de changer de niveau de difficulté et avec les flèches, tu peux aller voir les autres activités."
5. Chacune des six images représente un exercice d'écriture script.
6. Flèche droite : permet de visualiser les exercices suivants. La flèche est invisible si l'enfant est à la dernière page.

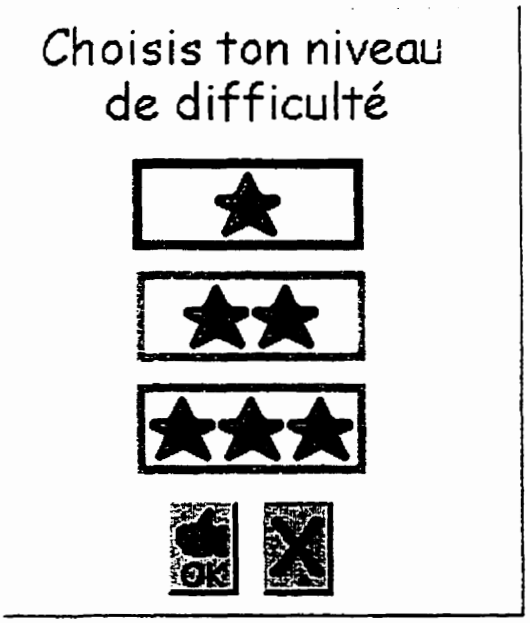


Figure 4.6 : Boîte de dialogue du niveau de difficulté

4.3.3 Menu des exercices d'écriture cursive

Dans la version actuelle du système, il n'y a pas encore d'exercices d'écriture cursive d'implantés. Cependant, les exercices d'écriture cursive ressembleront beaucoup aux exercices d'écriture script. Les exercices cursifs seront présentés dans un cahier. Ce cahier est présenté à la figure 4.7. Comme pour les autres menus, il suffira d'appuyer sur l'une des images afin de sélectionner l'exercice voulu. L'icône au coin gauche supérieur permet de retourner au menu principal de la salle de jeux.

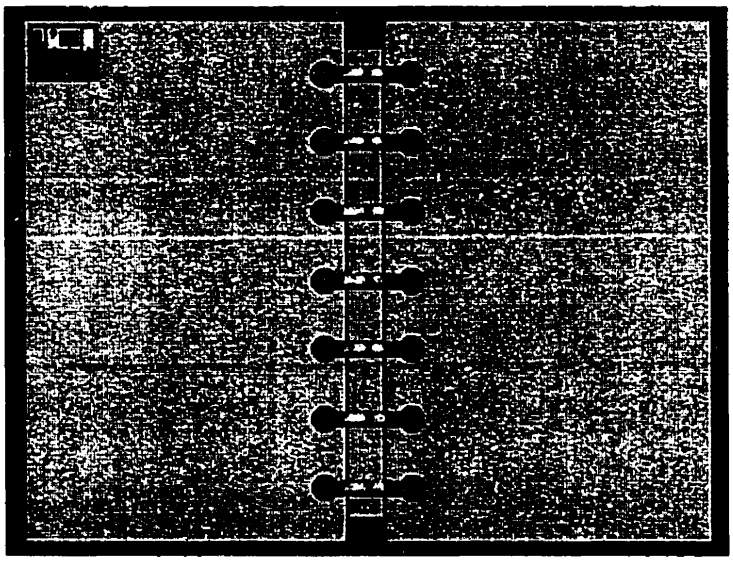


Figure 4.7 : Menu des exercices d'écriture cursive

4.3.4 Menu des exercices préparatoires à l'écriture

En appuyant sur le coffre aux trésors, on accède au menu des exercices préparatoires à l'écriture (figure 4.8). Les exercices sont présentés comme étant dans le coffre.

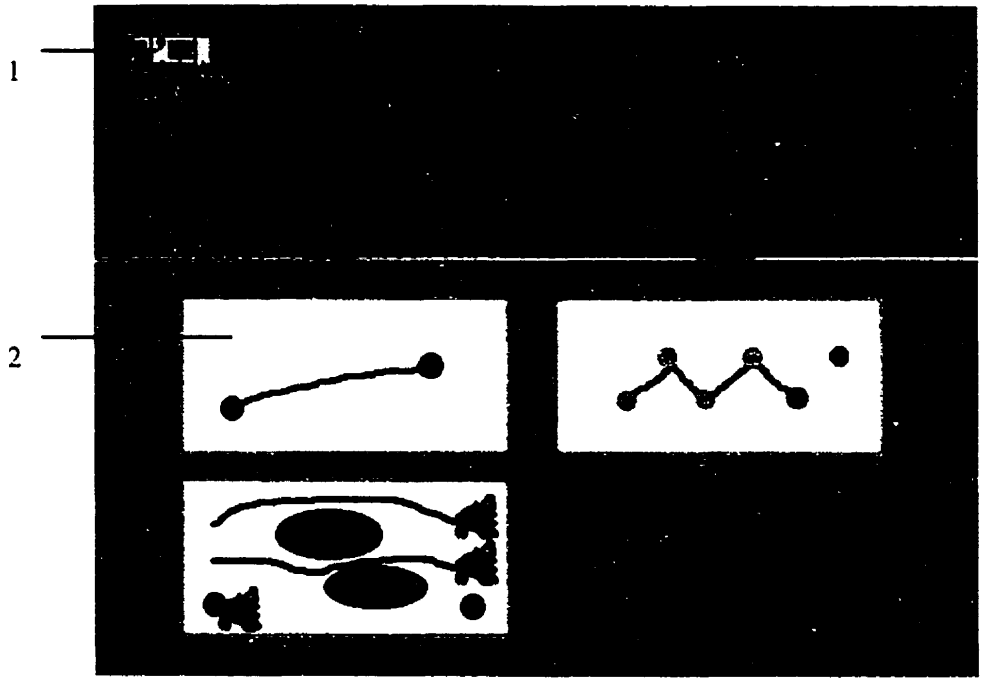


Figure 4.8 : Menu des exercices préparatoires à l'écriture

Voici une description des différents boutons du menu d'exercices préparatoires à l'écriture :

1. Icône de retour à la salle de jeux.
2. Chacune des trois images représente un exercice d'écriture script

Note: les flèches gauche et droite sont toutes deux invisibles car il n'y a que trois jeux.

4.3.5 Menu des exercices d'écriture de chiffres

Nous n'avons pas encore développé d'exercices d'écriture des chiffres. Les exercices de chiffres sont présentés sur le tableau magnétique qui est en forme d'autobus (figure 4.9). Comme pour les autres menus, il suffit d'appuyer sur l'une des images afin de sélectionner l'exercice voulu. L'icône au coin gauche supérieur permet de retourner au menu principal de la salle de jeux.

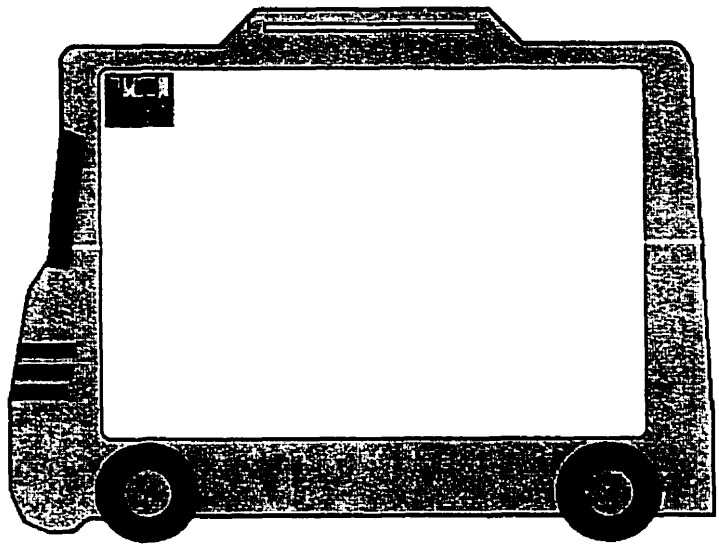


Figure 4.9 : Menu des exercices d'écriture de chiffres

4.4 L'environnement de travail

Une fois que l'élève a sélectionné l'exercice de son choix, il accède à l'environnement de travail (figure 4.10). Celui-ci est constitué de cinq parties : la barre de menu (1), la boîte à outils (2) , Scriptôt l'agent pédagogique (3), la barre de navigation (4) et la feuille de travail (5). La suite du texte présente chacune de ces parties plus en détails.

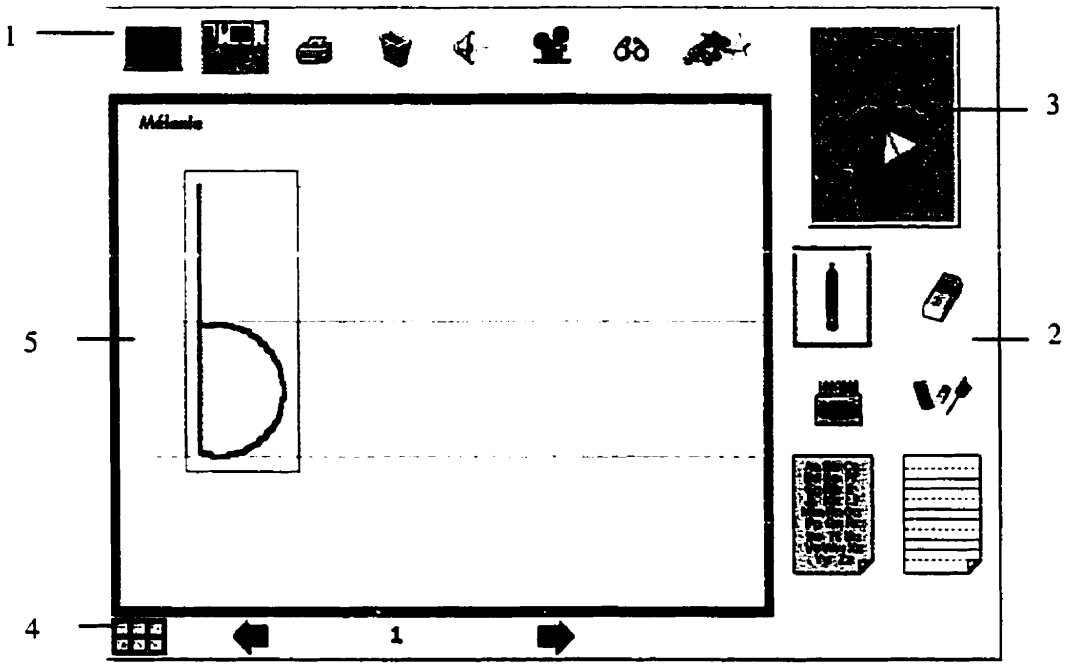


Figure 4.10 : L'environnement de travail

4.4.1 La barre de menu

La barre de menu, présentée à la figure 4.11, est située en haut de la feuille de travail et est constituée de plusieurs boutons qui s'activent, encadrés en vert, lorsque l'enfant déplace son crayon au-dessus de ceux-ci.

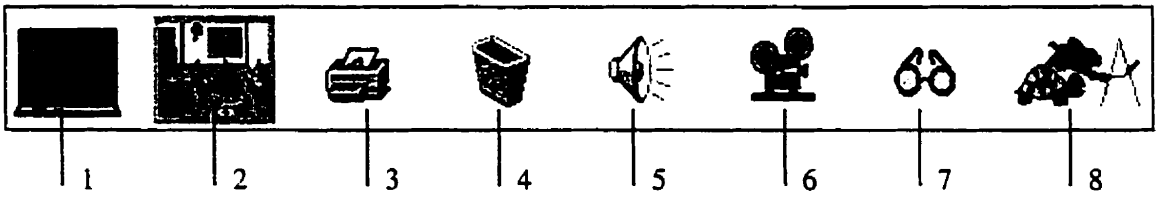


Figure 4.11 : Barre de menu

Voici une description de ce que chaque icône permet de faire :

1. Revenir au choix d'activités du module en cours. L'icône est différent selon le module d'activités en cours et représente, en format miniature, l'objet de la salle de jeux associé au

module. Les figures 4.12 à 4.14 montrent les différents icônes représentant certains modules. En dessin libre, aucun icône n'apparaît à cet endroit.

Figure 4.12 : Icônes de retour au menu cursif

Figure 4.13 : Icônes de retour au menu de dessin dirigé

Figure 4.14 : Icônes de retour au menu script

2. Revenir au menu principal.
3. Imprimer la feuille de travail en cours.
4. Jeter la feuille de travail au recyclage. En appuyant sur cet icône, la boîte de dialogue de la figure 4.15 apparaît.

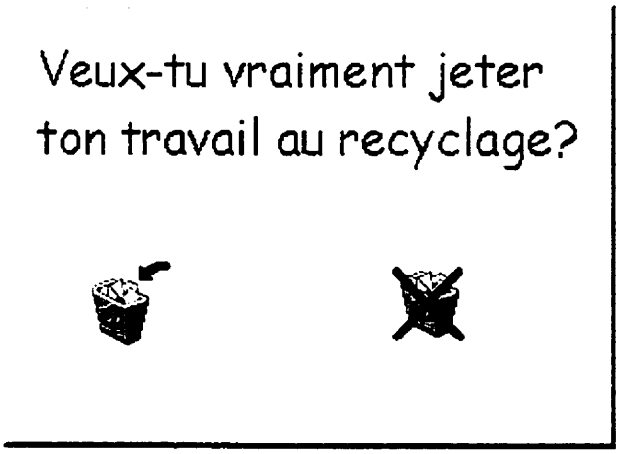


Figure 4.15 : Boîte de dialogue servant à confirmer la suppression d'une feuille de travail

L'icône de gauche permet de confirmer l'action et celui de droite de l'annuler. Un message vocal demande à l'enfant : "Veux-tu vraiment jeter ton travail au recyclage ?".

5. Activer ou de désactiver le son.
6. Revoir un tracé de façon dynamique, tel que l'a fait l'enfant.

   Cette option s'avère très utile pour l'enseignant qui ne peut pas toujours voir l'enfant tracer ses lettres.
7. Faire corriger le travail de l'enfant par Scriptôt.
8. Ajuster la vitesse du tracé dynamique des modèles de lettres. Cet icône est disponible et visible pour tous les exercices où on peut visualiser le tracé de modèles de lettres. En appuyant sur cet icône, la boîte de dialogue de la figure 4.16 apparaît.

Figure 4.16 : Boîte de dialogue servant à déterminer la vitesse du tracé des lettres

4.4.2 La boîte à outils

La boîte à outils, représentée à la figure 4.17, est située à la droite de la feuille de travail. Elle contient les outils de travail de l'enfant : des crayons, des gommes à effacer, la feuille des modèles de lettres et des feuilles de travail.

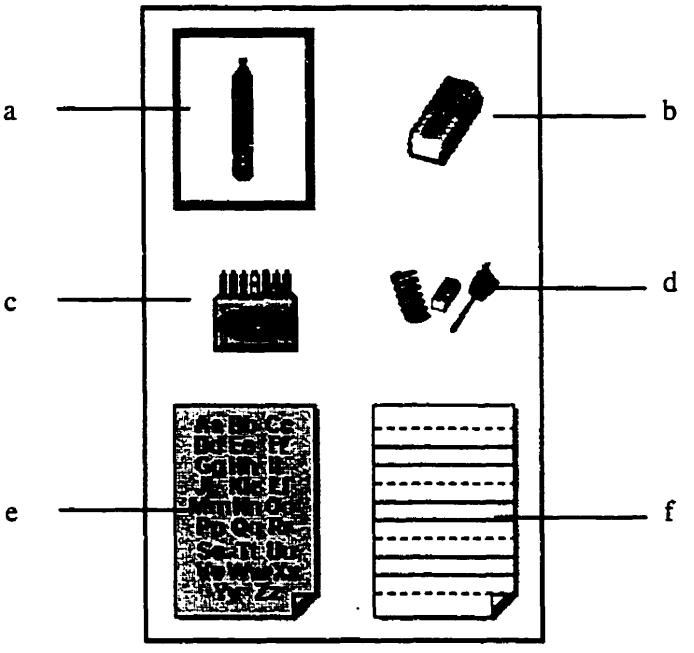


Figure 4.17 : Boîte à outils

Voici une description de ce que chaque icône permet de faire :

a) Crayon courant : si on appuie sur ce bouton, on active le crayon et on désactive la gomme à effacer. De plus, ce bouton affiche le crayon courant (couleur et épaisseur).

b) Efface courante : si on appuie sur ce bouton, on active l'efface et on désactive le crayon. De plus, ce bouton affiche l'efface courante.

c) Choix de crayons : si on appuie sur ce bouton, une boîte de dialogue s'affiche permettant de choisir la couleur et l'épaisseur désirée du crayon (voir la figure 4.18). Le crayon choisi devient ensuite le crayon courant.

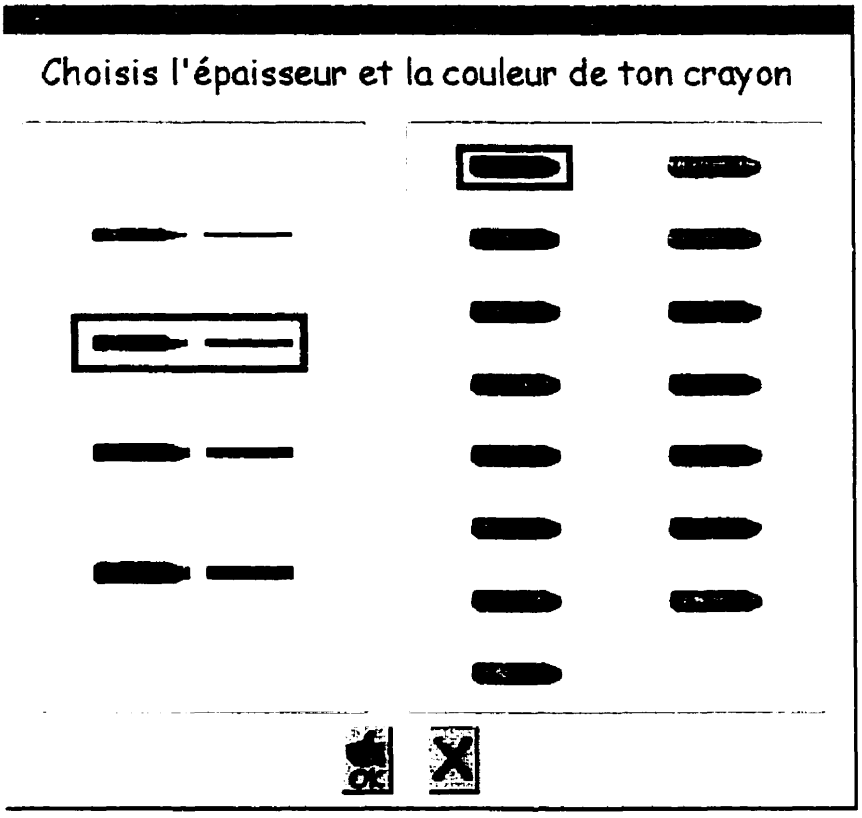


Figure 4.18 : Boîte de dialogue permettant de choisir un crayon

d) Choix de gommes à effacer : si l'on appuie sur ce bouton, une boîte de dialogue s'affiche permettant de choisir le type de gommes à effacer désiré (voir la figure 4.19). La gomme choisie devient ensuite la gomme à effacer courante. Trois gommes à effacer sont proposées : une gomme "tapette à mouche" qui a un effet sonore lorsque l'enfant efface un trait, la gomme normale qui ne fait aucun son et la gomme "ressort" qui fait rebondir les traits à effacer avant de les voir disparaître en faisant aussi un effet sonore. La gomme choisie devient la gomme courante.

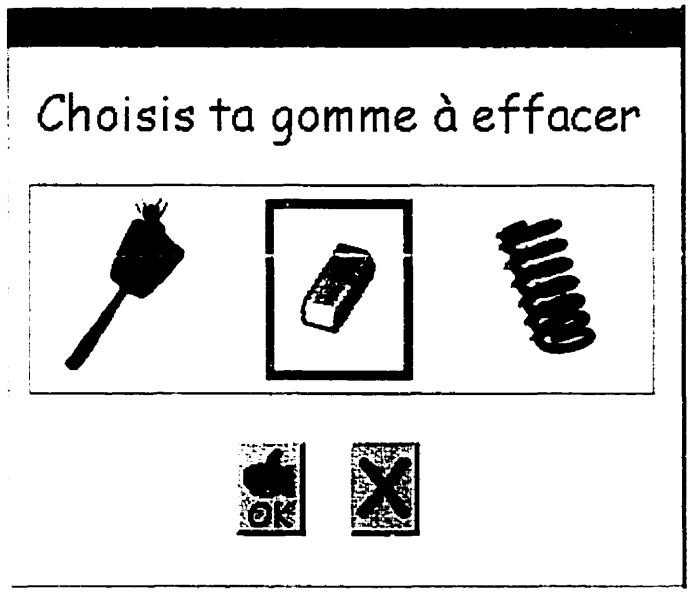


Figure 4.19 : Boîte de dialogue permettant de choisir une gomme à effacer

e) Feuille des modèles de lettres : si on appuie sur ce bouton, la feuille des modèles de lettres apparaît à l'écran. On entend la consigne suivante : "Appuie sur la lettre de ton choix". Il est alors possible de choisir une lettre pour les exercices scripts et cursifs. On a accès à cette feuille dans les exercices de copie de lettres et de suivi de cible. Pour les autres exercices, l'icône est invisible. La feuille des modèles de lettres est de couleur jaune foncé afin d'être facile à reconnaître et à distinguer des autres feuilles du cahier d'exercice. Les lettres sont affichées par ordre alphabétique, en regroupant les lettres majuscules avec les minuscules, comme le montrent les figures 4.20 et 4.21. De plus, lorsque l'enfant pointe une lettre avec son crayon, la lettre est encadrée en bleu. La feuille modèle n'est pas la même pour les exercices script que pour les exercices cursifs. Pour les exercices script, seules les lettres script sont affichées. Pour les exercices cursifs, les lettres script et les lettres cursives sont affichées afin que l'élève associe bien les deux types de lettres ensemble. Par contre, seules les lettres cursives pourront être sélectionnées pour les exercices (et seront encadrées si pointées).

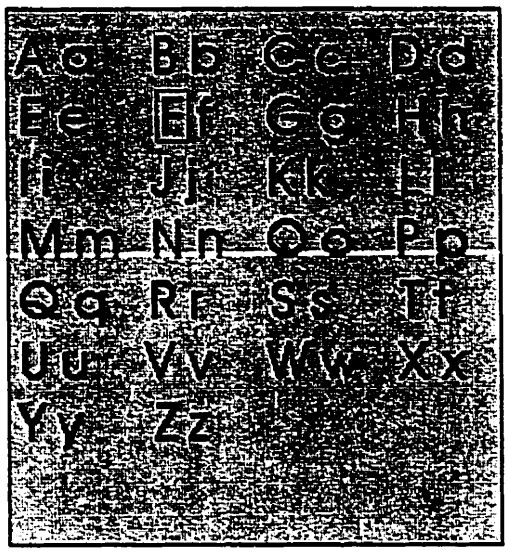


Figure 4.20 : Feuille-modèle pour les exercices script

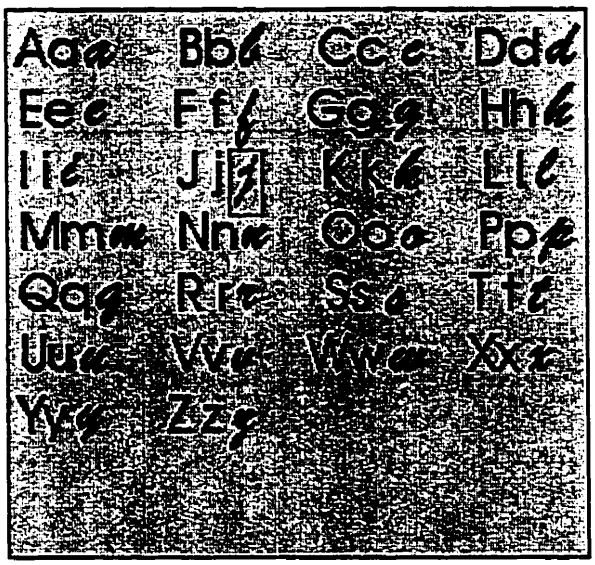


Figure 4.21 : Feuille-modèle pour les exercices cursifs

Pour l'instant, le logiciel affiche le type de caractères correspondant au modèle de lettres du Ministère de l'Éducation du Québec. C'est le modèle de lettres de Vinh Bang, fourni dans le programme de français du primaire de 1979 (Ministère de l'Éducation, 1995). Il est présenté à l'annexe III. Éventuellement, cette feuille pourrait afficher le modèle de lettres choisi par le

professeur ou être caractérisé par un type de caractères particulier (Arial, par exemple). Dans Scriptôt, la génération des modèles de lettres est basée sur un modèle neuromusculaire de contrôle et de génération de trajectoires bidimensionnelle. Ce modèle permet de reproduire avec une très haute précision l'écriture manuscrite et d'en comprendre les lois fondamentales de régulation (Plamondon et Guerfali, 1998)

f) Nouvelle feuille de travail : cet icône permet à l'enfant de choisir une nouvelle feuille de travail. Si l'on appuie sur ce bouton, une boîte de dialogue apparaît, offrant un choix de modèles et de couleurs de feuilles de travail (voir figure 4.22 et 4.23). Le niveau de difficulté 1 offre deux modèles de feuilles et les niveaux 2 et 3 en offrent quatre. Lorsque l'enfant choisit une nouvelle feuille de travail, le travail en cours est sauvegardé automatiquement et la nouvelle feuille de travail s'affiche.

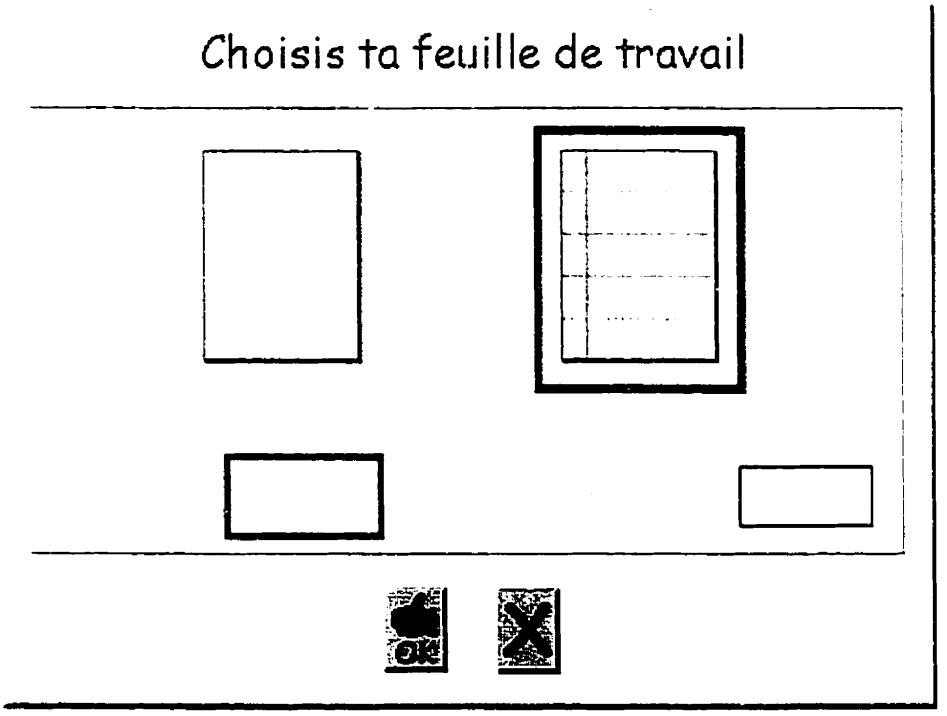


Figure 4.22 : Choix de la feuille de travail pour le niveau 1

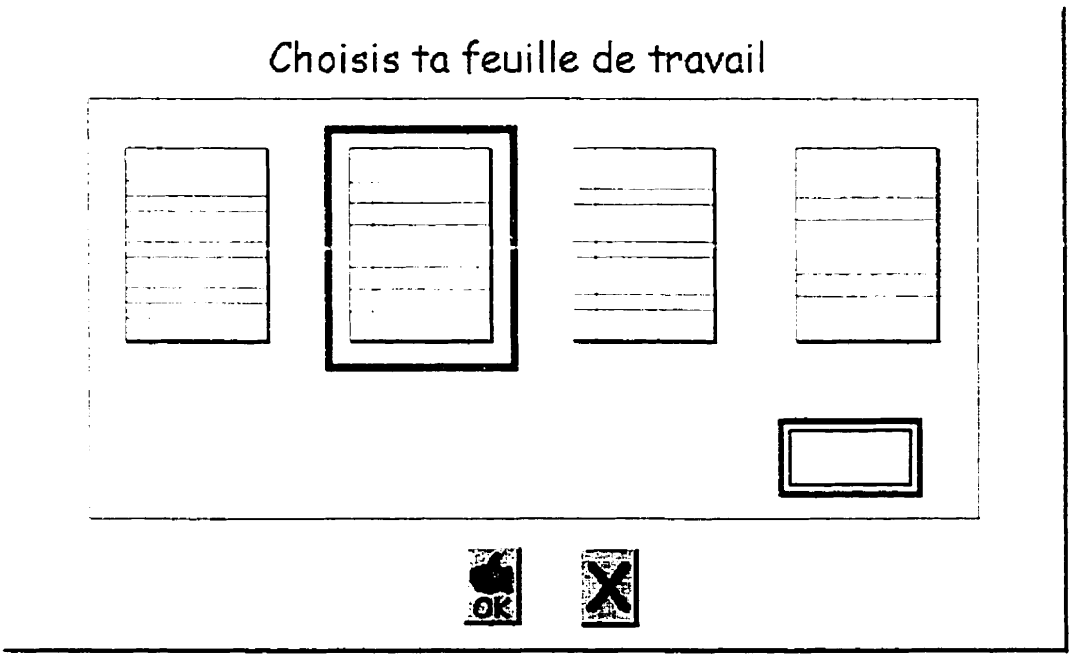


Figure 4.23 : Choix de la feuille de travail pour les niveaux 2 et 3

4.4.3 Scriptôt : l'agent pédagogique

Les agents présents à l'intérieur des jeux éducatifs interactifs peuvent non seulement apporter des conseils par rapport aux activités de l'enfant, mais ils peuvent jouer un rôle très important en ce qui concerne la motivation de l'enfant. Lester et al. (1997) ont étudié l'effet de tels agents sur l'apprentissage des enfants et les résultats ont prouvé qu'ils peuvent avoir un effet très positif sur la perception qu'ont les enfants de leur apprentissage. Ils suggèrent donc aux concepteurs de jeux éducatifs interactifs d'inclure un agent pédagogique. Cependant, un agent pédagogique trop dynamique peut devenir importun et irritant. Ils soutiennent que même les agents pédagogiques qui ne donnent aucun conseil sont perçus très positivement par les enfants et que les agents pédagogiques expressifs ont un effet positif tant du côté pédagogique que du côté affectif.

On peut cependant se poser la question : est-ce que l'enfant fera confiance à l'agent et est-ce que celui-ci lui apparaîtra comme étant compétent ? Bates (1994) répond à cette question en disant que c'est là que l'émotion entre en ligne de compte. Il est important de donner une émotion claire et appropriée à l'agent afin que l'utilisateur comprenne ses actions, se sente en contrôle et fasse confiance à l'agent.

Nous avons inclus un agent pédagogique dans notre logiciel. Il se nomme Scriptôt et il accompagne l'enfant tout au long de sa découverte et de son apprentissage. Il est représenté sous la forme d'un petit garçon sympathique (figure 4.24).

Figure 4. 24 : Scriptôt : notre agent pédagogique animé

Lorsque l'enfant commence un nouvel exercice, Scriptôt énonce la consigne. Il donne aussi des consignes pour demander à l'élève de faire des choix (feuille de travail ou lettre modèle), ou de confirmer certains choix comme par exemple quitter ou non le logiciel. Lorsque Scriptôt parle, il est animé. Il est aussi le correcteur des exercices (figure 4.25-a) et il donne un retour d'information vocal et des encouragements en cours d'exercice. Afin d'être plus crédible, Scriptôt peut laisser paraître plusieurs émotions. Il peut être très content lorsque l'élève réussit très bien ses exercices (figure 4.25-b), il peut sembler réfléchir lorsqu'il corrige le travail de l'enfant ou il peut sembler déçu si le travail de l'enfant est une véritable catastrophe. L'élève peut appuyer sur Scriptôt pour réécouter des consignes ou pour les arrêter s'il y a lieu.

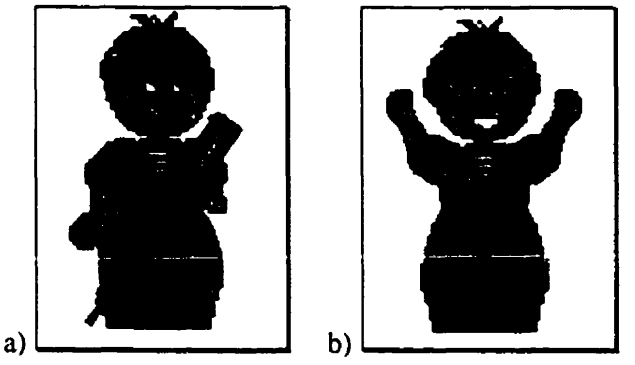


Figure 4. 25 : a) Scriptôt le correcteur b) Scriptôt lorsque l'enfant réussit un exercice

4.4.4 La barre de navigation

La barre de navigation est présentée à la figure 4.26. Elle permet à l'enfant de parcourir les exercices qui ont été sauvegardés antérieurement. La flèche gauche (1) est bleue et permet de voir les exercices antérieurs. La flèche droite (4) est rose et permet de revenir aux exercices qui ont été faits après ceux que l'on voit actuellement s'il y a lieu. Lorsque l'élève est à l'exercice le plus récent, s'il appuie sur la flèche rose, un nouvel exercice apparaît. On peut aussi utiliser l'icône "historique" (1) afin d'aller directement vers un exercice particulier, et éviter ainsi d'avoir à parcourir tous les exercices un à un. Le chiffre au centre (3) indique le numéro de l'exercice.

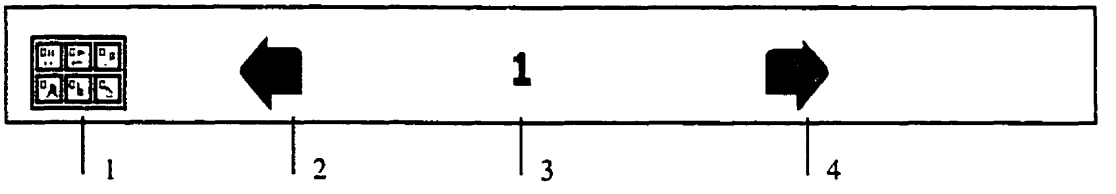


Figure 4.26 : Barre de navigation

4.4.5 La feuille de travail

La feuille de travail est l'endroit où s'affichent les exercices. Elle prend la forme d'un tableau dans le module des exercices d'écriture script, d'un cahier dans le module de l'écriture cursive et d'un chevalet dans la section du dessin libre.

4.5 Les consignes des exercices

Les consignes doivent faire appel à un vocabulaire que l'enfant connaît. De plus, elles doivent être claires, précises et les plus courtes possible. Elles doivent être vocales et lorsqu'il est difficile de les raccourcir, il est utile de faire appel à des animations permettant d'attirer l'attention de l'enfant pour aider à sa compréhension.

Tableau 4.1 : Consignes des exercices

Exercices	Consignes	Animée
Copie de lettres	Appuie sur la lettre encadrée et observe bien le sens de son tracé. Essaie ensuite d'écrire la lettre en respectant les lignes.	Oui
Lettres cachées	Essaie de compléter le mot en écrivant la lettre manquante. Si tu veux un indice, appuie sur l'image.	Oui
Copie de mots	Essaie de recopier le mot en respectant les lignes.	Non
Poursuite de cibles	Appuie ton crayon sur le point vert et essaie ensuite de suivre son déplacement.	Oui
Entrecroisé	Recopie les mots dans les cases de l'entrecroisé.	Non
Relier deux points, les zigzags	Appuie ton crayon sur le point vert et trace une ligne jusqu'au point rouge.	Non
Les crabes et les lacs	Appuie ton crayon sur le point vert afin d'amener le crabe jusqu'au point rouge. Mais fais attention, il faut bien contourner les lacs.	Non

4.6 Le retour d'information

Le retour d'information global écrit est toujours affiché en haut et au centre de la feuille de travail, en bleu et doublé du retour d'information vocal dit par Scriptôt. De plus, lorsque l'enfant réussit un exercice, Scriptôt s'anime en levant les bras. Pour certains exercices, des sons apportent aussi un retour d'information indiquant à l'enfant s'il réussit ou non l'exercice.

4.7 Description des exercices

Nous allons maintenant présenter une description des exercices d'écriture script ainsi que des exercices préparatoires à l'écriture.

4.7.1 Description des exercices d'écriture script

La copie de lettres

L'exercice de copie de lettres est directement tiré de nos observations dans les classes. Il a aussi été validé par les enseignantes. Lors d'un exercice de copie, l'enseignant trace une lettre au tableau ou dans le cahier de l'élève et ce dernier doit reproduire la lettre à répétition.
L'exercice de copie de lettres est représenté par la figure 4.27 :

Figure 4.27 : Exercice de copie de lettres

Lorsque l'enfant a sélectionné l'exercice de copie de lettre, la feuille des modèles de lettres apparaît automatiquement. L'enfant doit alors choisir une lettre parmi toutes les lettres script majuscules et minuscules. Une fois sa lettre choisie, sa feuille de travail apparaît avec, dans le coin gauche supérieur, la lettre qu'il a choisie. Elle est encadrée en vert. La première fois que l'élève fait cet exercice, une consigne vocale et animée explique et démontre à l'enfant de quelle façon il doit faire l'exercice. L'élève peut réécouter et revisualiser la consigne en appuyant sur Scriptôt. L'avantage principal de cet exercice par rapport à la méthode traditionnelle énoncée plus haut est que l'élève peut revoir autant de fois qu'il le veut le tracé dynamique de la lettre s'il clique sur celle-ci (à l'intérieur du cadre). On peut voir l'image d'un crayon suivre la cinématique de la lettre.

L'enfant doit recopier la lettre sur les lignes de sa feuille de travail. Pour lui indiquer qu'il peut

appuyer dans le carré, on change le curseur pour une main qui pointe. Pour le niveau facile, on affiche un cercle vert au point de départ de la lettre. Il peut tracer ses lettres et s'il n'est pas satisfait, les effacer à volonté. Une fois son travail terminé, l'enfant peut demander une correction en appuyant sur l'icône "correction". Une fois son travail corrigé, l'enfant ne peut plus le modifier. Cependant, il a la possibilité de visualiser dynamiquement le tracé de ses propres lettres en appuyant sur l'icône de revisualisation.

La poursuite de cibles

L'exercice de poursuite de cibles qui a été développé par l'équipe de conception, a été validé par les enseignantes. Il tire avantage de la technologie car il ne peut pas être pratiqué sur papier. C'est un compromis entre la copie et le calquage de lettres. En effet, lors de la copie de lettres, après plusieurs répétitions, la qualité des lettres diminue. Lors du calquage, les élèves ignorent parfois les flèches indiquant le sens du tracé. Or un principe dit que l'habileté à écrire sera acquise si l'élève est précis et constant dans son mouvement et s'il prend des décisions correctives au moment du tracé. L'exercice est représenté à la figure 4.28. Cette image fait référence aux petits cercles de couleurs qui sont utilisés pour former le tracé de la lettre.

Figure 4.28 : Image représentant l'exercice de poursuite de cibles

Lorsque l'enfant a sélectionné l'exercice de poursuite de cible, la feuille des modèles de lettres apparaît automatiquement. L'enfant doit alors choisir une lettre parmi toutes les lettres script majuscules et minuscules. Une fois sa lettre choisie, sa feuille de travail apparaît avec, au coin gauche supérieur, sa lettre et un petit cercle vert correspondant au point de départ de la lettre choisie. La première fois que l'enfant fait cet exercice, une consigne vocale et animée démontre à l'enfant la façon de faire l'exercice. L'enfant doit d'abord poser son crayon sur ce point. Une fois le point touché, ce dernier se met à se déplacer en suivant le tracé dynamique de la lettre. L'enfant doit tracer la lettre en suivant le point. Cet exercice apprend à l'élève la cinématique de la lettre et celui-ci se doit d'être précis dans son tracé, sinon, la cible ne se déplace pas. Cela

oblige donc l'enfant à corriger son tracé afin de faire avancer la cible et ainsi terminer le tracé de la lettre. Lorsque l'enfant a terminé la première lettre, on entend le message : "Bravo !". Lorsqu'il a terminé toutes les lettres qu'il devait faire, on entend : "Bravo, tu as terminé !" et Scriptôt s'anime, content.

La lettre manquante

Cet exercice est tiré du matériel pédagogique que nous avons analysé. C'est un exercice qui fait aussi appel à des habiletés de lecture car l'élève doit essayer de deviner la lettre manquante. L'exercice a été validé par les enseignantes. Il est représenté à la figure 4.29.

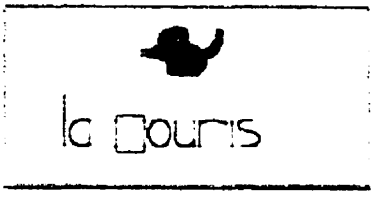


Figure 4.29 : Exercice de la lettre manquante

Une fois l'exercice de la lettre manquante choisi, une image ainsi qu'un mot avec une lettre manquante, précédé d'un déterminant, apparaissent à l'écran. Les mots se dessinent de façon dynamique, lettre après lettre. L'enfant doit écrire la lettre manquante. Les mots sont choisis de façon aléatoire. Cependant, le même mot ne doit pas revenir plus d'une fois avant que l'on ait vu tous les mots disponibles.

En appuyant son crayon sur l'image, l'enfant peut avoir accès à un indice. Au niveau 1, on peut entendre par exemple, "c comme dans chat" et la lettre se trace puis disparaît après 3 secondes. Au niveau 2, on entend la même chose mais la lettre ne se trace pas et au niveau 3, on entend seulement "un chat". Si l'enfant appuie sur une lettre du mot, elle se redessine de façon dynamique. Pour indiquer que l'on peut appuyer sur l'image et sur les lettres, on change le curseur pour une main qui pointe.

Les mots présentés sont différents pour chaque niveau de difficulté. Au niveau 1 on présente des mots généralement vus en maternelle, au niveau 2 des mots appris en 1re année et au niveau 3 des mots de 2e année.

La copie de mots

L'exercice de copie de mots est tiré de nos observations dans les classes de même que de nos analyses du matériel pédagogique. Les élèves font couramment des types d'exercices dans les classes. Cet exercice est représenté à la figure 4.30.

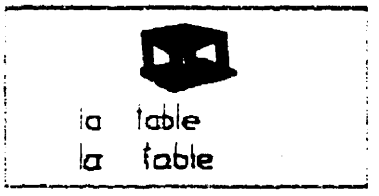


Figure 4.30 : Exercice de copie de mots

Une fois l'exercice de copie de mots choisi, une image et un mot à copier, précédé d'un déterminant, s'affichent à l'écran, ainsi que des réglures à l'intérieur desquelles l'élève doit recopier le mot affiché. Les mots sont choisis de façon aléatoire. Cependant, le même mot ne doit pas revenir plus d'une fois avant que l'on ait vu tous les mots disponibles. Comme dans l'exercice des lettres cachées, les mots sont choisis en fonction du niveau de difficulté.

L'enfant peut entendre le mot à écrire en appuyant sur l'image. Pour lui indiquer qu'il peut appuyer sur l'image, on change le curseur pour une main qui pointe. Un avantage de la version informatisée de la copie de mots est que si l'élève clique sur une lettre du mot, elle se redessine de façon dynamique, lui indiquant la bonne façon de former les lettres.

L'entrecroisé

L'entrecroisé est un exercice tiré du matériel pédagogique des élèves et il a été validé par les enseignantes. Il est représenté à la figure 4.31. Le but de l'exercice est de copier les mots dans les cases de la grille. En fait, c'est un exercice de copie de mots présenté dans un contexte plus amusant.

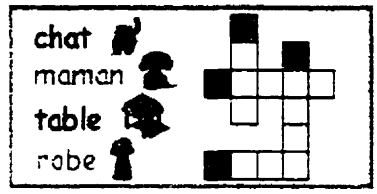


Figure 4.31 : Exercice de l'entrecroisé

Une fois l'exercice de l'entrecroisé choisi, une grille de quatre à six mots apparaît à la droite de l'écran selon le niveau de difficulté. Les mots à copier associés de leur image apparaissent à la gauche de l'écran (le niveau 1 a quatre mots, le niveau 2 en a cinq et le niveau 3 en a six). L'enfant doit recopier les mots dans la grille. Comme dans les exercices de copie de mots et de lettres cachées, l'enfant peut appuyer sur les lettres pour en voir le tracé et en appuyant sur l'image, il peut entendre le mot à copier. La première lettre de chaque mot est déjà inscrite dans la grille. Comme dans l'exercice des lettres cachées, les mots sont choisis en fonction du niveau de difficulté.

4.7.2 Exercices préparatoires à l'écriture

Ce type d'exercices est donné aux élèves de maternelle afin qu'ils puissent acquérir des habiletés motrices fines. Ces exercices peuvent être très simples tels que relier un point à un autre ou être plus complexes, tels que tracer des zigzags, des vagues ou de contourner des obstacles afin de se préparer à la formation des lettres.

Relier deux points

Cet exercice très simple est tiré de nos observations en classe de maternelle. Il permet à l'élève d'acquérir de la dextérité manuelle avec le crayon. De plus, les élèves plus avancés peuvent s'amuser à le faire le plus vite possible. Il est représenté à la figure 4.21.

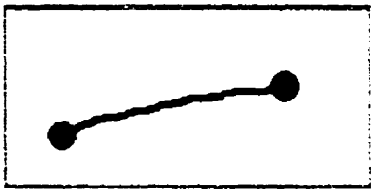


Figure 4.32 : Exercices "Relier deux points"

Cet exercice fait apparaître deux points sur la feuille de travail. Le point de départ est vert et le point d'arrivée est rouge. La position des points est choisie de façon aléatoire de manière à avoir des mouvements variés. Si l'élève n'appuie pas sur le point vert en premier, aucun trait n'apparaît. Lorsque l'enfant réussit l'exercice, on entend un effet sonore d'encouragement et le retour d'information "Bravo !" est écrit en haut de l'écran. De plus, les points changent de position. Si l'enfant ne réussit pas, on entend un effet sonore différent, le retour d'information "Essais encore" est affiché, le trait de l'enfant disparaît et les points restent aux même endroits.

Les zigzags

Cet exercice est aussi tiré de nos observations dans les classes de maternelle. Il permet à l'enfant de se préparer à la formation de lettres formées des traits diagonaux. Il est représenté à la figure 4.33.

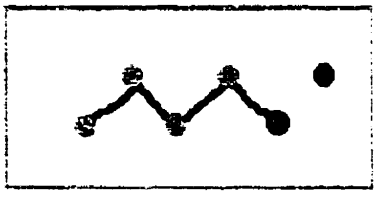


Figure 4.33 : Exercice du zigzag

Une légende en haut de la feuille de travail indique à l'enfant qu'il doit tracer un zigzag. Un point de départ vert et un point d'arrivée rouge apparaissent tout d'abord sur la feuille de travail. Si l'enfant réussit à relier les deux points correctement, le point d'arrivée devient le prochain point de départ et un nouveau point d'arrivée apparaît de façon à former un zigzag. Si l'élève part du point d'arrivée pour faire son tracé, aucun trait n'apparaît à l'écran. Lorsqu'il ne réussit pas son tracé, ce dernier s'efface et on entend un effet sonore afin que l'élève comprenne bien qu'il doit le

recommencer. À mi-chemin du zigzag, un message d'encouragement est donné selon le degré de réussite de l'élève. S'il n'a fait aucune erreur, on entend : "Continue, ça va très bien". S'il a fait une ou deux erreurs, on entend "Continue, tu es rendu à mi-chemin". Et s'il a fait plus de deux erreurs, on entend : "Ne te décourage pas, tu es rendu à mi-chemin".

Les crabes et les lacs

Cet exercice est inspiré d'un exercice fait par les élèves en maternelle. Nous avons ajouté des aspects ludiques (les crabes et les lacs) pour rendre l'activité plus intéressante. Cet exercice est représenté à la figure 4.34.

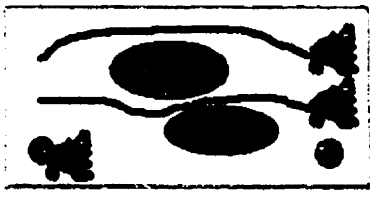


Figure 4.34 : Exercices des crabes et des lacs

L'élève doit tracer des lignes horizontales de gauche à droite en contournant des zones correspondant à des lacs. Ainsi, l'élève doit transporter les crabes de la gauche vers la droite sans échapper les crabes dans les lacs. S'il passe au travers un lac, on entend un effet sonore et l'enfant doit recommencer son tracé. L'exercice est terminé lorsque l'enfant a tracé toutes les lignes jusqu'au bas de la feuille.

4.8 L'interface de l'enseignant

L'enseignant peut accéder à l'interface qui lui est dédiée en entrant tout d'abord le mot "prof" au clavier initial. Ceci lui donne accès au contrôle représenté par une cage d'oiseau. En appuyant sur celle-ci, la boîte de dialogue de la figure 4.35 apparaît. Il peut alors sélectionner son nom ou l'ajouter s'il y a lieu. Une fois son nom sélectionné, il doit entrer un mot de passe. Puis, il accède à son compte, où il peut définir ses propres critères de correction. Le menu de l'enseignant (figure 4.36), offre présentement deux choix à celui-ci : la personnalisation des critères de correction et la personnalisation du retour d'information. L'interface pourra éventuellement offrir

d'autres fonctionnalités telles que la définition des modèles de lettres par l'enseignant, la visualisation de statistiques sur le progrès des élèves, etc.

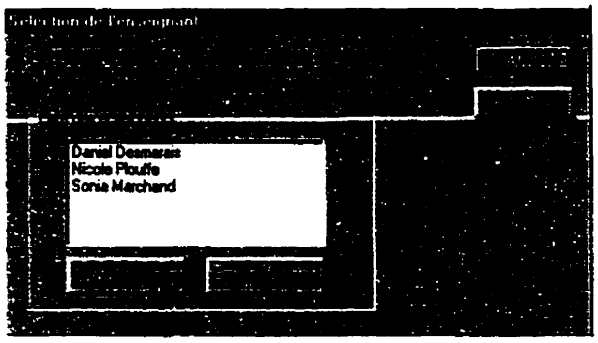


Figure 4.35 : Boîte de sélection de l'enseignant

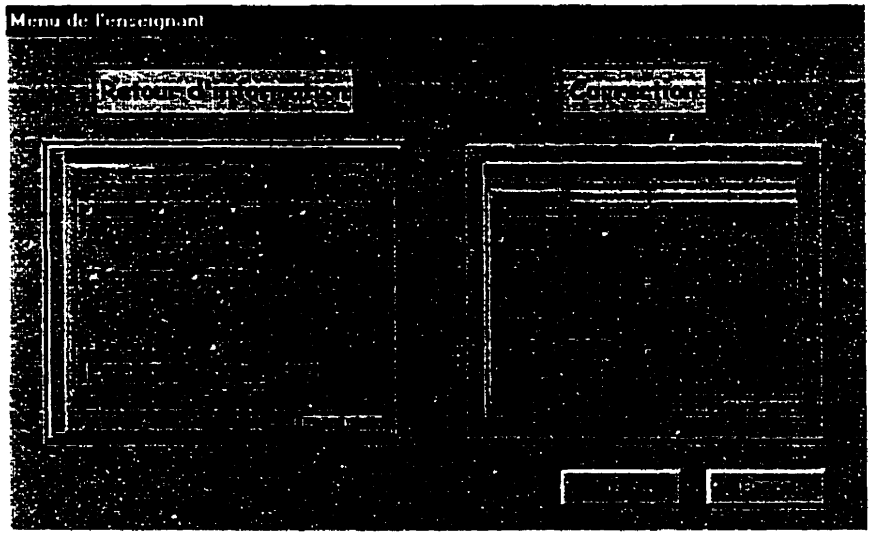


Figure 4.36 : Menu de l'enseignant

Si l'enseignante appuie sur le bouton du retour d'information, une boîte de dialogue apparaît, identique au bouton (figure 4.37). Celle-ci permet à l'enseignant de personnaliser son modèle de correction. Le logiciel corrigera les exercices des élèves selon les cases qui auront été sélectionnées par l'enseignant. Un deuxième onglet permet à l'enseignante de personnaliser ses retours d'information globaux selon la catégorie de messages, exercices très bien réussis, non réussis avec efforts, non réussis sans efforts et notes explicatives.

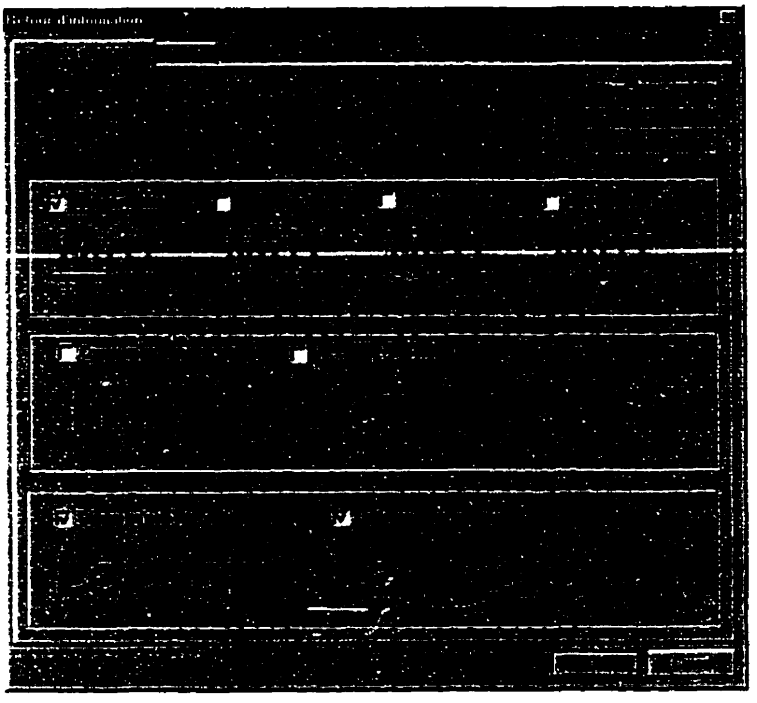


Figure 4.37 : Fenêtre permettant de régler la manière d'indiquer une erreur

Si l'enseignant appuie sur le bouton de correction, une boîte de dialogue apparaît, identique au bouton. Celle-ci a huit onglets, permettant d'accéder aux huit critères de correction principaux. Chaque boîte de dialogue possède un court texte explicatif en haut à gauche de la boîte, une case à cocher afin d'activer ou de désactiver le critère de correction et deux boutons : "Par défaut...", qui permet à l'enseignante de faire en sorte que ses critères personnalisés deviennent les critères par défaut pour sa classe, et "Réinitialiser" qui permet, si elle fait un changement temporaire à ses critères (pour un élève en particulier), de les réinitialiser à leurs valeurs par défaut par la suite. De plus, pour l'espace entre les mots (figure 4.38), l'espace entre les lettres (figure 4.39), l'inclinaison de l'écriture (figure 4.40), le respect des réglures (figure 4.41) et la complétude des lettres (figure 4.41), l'enseignante peut sélectionner les limites acceptées en se servant des flèches et ainsi voir de façon dynamique le résultat de son action. Pour les autres critères de correction (levées de crayon, sens du tracé et largeur de la lettre), il suffit d'activer ou de désactiver les critères.

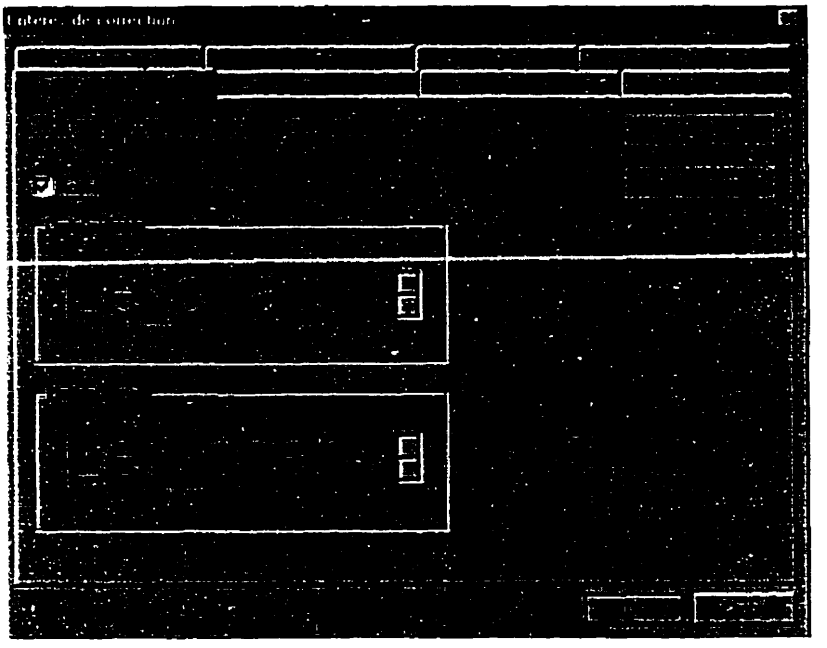


Figure 4.38 : Fenêtre de réglage de l'espace entre les mots

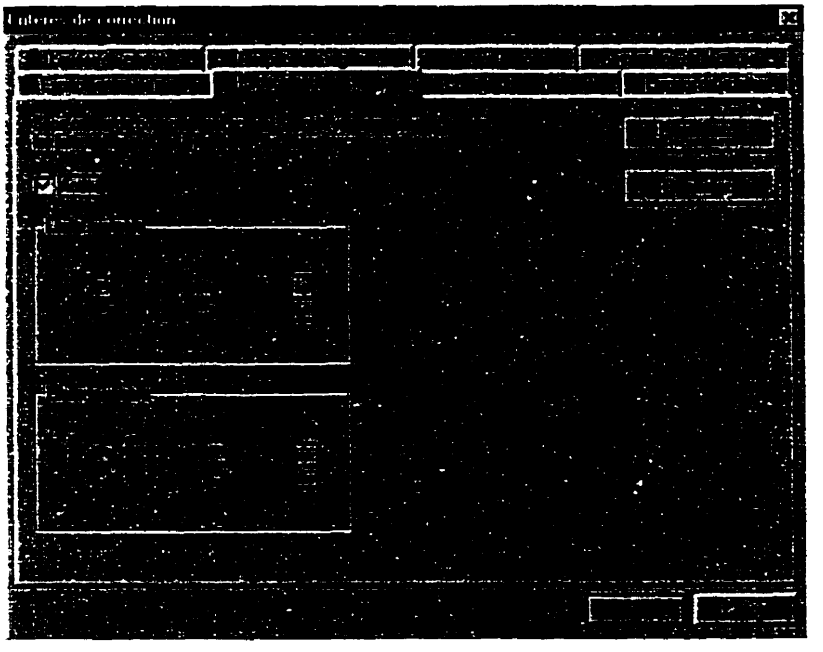


Figure 4.39 : Fenêtre de réglage de l'espace entre les lettres

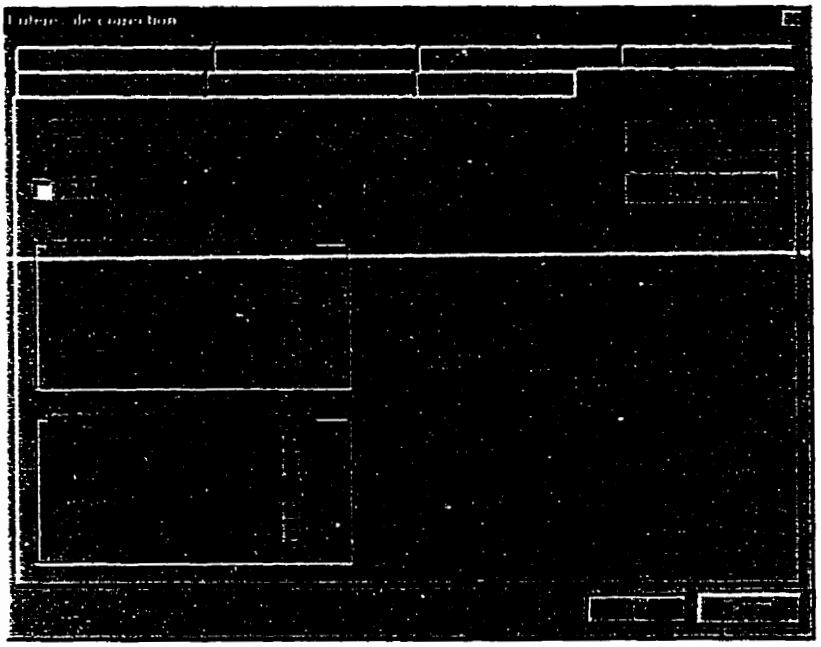


Figure 4.40 : Fenêtre de réglage de l'inclinaison de l'écriture

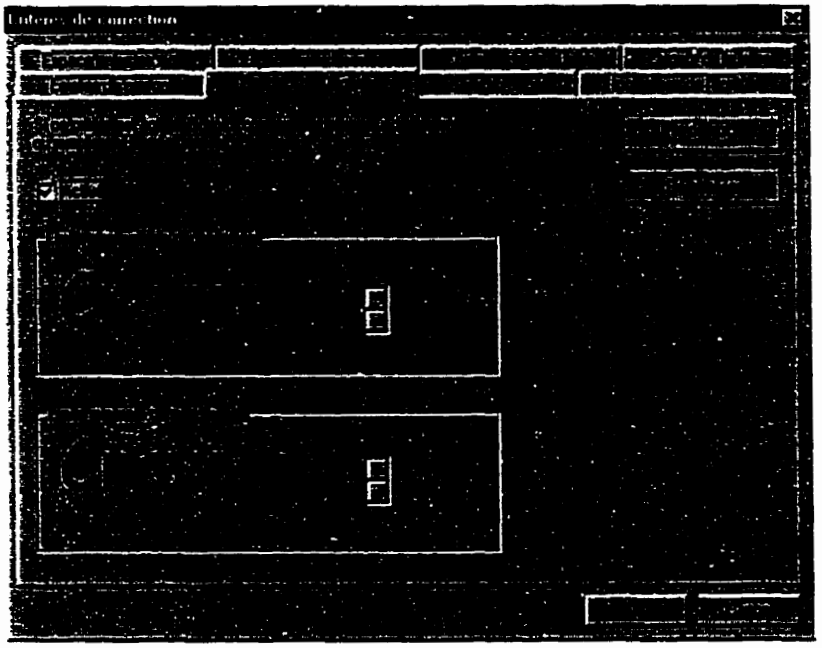


Figure 4.41 : Fenêtre de réglage du critère de respect des réglures

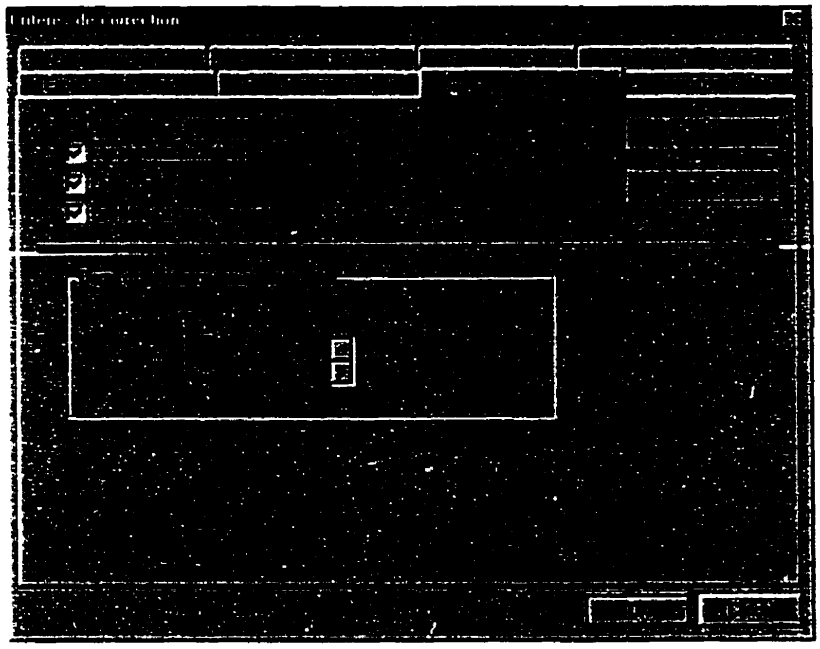


Figure 4.42 : Fenêtre de réglage du critère de complétude de la lettre

Maintenant que nous avons présenté l'interface de Scriptôt en détails, nous allons maintenant, dans le prochain chapitre, décrire de quelle façon cette interface a évolué tout au long de sa conception et de son évaluation auprès des enfants, des enseignants et des membres de l'équipe de conception.

CHAPITRE V

L'ÉVALUATION DE L'INTERFACE DE SCRIPTÔT

L'évaluation de l'interface de Scriptôt s'est faite à plusieurs étapes du développement du logiciel en utilisant différentes méthodes. Elle a été faite de façon itérative, c'est-à-dire selon un cycle de conception-évaluation-modification-réévaluation, etc. Dans ce chapitre, nous allons tout d'abord discuter brièvement de l'évaluation du modèle d'interface que les membres de l'équipe de conception ont faite. Par la suite, nous allons présenter une méthode d'évaluation indispensable pour améliorer l'utilité et l'utilisabilité de l'interface : les tests d'utilisabilité auprès des enfants. Nous allons présenter la méthodologie utilisée dans ces tests, le type de données que nous avons recueillies et l'analyse des résultats qui a été faite. Puis, nous présenterons l'évaluation qui a été faite auprès des enseignantes. En dernier lieu, nous présenterons les résultats de l'évolution de l'interface ainsi que les résultats concernant la méthodologie utilisée, ainsi que les leçons tirées de l'évaluation d'interfaces auprès des enfants.

5.1 Évaluation par l'équipe de conception

L'équipe de conception est constituée de deux sous-groupes. Les membres au quotidien ainsi que les membres conseillers, qui ne sont présents qu'à certaines réunion de l'équipe. Les membres réguliers étaient au nombre de quatre et les membres conseillers, au nombre de trois.

Le but de l'évaiuation par l'équipe de conception était d'évaluer le concept de l'interface et la métaphore utilisée. L'équipe de conception a évalué les premiers modèles d'interfaces. Avant même de construire le premier prototype d'interface, nous avons développé des maquettes-papier à partir de scénarios de tâches qui nous ont permis de définir les grandes fonctionnalités de l'interface. Lorsque les membres réguliers de l'équipe ont jugé avoir un modèle intéressant, nous avons construit un prototype. Cela nous a permis de concrétiser et de compléter l'interface ainsi que de l'évaluer.

Nous avons procédé par des démonstrations du système à tous les membres de l'équipe (concepteurs et conseillers), qui, par la suite, ont repéré un certain nombre de problèmes au niveau de l'interface. Nous avons modifié notre premier concept de métaphore, qui était alors un cahier d'exercices séparé en différentes sections correspondant aux différents modules d'exercices. Les spécialistes du domaine de l'enseignement primaire faisant partie de l'équipe nous ont alors suggéré de trouver une métaphore qui stimulerait plus l'imagination de l'enfant et qui rappellerait moins le concept de cahiers d'écriture qu'elles jugeaient non attirant pour l'enfant. De plus, nous avons modifié certains éléments de l'interface, comme des dessins qui manquaient de clarté. Par exemple, pour le choix d'une épaisseur de crayon : séparer le crayon et le trait de crayon afin que le crayon ne ressemble pas à un « tournevis » (figure 5.1 a et b).

Figure 5.1 : a) épaisseur de crayon 1re version b) épaisseur de crayon 2e version

Lorsque nous avons été en possession d'un prototype fonctionnel et approuvé par l'équipe de conception, nous avons commencé la conception détaillée de l'interface.

5.2 Évaluation par les enfants

Pour cette démarche d'évaluation, nous avons procédé de façon itérative, c'est-à-dire que nous avons d'abord rencontré quelques enfants pour faire l'évaluation, pour ensuite modifier le système selon les résultats obtenus, refaire d'autres tests avec d'autres enfants, et ainsi de suite. Nous avons procédé à cinq itérations au cours du développement.

L'objectif de l'évaluation est de détecter les parties de l'interface qui fonctionnent bien et auxquelles les enfants réagissent bien, ainsi que les parties qui causent des problèmes aux enfants et auxquelles ceux-ci réagissent moins bien.

Pour évaluer Scriptôt auprès des enfants, nous avons privilégié la méthode des tests d'utilisabilité. Lors de ceux-ci, on demande à l'utilisateur de réaliser des tâches avec l'interface.

C'est donc l'utilisateur qui évalue l'interface. Le spécialiste en ergonomie, quant à lui, doit définir les tests. Ceux-ci peuvent être faits à différentes phases du développement du logiciel et plusieurs sessions de tests sont généralement nécessaires. En fait, une session de tests est réalisée en fonction des résultats des tests précédents et ont un impact sur les suivants. On arrête le processus itératif lorsque l'interface est jugée acceptable. Trois aspects des tests d'utilisabilité seront décrits dans les paragraphes suivants : les tâches à soumettre à l'utilisateur, les utilisateurs et la procédure.

5.2.1 Les tâches à soumettre à l'utilisateur

Les tests d'utilisabilité peuvent porter sur des tâches réelles ou des scénarios de tâches ou une combinaison des deux. Les tâches réelles sont tirées du travail de l'utilisateur mais sont limitées à la situation actuelle de travail. Le scénario de tâches est construit par l'analyste (c'est-à-dire le responsable des tests) et est un ensemble de tâches qui représente le travail actuel ou futur de l'utilisateur, mais est indépendant des caractéristiques de l'interface du logiciel. Les scénarios sont nécessaires quand on ne dispose pas de tâches types reconnues dans un domaine d'application pour tester l'interface (Robert et Fiset, 1992).

Deux approches peuvent être suivies pour le choix des tâches. La première est de demander à l'utilisateur d'exécuter une seule tâche, globale, qui mobilise ce dernier pour toute la durée des tests. La deuxième est de donner à l'utilisateur plusieurs tâches, courtes et précises.

5.2.2 Les utilisateurs

Les participants aux tests doivent bien représenter les futurs utilisateurs du système. Il faut tenir compte de l'âge, du sexe, de la langue et la culture, de l'habileté manuelle (pour utiliser un clavier ou une souris par exemple), du niveau scolaire, du niveau d'expérience en informatique, etc. C'est l'analyste qui doit choisir les utilisateurs, pour éviter les biais de sélection et s'assurer qu'ils représentent la population des réels utilisateurs. De plus, un participant ne devrait participer qu'à une seule séance de tests afin d'éviter l'effet d'apprentissage. En général, avec cinq participants, on peut espérer détecter presque 100 % des problèmes très importants de

l'interface et 60 % des problèmes moins importants. Dans la plupart des cas, avec cinq participants, il est possible de détecter environ 80 % des problèmes d'une interface (Virzi, 1992).

Au total, nous avons rencontré 29 enfants provenant de six écoles différentes. Toutes les séances de tests ont eu lieu dans les écoles, dans des locaux réservés à cette fin. Chaque enfant n'a été vu qu'une seule fois pour éviter l'effet d'apprentissage, pour une durée variant de 20 à 40 minutes chacun.

Nous avons demandé aux enseignantes de chaque classe de choisir des enfants d'habileté moyenne en lecture et en écriture, de même qu'en informatique. Nous avons aussi cherché à avoir le même nombre de filles que de garçons. Le tableau 5.1 présente les caractéristiques des cinq groupes d'enfants correspondant aux cinq itérations. À chaque itération, nous visions à rencontrer six enfants (deux enfants de chaque niveau scolaire) mais nous avons manqué de temps pour un groupe où nous n'avons pu en voir que quatre. Tous les enfants avaient déjà utilisé un ordinateur à l'école ou à la maison.

Tableau 5.1 : Caractéristiques des groupes d'enfants ayant participé aux tests d'utilisatbilité

Groupe	Nombre d'élèves	Nb d'élèves de maternelle	Nb d'élèves de 1re année	Nb d'élèves de 2e année
1	6	2	2	2
2	7	2	3	2
3	4	2	1	1
4	6	2	2	2
5	6	2	2	2
Total filles		6	5	5
Total garçons		4	5	4
Total	29	5 ans: 6 6 ans: 4	6 ans: 3 7 ans : 7	7 ans: 5 8 ans: 4

5.2.3 Procédure des tests avec les enfants

Pour l'évaluation, nous avons suivi la méthodologie proposée par Nielsen (1993), en l'adaptant aux enfants à la lumière des leçons méthodologique énoncées par Hanna et al. (1997). Les séances de tests étaient dirigées par le responsable de l'évaluation (l'auteure de ce mémoire) et il y avait parfois un, deux ou trois observateurs soit des enseignants ou des membres de l'équipe de conception. Nous avons filmé les séances d'évaluation.

Filmer les participants aux tests d'utilisabilité peut avoir de nombreux avantages. Cela peut être utile pour un revisionnement ultérieur ou pour présenter les problèmes de l'interface aux autres membres de l'équipe de développement (Shneiderman, 1998). La présence de caméras rend parfois les adultes anxieux au tout début de la séance, mais très rapidement, ils se concentrent sur les tâches à effectuer et ignorent les caméras. Elle ne gêne aucunement le déroulement des séances de tests lorsqu'il s'agit d'enfants (Hanna et al., 1997). S'il n'y a qu'un seul expérimentateur, la caméra peut être un aide-mémoire très utile, surtout si les tests sont assez longs. Sans caméra, l'expérimentateur se voit dans l'obligation de prendre des notes afin de se souvenir des réactions, comportements, commentaires et erreurs des enfants. Druin (1999) affirme que celui qui interagit avec l'enfant ne doit pas prendre de notes. La prise de notes peut être perçue de façon négative de la part des enfants car ils peuvent avoir l'impression d'être constamment observés et évalués. L'inconvénient majeur de l'utilisation d'une caméra est le temps que prend l'analyse des bandes vidéo qui peut être de trois à dix fois plus longue que la durée du test lui-même. Nielsen (1993) suggère d'utiliser ce temps supplémentaire pour faire plus de tests.

Les paragraphes qui suivent présentent la procédure suivie.

5.2.3.1 Introduction aux tests

Le responsable de l'évaluation accueillait tout d'abord l'enfant et engageait une petite conversation pour le mettre à l'aise. La plupart des enfants aiment parler de leur anniversaire, de leurs matières préférées ou des sports qu'ils pratiquent à l'école (Hanna et al., 1997). En général, les enfants ont semblé plus intimidés lorsqu'il y avait présence de plusieurs observateurs.

Ensuite, nous avons expliqué le but des tests. Ici, nous avons expliqué que des amis avaient fabriqué ce jeu et qu'ils avaient besoin de l'aide de l'enfant afin de l'améliorer. Nous avons précisé que d'autres personnes que le responsable de l'évaluation ont fabriqué le logiciel, afin de permettre à l'utilisateur de critiquer le système librement (Nielsen, 1993). Cela est encore plus important avec les enfants, qui ont une tendance naturelle à vouloir plaire à l'adulte.

Les utilisateurs, même s'ils sont informés que ce ne sont pas eux qui sont évalués mais bien le système, peuvent être stressés et ressentir le besoin d'être compétitifs (Nielsen, 1993). Cela est encore plus vrai lorsque les utilisateurs sont des enfants et que les tests se déroulent en milieu scolaire (Hanna et al., 1997). Le responsable de l'évaluation a donc expliqué à l'enfant que ce n'est pas lui qu'on évalue mais bien le logiciel et il s'est assuré qu'il soit tout à fait à son aise.

Nous avons porté une attention particulière à l'installation physique de la salle de tests. Ainsi, il fallait penser à avoir des petites tables et des petites chaises pour le confort des enfants (ou des chaises dont la hauteur est ajustable). Qui plus est, le contraste des couleurs de la tablette graphique n'est clair que sous certains angles, il fallait donc s'assurer que l'enfant voit bien les couleurs et réalise que la vision des couleurs n'était pas la même selon sa position. Cet aspect peut influencer grandement les résultats des tests car si l'enfant n'est pas assis à la bonne hauteur, il ne percevra pas bien l'affichage à l'écran; de ce fait, il aura une mauvaise perception des éléments graphiques et sa performance en sera affectée.

Ensuite, nous avons présenté la tablette graphique à l'enfant et le crayon qui permet d'écrire directement sur l'écran. Nous avons montré à l'enfant la manière de tenir le crayon et la façon d'appuyer le crayon sur l'écran pour pointer des objets. Il est important de mettre l'enfant en confiance.

Nous avons aussi expliqué aux enfants qu'ils peuvent poser des questions à tout moment. Avec les adultes, il est possible de donner des instructions telles que "penser tout haut" ou "travailler le plus vite possible". Avec les enfants, c'est moins évident. Certains le font de façon naturelle, d'autres ont beaucoup de difficulté à le faire. Avec des adultes, on donne les instructions des tests sous forme écrite et on demande de les lire. Avec les enfants du préscolaire, on laisse explorer

librement (Hanna et al., 1997). Avec les enfants de six à 14 ans, on demande de faire de l'exploration libre ainsi que des tâches spécifiques. Cependant, pour les plus jeunes (six à dix ans), les tâches doivent être courtes et simples et on doit les répéter au besoin (Hanna et al., 1997). Avec des enfants de l'âge de huit ans et moins, le responsable de l'évaluation doit être un accompagnateur qui rassure et encourage les enfants. Les enfants d'âge préscolaire ont besoin de la présence de leurs parents (Hanna et al., 1997).

5.2.3.2 Au cours de la session de tests

Le responsable des tests doit interagir le moins possible avec l'utilisateur adulte et ne pas exprimer d'opinion personnelle sur son cheminement afin d'éviter de lui suggérer des solutions et de biaiser les résultats des tests (Nielsen, 1993). Avec des enfants, la session doit être plus interactive et le responsable des tests doit être encourageant, en donnant des retours d'information positifs. La session de tests pour l'enfant ne doit pas être trop formelle mais plutôt prendre la forme d'un jeu. Cependant, de la même façon qu'avec les adultes, il faut laisser les enfants essayer de trouver les moyens d'exécuter les tâches par eux-mêmes. Il ne faut pas répondre directement à leurs questions lorsqu'ils ne savent pas comment exécuter une tâche, mais plutôt se préparer une liste d'indices à plusieurs niveaux pouvant être utilisés au besoin (Hanna et al., 1997). Par exemple, si on demande à un enfant d'aller sélectionner une nouvelle lettre à pratiquer et que celui-ci nous demande comment faire, on peut d'abord l'encourager et lui dire de bien regarder l'écran. S'il ne trouve pas, on peut mettre l'accent sur le fait qu'il doit sélectionner une lettre et lui demander s'il y a un endroit à l'écran où il voit des lettres. En général, l'enfant va trouver à cet instant. Si toutefois il ne voit toujours pas, on peut lui indiquer une région de l'écran à observer et lui décrire sommairement l'image : « tu dois trouver une feuille où toutes les lettres de l'alphabet sont affichées ». Finalement, en dernier recourt, on peut lui pointer l'image.

Si plusieurs personnes observent l'expérience, il est important que l'une d'entre elles soit l'expérimentateur officiel et que seule cette personne donne des instructions et parle durant l'expérience (Nielsen, 1993; Hanna et al., 1997).

Il est important d'observer les comportements des utilisateurs, surtout s'il s'agit de jeunes enfants à qui on ne peut demander de "penser tout haut". On doit observer leurs sourires, rires, leurs

signes d'ennui ou autres. Ces comportements sont probablement une source d'informations encore plus sûre que les réponses aux questions de l'expérimentateur puisque les enfants ont parfois tendance à répondre de manière à plaire à l'adulte (Hanna et al., 1997).

Nous avons expérimenté trois différentes méthodes de tests avec les enfants :

- tests sans scénarios prédéfinis.
- tests avec des scénarios prédéfinis ordonnés
- tests avec des scénarios prédéfinis non ordonnés

Les paragraphes qui suivent décrivent chacune de ces méthodes :

Tests sans scénarios prédéfinis

Avec cette méthode, nous avons laissé les enfants naviguer à leur rythme et selon leur désir à travers le logiciel. Nous les guidions parfois pour les orienter vers des foncions du logiciel que nous voulions tester, pour des raisons de contraintes de temps. Nous avons utilisé cette méthode lors des premières séances de tests. Même si nous avions méticuleusement préparé des scénarios à exécuter par les enfants, en voyant leur enthousiasme et leur désir de découvrir le logiciel, nous avons pensé qu'il était plus approprié de déformaliser la séance et de les laisser s'amuser réellement avec leurs activités préférées. Cette méthode a le désavantage d'être difficile à gérer en temps.

Test avec des scénarios prédéfinis ordonnés

Les scénarios ont été définis en s'assurant de la couverture totale du logiciel ; leur ordre a été défini afin que les tâches forment une suite logique et que l'évaluation prenne le moins de temps possible. De plus, les tâches à faire devaient être courtes et simples. Une combinaison de deux tâches simples telles que "dessiner un cercle rouge" et "dessiner un carré vert" pouvait saturer la mémoire de l'enfant et on devait souvent répéter la deuxième tâche. L'idéal, avec ce groupe d'âge, est de donner une seule tâche à faire à la fois.

Avec cette méthode, nous bâtissions à l'avance une liste de tâches simples que l'enfant était appelé à exécuter en suivant un ordre bien précis. L'enfant suivait les consignes, données de façon orale une à une. Voici un exemple de scénario ordonné :

1. Va faire du dessin
2. Dessine un cercle rouge
3. Dessine un carré vert
4. Efface le cercle rouge
5. Revient à la Salle de jeu
6. Va faire des exercices d'écriture scripts

Nous avons utilisé cette méthode surtout pour les dernières séances de tests, où nous avions déjà une bonne idée de la réaction des enfants vis-à-vis le logiciel. Nous voulions alors tester des parties bien précises du logiciel le plus efficacement possible.

Tests avec des scénarios prédéfinis non ordonnés

Avec cette méthode, nous établissions aussi une liste de tâches à faire, cependant l'ordre dans lequel l'enfant devait les exécuter n'était pas déterminé à l'avance. L'enfant choisissait les sections qu'il voulait explorer et une fois à l'intérieur d'une section, nous énoncions une à une les tâches à faire. Voici un exemple de scénario non ordonné :

Section dessin

1. Dessine un cercle rouge
2. Dessine un carré vert
3. Efface le cercle rouge

Section exercice de copie de lettres

Après avoir fait l'exercice une première fois:

1. Choisis une nouvelle lettre
2. Regarde encore le sens du tracé de cette lettre
3. Trace la lettre avec la couleur de ton choix
4. Demande la correction

Cette méthode est celle que nous avons utilisée le plus souvent car elle permet de tester le logiciel de façon structurée tout en permettant à l'enfant de faire certains choix selon son désir, ce qui est plus motivant pour lui. De plus, cela nous permet d'observer plus facilement qu'elles sont

les parties du logiciel qu'il aime particulièrement et celles qu'il aime moins.

Avec chacune des méthodes, l'enfant pouvait poser des questions. De plus, l'évaluateur interrogeait l'enfant sur le contenu et la forme de l'interface. Par exemple :

- Qu'est-ce que tu vois à l'écran?
- À quoi te fait penser cet objet?
- Que crois-tu qu'il va arriver si tu appuies sur ce bouton?
- Est-ce que tu as bien compris ce que le petit bonhomme t'as dit?
- Est-ce que tu sais ce que tu dois faire?

Le responsable de l'évaluation répondait aux questions et guidait l'enfant si nécessaire.

5.2.3.3 Après les tests

Après les tests, il est possible de recueillir les commentaires et suggestions de l'utilisateur à propos du système, par questionnaires ou par une simple discussion. Ces suggestions ne conduisent pas toujours à des changements spécifiques de l'interface car elles peuvent parfois être contradictoires ou difficiles à implanter mais elles sont une source riche d'idées à considérer pour l'amélioration de l'interface (Nielsen, 1993).

Après les tests, nous avons recueilli les commentaires des enfants en leur demandant s'ils avaient apprécié leur expérience et quelles avaient été leurs activités préférées. Avec le dernier groupe d'évaluation, nous avons aussi procédé à une évaluation par questionnaire. Nous avons posé quelques questions auxquelles l'enfant répondait sur une échelle de Lickert adaptée pour les enfants (figure 5.2). Voici quelques questions :

1. Est-ce que tu crois que le logiciel peut t'apprendre à écrire ou non ?
2. Le logiciel est amusant ou ennuyant ?
3. Les exercices sont intéressants ou ennuyants ?
4. Les exercices sont corrects ou sont trop faciles ?
5. Scriptôt, le petit garçon est amusant ou ennuyant ?

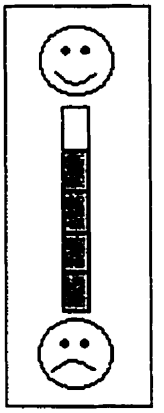


Figure 5.2 : Échelle de Lickert adaptée pour les enfants

5.2.4 Données recueillies

Les données ont été recueillies à partir de nos observations directes, des commentaires et réactions des enfants, des enregistrements vidéo des séances d'évaluation et des commentaires des observateurs participants, le cas échéant. Les enfants peuvent nous informer de leur compréhension et leur appréciation de l'interface de plusieurs façons. Nous pouvons classifier les données recueillies en plusieurs catégories :

- *Les comportements et les attitudes des enfants*

  Nous observons l'attitude générale de l'enfant face au logiciel. Il peut s'agir de timidité, d'initiative, d'autonomie, de curiosité, etc. Nous observons aussi les réactions non-verbales des enfants, positives telles que des sourires ou des signes de surprise ou négatives telles que des signes de fatigue, d'ennui et d'impatience. Les causes possibles des réactions négatives peuvent être une interface trop lente, la présence d'éléments trop enfantins pour les enfants plus vieux (8 ans), des exercices ennuyants, un manque de défis, un manque d'éléments amusants, etc. Les éléments d'interface en cause doivent alors être modifiés ou éliminés.

- *Les commentaires des enfants*

  Il peut s'agir de commentaires positifs à propos d'exercices qu'ils aiment ou de fonctionnalités amusantes. Par exemple : "Ça c'est cool !" en parlant de la gomme à effacer "ressort" ou "J'aimerais ça avoir un jeu comme ça à la maison" en faisant l'exercice des zigzags. Il peut aussi s'agir de commentaires négatifs s'ils n'ont pas envie de faire une tâche ou si le système ne répond pas à leurs attentes. Par exemple : "Non, ça ne me tente pas !" après avoir écouté le message d'incitation "Viens t'exercer à écrire en lettres détachées" ou "Hey! J'peux pas écrire" en attendant qu'un mot s'affiche dynamiquement à l'écran. Il faut alors modifier l'interface en conséquence.

- *Les tâches réussies*

  Pour les tâches réussies, on note le temps d'exécution, le degré d'assurance avec lequel chaque tâche a été exécutée, etc. Si une tâche est exécutée très rapidement avec beaucoup d'assurance, c'est un indice qui permet de croire que les éléments d'interface reliés à cette tâche sont adéquats ou encore que le degré de difficulté est inadéquat.

- *Les difficultés rencontrées par les enfants*

  Les difficultés peuvent être causées par l'incapacité d'exécuter une tâche, une mauvaise compréhension d'un élément de l'interface, la difficulté à trouver un élément de l'interface, un icône difficile à reconnaître, des boutons pouvant être confondus entre eux, des éléments non adaptés au groupe d'âge, des éléments mal disposés à l'écran, une mauvaise utilisation des couleurs, un manque de guidage, etc.

- *Les questions posées au responsable de l'évaluation*

  Les enfants peuvent poser des questions pour savoir ce qu'ils doivent faire, pour savoir comment exécuter une tâche ou pour savoir à quoi sert un élément de l'interface. L'enfant peut poser des questions par habitude, par manque d'attention, par curiosité, parce qu'il est incertain, parce que l'interface n'est pas assez intuitive, etc.

- *Les suggestions des enfants*

  Tout au long des tests de même qu'à la fin de la séance, les enfants peuvent faire des suggestions d'amélioration du système.

- *L'appréciation globale du logiciel par les enfants*

  À la fin de la séance de tests, on demande à l'enfant son appréciation globale du système.

- *Commentaires des observateurs*

  Les observateurs tels que les enseignants peuvent être d'une aide précieuse pour apporter certains éléments de solutions aux problèmes d'interface et pour analyser certains comportements des enfants.

5.2.5 Analyse des résultats

L'analyse des résultats a consisté à classer les différents types de données recueillies pour chaque élément de l'interface et à identifier et comprendre ce que les enfants aimaient ou n'aimaient pas dans le logiciel, ce qu'ils trouvaient amusant ou ennuyant, ce qui occasionnait un succès ou un échec, etc.

Voici un exemple de résultats pour les premières versions de l'exercice des zigzags (voir la figure 5.32 pour la présentation de cet exercice):

Tableau 5.2 : Résultats initiaux pour l'exercice des zigzags

Types de résultats	Résultats
Comportements et attitudes	• Après une erreur, l'enfant essaie de compléter le trait précédent au lieu de reprendre de vert à rouge • Signes de découragement après plusieurs essais non réussis • Attitude plutôt neutre
Commentaires	• C'est difficile
Tâche réussie	• Certains enfants n'ont aucun problème
Difficultés	• Ne sait pas sur quel point poser le crayon (vert ou rouge) • Difficulté à poser le crayon à l'intérieur du point (souvent à l'extérieur) • Appuie sur le point vert de la légende
Questions	• Qu'est-ce que je dois faire ?
Commentaires des observateurs	• On devrait effacer le trait non réussi • On devrait encourager l'enfant à mi-chemin selon son degré de réussite

Suite à ces résultats, nous avons effectué plusieurs changements à l'interface. Voici les principaux:

- modifier la consigne vocale afin qu'on l'entende de façon automatique (l'enfant n'a pas besoin d'appuyer sur l'icône de consigne) ;
- lorsque l'enfant ne réussit pas son tracé, effacer le trait non réussi et faire entendre un effet sonore ;
- toujours garder le point de départ vert et le point d'arrivée rouge peu importe si l'enfant réussit ou non son tracé ;
- augmenter la marge d'erreur autour des points afin de permettre à l'enfant de poser son crayon un peu à l'extérieur des cibles sans qu'il n'y ait d'erreur (nécessaire à cause de l'effet de parallaxe) ;
- changer la légende (qui indiquait de tracer du point vert au point rouge) pour l'image d'un zigzag (le tracé à exécuter) ;
- ajouter un message d'encouragement à mi-chemin, différent selon le nombre d'erreurs de l'enfant.

Après avoir effectué ces changements, voici les résultats pour la cinquième et dernière version de l'exercice :

Tableau 5.3 : Résultats finaux pour l'exercice des zigzags

Type de résultats	Résultats
Comportements et attitudes	• Attitude très positive • Rires lorsqu'ils entendent les sons • Surprise à chaque nouvelle position des points • Les élèves de 2e année : ennui après quelques essais • Certains élèves essaient de le faire de plus en plus vite • Se rendent compte très vite s'ils n'appuient pas sur le bon point de départ
Commentaires	• J'aimerais ça avoir un jeu comme ça à la maison
Tâche réussie	• Ils réussissent tous
Difficultés	• aucune

Nous avons le même type de résultats pour chaque élément de l'interface. Ces résultats sont présentés à la section 5.4 avec ceux des enseignantes.

Les résultats nous ont permis de (d'):

- ajouter de nouvelles fonctionnalités (par ex., pouvoir dessiner sur une feuille de couleur),
- ajuster des consignes (par ex., certaines consignes orales étaient trop longues),
- confirmer des fonctionnalités existantes (par ex., l'icône de retour au menu principal a très bien fonctionné),
- modifier certains éléments d'interface (par ex., la boîte de dialogue de sortie ou l'icône de poubelle),
- modifier certains comportements de l'interface (par ex., éviter de faire attendre l'enfant pendant qu'un mot s'affiche à l'écran),
- éliminer certains éléments de l'interface (par ex., le choix de grosseur de gomme à effacer qu'aucun enfant n'a utilisé).

5.3 Évaluation par les enseignantes

Les enseignantes ont un double rôle lors de l'évaluation. Elles sont d'abord des utilisatrices du système et nous voulons que l'interface soit autant conviviale pour elles que pour les enfants. De plus, ce sont des spécialistes de l'enseignement de l'écriture, elles sont donc des interlocutrices privilégiées pour les questions de contenu et de présentation des exercices d'écriture. En outre, comme elles côtoient les enfants tous les jours, elles connaissent bien les comportements de ces derniers ainsi que leurs habiletés et leurs goûts.

L'évaluation de l'interface par les enseignantes s'est faite en trois temps : elles étaient parfois présentes lors de l'évaluation auprès des enfants, nous avons ensuite formé un groupe cible et finalement nous les avons rencontrées de façon individuelle. Dans la suite du texte, nous présentons une description de chaque type d'évaluation fait par les enseignants

Observations par les enseignants

Des enseignantes ont été présentes à quelques séances d'évaluation avec les enfants, où elles étaient observatrices. Au total, trois enseignantes (deux de 1re année et une de maternelle) et une spécialiste en intégration de l'informatique en milieu scolaire ont participé à l'évaluation. Soit

qu'il n'y avait que l'enseignante comme observatrice ou bien que celle-ci était accompagnée de la spécialiste. En voyant les enfants utiliser le logiciel, elles étaient en mesure de faire des commentaires.

Groupe cible (*focus group*)

La technique des groupes cibles est une technique qui permet d'obtenir de l'information sur les besoins et les sentiments de l'utilisateur soit avant ou après que l'interface soit conçue (Nielsen, 1993). On regroupe cinq à huit personnes à qui on demande de discuter de concepts d'interfaces et d'identifier des problèmes de l'interface, pendant une période variant de une à quatre heures (Mayhew, 1999). La session de travail peut être structurée ou non, selon ce que l'on veut obtenir comme retour d'information. Pour une session structurée, le modérateur doit être bien préparé: il doit avoir fait une liste de tous les points à discuter. De plus, le modérateur doit s'assurer que les discussions portent sur le bon sujet sans inhiber les idées et commentaires des participants.

Nous avons ainsi rassemblé six spécialistes du domaine de l'enseignement. Ce groupe cible était formé de trois enseignantes, une orthopédagogue, une conseillère pédagogique et une spécialiste de l'intégration de l'informatique en milieu scolaire. La rencontre a duré environ trois heures au total, excluant les pauses.

Rencontres individuelles

Nous avons aussi rencontré six enseignantes sur une base individuelle (de ces six, deux faisaient partie du groupe cible), pour une durée variant de 30 à 60 minutes chacune. Nous leur avons présenté le logiciel et elles ont pu expérimenter l'interface de l'enfant ainsi que celle de l'enseignant. Nous leur avons ensuite posé des questions. Le questionnaire est présenté à l'annexe IV.

5.3.1 Données recueillies

L'évaluation par les enseignantes nous a permis de recueillir différents types de données:

- des conseils sur :
    - la bonne terminologie à utiliser dans l'interface : pour les consignes et le retour d'information donné aux enfants et pour les termes utilisés dans l'interface de l'enseignant ;
    - la pertinence des exercices pédagogiques donnés aux enfants et les améliorations que nous pourrions apporter à ces exercices ;
- les fonctionnalités qu'elles aimeraient voir implantées dans le logiciel ;
- les problèmes d'utilisation de l'interface ;
- une analyse des comportements des enfants lorsqu'ils interagissent avec le logiciel ;
- leur appréciation globale du logiciel, la facilité d'utilisation et l'utilité du logiciel.

5.4 Résultats de l'évaluation par les enfants et par les enseignants

Nous présentons ici les principaux résultats obtenus lors de l'évaluation de l'interface avec les enfants et les enseignants. Nous présentons d'abord l'état initial du système, suivi d'observations, de commentaires ou de questions des enseignants ou des enfants, s'il y a lieu. Nous présentons par la suite l'observation finale. Comme nous l'avons déjà mentionné, il y a eu cinq itérations de l'interface ; cependant, nous ne mentionnons pas ici à quelle itération réfère les modifications. Noter l'utilisation d'abréviations : obs. pour observation ; Com. pour commentaire et modif. pour modification.

5.4.1 Le clavier

Les lettres

État initial	Les lettres affichées sur le clavier étaient en majuscules.
Obs. Initiale	Certains enfants de maternelle mettent beaucoup de temps à chercher les lettres.
Com. d'une enseignante	En début d'année, les enfants ne connaissent pas les majuscules sauf pour la 1re lettre de leur nom. Ils peuvent donc voir des difficultés à trouver les lettres.
Modification	Ajout d'un bouton permettant d'afficher au besoin, les lettres minuscules et vice-versa.
Obs. Finale	Les enfants cherchent moins longtemps les lettres. Si on leur mentionne explicitement de mettre la première lettre de leur nom en majuscule et les autres lettres en minuscules, ils savent le faire.

Bouton OK

État initial	Le bouton OK est tel qu'illustré la figure 5.3-a.
Obs. Initiale	Difficulté d'utilisation pour les jeunes de maternelle et de 1re année.
Modification	Ajout d'une image significative sur le bouton: une main avec le pouce levé (voir figure 5.3-b.
Obs. finale	Le bouton attire plus l'attention et il est plus facile à reconnaître pour les enfants qui sont moins habitués aux systèmes informatiques et pour ceux qui ne savent pas lire.

a) b)

Figure 5.3 : a) 1re version du bouton OK ; b) dernière version du bouton OK

Le bouton "invité"

État initial	Présence d'un bouton "Invité" pour utiliser le logiciel sans créer de compte.
Obs. initiale	Hésitations de la part des enfants entre "Invité" et "OK" pour confirmer leur nom.
Com. d'une enseignante	Ne voit pas l'utilité de ce bouton.
Modification	Suppression du bouton. Si quelqu'un veut entrer dans le logiciel de façon anonyme, il peut le faire en appuyant directement sur OK.
Obs. finale	Aucune hésitation pour confirmer le nom.

Le bouton "Effacer"

État initial	Bouton représenté seulement par le mot "effacer".
Obs. initiale	Les enfants qui ne savaient pas lire ne savaient pas s'en servir.
Modif. 1	Bouton représenté par l'image d'une flèche comme sur le clavier traditionnel (figure 5.4-a).
Obs. Secondaire	Difficultés à reconnaître que le bouton sert à effacer (hésitations, lenteur).
Modif. 2	Bouton représenté par l'image d'une gomme à effacer (figure 5.4-b).
Obs. finale	Facilité à corriger en cas d'erreur.

a) b)

Figure 5.4 : a) 2e version du bouton "Effacer" b) dernière version du bouton "effacer"

5.4.2 La salle de jeux

État initial	Figure 5.2
Obs. initiale	Enfants souriants et surpris.
Question d'enfants	Qu'est-ce que je dois faire ?
Modification	Ajout d'un message d'incitation.
Obs. finale	Plus de questions, les enfants savent ce qu'ils doivent faire.

Les objets de la salle de jeux

État initial	Tel qu'illustré à la figure 5.2.
Obs. initiale	Les enfants naviguent tous très bien à l'intérieur du logiciel et savent choisir le bon type d'activité. Déception car le chat et l'oiseau ne font rien.
Modif. 1	Ajout d'effets sonores pour le chat et l'oiseau.
Obs. finale	Enfants surpris, souriants et appuient sur les boutons à répétition.

Messages d'incitation

État initial	Par ex., incitation au module script : "Viens t'exercer à écrire en lettres détachées"
Obs. initiale	Bonne compréhension des consignes. Cependant, le message d'incitation au module script décourage quelques enfants à aller le découvrir
Commentaire d'enfants	Ça ne me tente pas
Commentaire d'enseignantes	Utiliser "activité" au lieu "d'exercice" et "écriture script" au lieu de "lettres détachées"
Modification	Nouveau message : " Au tableau, tu peux faire des activités d'écriture script très amusantes!"
Obs. finale	Les enfants ont envie d'aller découvrir les activités.

Boîte de dialogue de sortie

État initial	Telle qu'illustrée à la figure 5.5
Obs. initial	Beaucoup d'hésitation à la vue de cette boîte. Ne comprennent pas la signification.
Modification	Nouvelle boîte telle qu'illustrée à la figure 4.3
Obs. finale	Aucun problème d'utilisation.

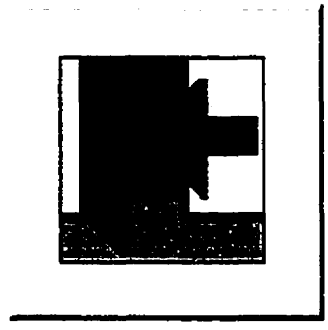


Figure 5.5 : Boîte de dialogue de sortie : 1re version

5.4.3 Le menu d'exercices d'écriture script

État initial	Consigne vocale qui résumait chacun des exercices.
Obs. initiale	La consigne est beaucoup trop longue et les enfants ne l'écoutent pas au complet.
Modification	Modification de la consigne afin de mentionner à l'élève: "Choisis ton activité en appuyant sur son image".
Obs. finale	Consigne est d'une longueur acceptable, les enfants l'écoutent au complet.

5.4.4 La feuille de travail principale

5.4.4.1 Les icônes du menu

Il n'y a eu aucun problème d'utilisation avec les icônes de retour à la salle de jeux, de retour au menu précédent et d'imprimante.

L'icône de la poubelle

État initial	Tel qu'illustré à la figure 5.6-a.
Obs. Initiale	Aucun élève des deux premières écoles n'a deviné qu'il s'agissait d'une poubelle.
Com. d'enf.	Ça ressemble plus à un sac-à-dos qu'à une poubelle.
Modif. 1	Nouvel icône tel qu'illustré la figure 5.6-b.
O. S.	Les enfants ne savent pas sur quel icône appuyer pour jeter leur travail.
Modif. 2	Nouvel icône tel qu'illustré la figure 5.6-c.
Obs. Finale	Aucun problème d'utilisation de cet icône.

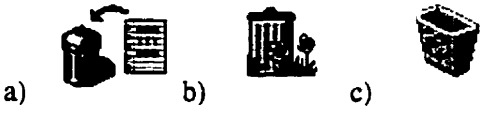


Figure 5.6 : a) poubelle 1re version b) poubelle 2e version c) poubelle dernière version

L'icône de correction

État initial	Tel qu'illustré à la figure 5.7-a.
Com. d'enf.	Ça ressemble plus à un directeur d'école qu'à un professeur.
Modif. 1	Nouvel icône tel qu'illustré la figure 5.7-b (professeure devant un tableau).
Obs. secondaires	Hésitations entre cet icône et celui de Scriptôt (figure 5.8) pour la correction.. Confusion avec l'icône de retour au menu d'exercices scripts (figure 4.13) car les deux images présentent des tableaux.
Modif. 2	Nouvel icône tel qu'illustré la figure 5.7-c.
Obs. finale	Curiosité de la part des enfants. Aucun problème d'utilisation avec cet icône.

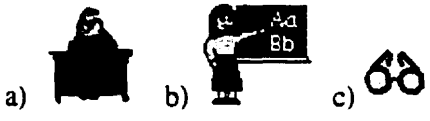


Figure 5.7 : a) Correction 1re version b) correction 2e version c) correction dernière version

L'icône de consigne

État initial	Le visage de Scriptôt tel qu'illustré à la figure 5.10. Il donne des consignes et de l'aide en ligne.
Obs. initiale	Ce ne sont pas tous les enfants qui appuient sur l'icône naturellement pour obtenir les consignes. De plus, confusion avec l'icône de correction.
Modifications	Accorder plus d'importance à Scriptôt : insérer le personnage en entier plutôt que son visage seulement (figure 5.23), fournir un guidage vocal automatique et animer Scriptôt lorsqu'il parle. De plus, Scriptôt apporte le retour d'information, il adopte différents comportements (content ou en réflexion) et devient aussi le correcteur (figure 5.24-a).
Obs. finale	Aucun problème d'utilisation. La plupart des enfants trouvent Scriptôt amusant, sauf deux garçons de 2e année qui le trouvent plutôt ennuyant et qui aimeraient qu'il soit plus animé.

Figure 5.8 : Icône de consigne, 1re version

5.4.4.2 Les icônes de la barre d'outils

Le crayon et l'efface

Obs. initiale	Certains oubliaient parfois de resélectionner le crayon après avoir effacé
Modif.	Ajouter d'un curseur, représentant l'efface sélectionnée, pour indiquer plus clairement à l'enfant l'objet qu'il a entre les mains.
Obs. finale	Les enfants remarquent beaucoup plus rapidement s'ils oublient de resélectionner le crayon

Le choix de la feuille de travail

État initial	Offre quatre choix de feuilles, sans choix de couleurs
Obs. initiale	Hésitations, certains enfants ne savent pas qu'ils doivent choisir une feuille
Question d'enfants	Est-ce que c'est possible d'avoir de la couleur ?
Question d'enseignantes	Est-ce possible d'avoir un choix de feuille blanche pour les enfants de maternelle ?
Modifications	Ajout d'un choix de couleur (figure 4.21 et 4.22), d'une consigne vocale et d'un choix de feuille blanche pour le niveau 1.
Justification	L'ajout de couleurs ajoute un aspect amusant pour les enfants. Cependant, les couleurs choisies doivent être très pâles afin que l'écriture de l'enfant soit bien visible. Le choix d'une feuille blanche avait déjà été justifié dans l'analyse des activités des enfants, nous ne voyons donc aucun inconvénient à l'insérer pour les activités

L'icône de "nouvelle feuille"

État initial	Icône représenté par une petite feuille dans la barre de menu, permettant, comme dans les applications pour adultes, d'ouvrir un nouveau document.
Obs. initiale	Pour l'exercice de copie de mots, les enfants ne savent pas comment faire apparaître un nouveau mot à copier. Pour l'exercice de copie de lettre, les élèves savent comment choisir une nouvelle feuille et appuient sur cet icône.
Modifications	L'icône n'apparaît que pour les exercices nécessitant un choix de feuille de travail (copie de lettres et poursuite de cible), grossi et déplacé à côté de l'icône de modèles de lettres (voir figure 4.16-f). Pour les exercices ne nécessitant pas un choix de feuille, le seul moyen d'ouvrir un nouveau document est par la flèche droite.
Obs. finale	Aucune confusion avec cette nouvelle version.

La barre de navigation

État initial	Barre de défilement permettant de se déplacer dans le cahier virtuel de l'élève et de visualiser ses travaux (figure 5.9).
Obs. initiale	Plusieurs élèves ne savent pas comment revenir à leur travail précédent.
Modifications	Remplacement de la barre par deux grosses flèches (voir figure 4.25), une flèche bleue pour voir le travail précédent et une flèche rose (les couleurs sont présentes pour bien distinguer la gauche de la droite qui est un concept difficile à acquérir pour les enfants) afin de voir le travail suivant ou ouvrir un nouveau document. De plus, pour situer l'enfant dans son cahier virtuel, on indique le numéro de la page au centre.
Obs. finale	L'utilisation de flèches est plus facile. Les enfants savent comment les utiliser de façon intuitive afin de parcourir leurs travaux.

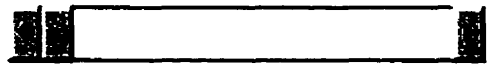


Figure 5.9 : Barre de défilement : 1re version

5.4.4.3 Les exercices d'écriture script

Voici les principaux problèmes d'interface ainsi que les modifications que nous avons apportées à celle-ci dans la partie des exercices d'écriture scripte :

Problèmes d'interface	Modifications
Pour les exercices de copie de mots et de la lettre manquante, les mots affichés doivent correspondre au niveau d'habileté des élèves en lecture. Par exemple, feuille et fauteuil sont des mots de niveau 2e année et ne doivent pas apparaître dans des exercices pour les élèves de maternelle ou de 1re année.	À l'aide de listes de mots fournies par les enseignants, nous avons sélectionné les mots à copier selon des niveaux de difficulté.
Selon les enseignantes, il est préférable d'ajouter un déterminant devant les mots à copier afin de les placer dans un minimum de contexte.	Ajout de déterminants aux exercices de copie de mots et de la lettre manquante.
Nous avons observé que les élèves avaient de la difficulté à bien suivre la cinématique du tracé des lettres modèles où l'on doit repasser sur le même trait telles que le p, le d ou le A.	Ajout d'un curseur en forme de crayon qui trace la lettre et nous permet de bien voir le sens du tracé même lorsque l'on repasse sur le même trait.
Certains élèves de maternelle tracent leurs lettres sur la mauvaise ligne de base.	Nous avons ombragé la zone médiane des réglures tel que suggéré par plusieurs enseignantes

La copie de lettre

Problèmes d'utilisabilité	Modifications
• Les enfants n'exécutent pas tous l'exercice correctement, c'est-à-dire en appuyant sur la lettre modèle pour en observer le tracé et en recopiant la lettre à côté. • Certains élèves recopient directement sur la lettre modèle au lieu d'écrire à côté.	• On ne peut plus écrire à l'intérieur de la boîte de la lettre modèle. • Utilisation du curseur afin qu'il prenne la forme d'une main qui pointe lorsque le crayon est vis-à-vis la lettre modèle, afin que les élèves comprennent qu'il faut appuyer sur cette lettre. • Présentation d'une consigne automatique et animée afin d'attirer l'attention de l'enfant sur la lettre modèle et la manière de la recopier.
• Même en regardant le modèle de la lettre se dessiner, certains élèves de maternelle ne recopient pas la lettre comme il faut.	• Ajout d'un point vert à l'endroit où l'élève doit commencer sa lettre pour le niveau facile.

La copie de mots

Problèmes d'utilisabilité	Modifications
• Certains élèves essaient de commencer à copier le mot avant que le modèle ne termine de s'afficher. • Signes d'impatience	• Permettre à l'élève d'écrire même si le mot n'a pas terminé de s'afficher de façon dynamique. • Ajout d'une fonctionnalité qui permet à l'élève de voir le tracé des lettres de façon individuelle en appuyant sur les lettres du mot (afin de compenser le fait qu'il n'observe pas le tracé de chacune des lettres avant de copier le mot, s'il y a lieu).

Le suivi de cible

Problèmes d'interface	Modifications
Les enfants ont de la difficulté avec les lettres où l'on doit repasser sur le même trait (p, d, A).	Modification de l'application afin que le dernier point affiché soit en vert alors que tous les autres sont d'une autre couleur (au lieu qu'ils soient tous de la même couleur). Ainsi, si l'enfant soulève son crayon, il sait où le reposer pour continuer de tracer la lettre.
Les élèves ont tendance à vouloir écrire à côté de la lettre plutôt que dessus.	Modification de la consigne pour qu'elle soit donnée de façon automatique et animée afin attirer l'attention de l'enfant sur le point vert sur lequel il doit appuyer son crayon.

La lettre manquante

Problèmes d'interface	Modifications
Exercice trop difficile pour les élèves de maternelle qui ne peuvent deviner qu'elle est la lettre manquante ni où elle se trouve.	Ajout de la consigne automatique et animée afin de montrer à l'élève à quel endroit il doit écrire la lettre manquante. Au niveau de difficulté facile, l'élève peut appuyer sur l'image pour voir la lettre se tracer à l'endroit voulu, pour ensuite disparaître afin de laisser l'enfant la refaire.
Les lettres manquantes sont trop souvent les mêmes (par ex., une élève à dit "c'est toujours des A!")	Modification et ajout d'exercices afin de varier les lettres à copier.

L'entrecroisé

Problèmes d'interface	Modifications
Certains enfants ne se rendent pas compte que la 1re lettre de chaque mot était déjà inscrite dans la grille.	Modification de la couleur de fond de la case et de la couleur de la lettre afin d'augmenter le rapport de contraste.

5.4.4.4 Les exercices préparatoires à l'écriture

Relier deux points et les zigzags

Ces deux exercices sont similaires car l'enfant doit, dans les deux cas, poser son crayon sur un point vert et tracer une ligne jusqu'à un point rouge (figure 4.31 et 4.32).

Problèmes d'interface	Modifications
Les enfants ne font pas toujours l'exercice correctement, c.-à-d. en partant du point vert jusqu'au point rouge	Ajout d'une légende, en haut de la feuille représentant ce qu'il faut faire (V)→(R).
La légende ajoutée (V)→(R) porte à confusion : certains enfants essaient de tracer leur ligne à partir du point vert de la légende.	Retrait de la légende. Modification de l'exercice afin que le tracé de l'élève ne s'affiche pas s'il le commence par le point rouge.
Dû à l'effet de parallaxe, les enfants ont de la difficulté à atteindre directement la cible.	Augmentation la marge d'erreur, permettant ainsi aux élèves de réussir l'exercice, jusqu'à une certaine limite, même si leur trait est à l'extérieur des cibles.
L'exercice "relier deux points" semblait un peu ennuyant aux élèves au début car les points ne se déplaçaient pas assez.	Modification de l'exercice pour que les points changent de direction à chaque fois. Les enfants ont semblé l'apprécier encore plus.

Retour d'information

Dans la première version du prototype, le point de départ était vert et le point d'arrivée était bleu. Si l'élève réussissait son exercice, les points changeaient de position. S'il ne réussissait pas, les points restaient au même endroit, le point d'arrivée devenait rouge, le tracé de l'élève restait affiché et l'élève devait recommencer. Lorsque l'élève échouait, il éprouvait des difficultés à comprendre ce qu'il devait faire. D'abord, comme le cercle d'arrivée changeait de couleur, certains élèves ne savaient pas quel était le point de départ. Ensuite, comme leur trait restait affiché, plusieurs élèves essayaient de continuer leur tracé pour rejoindre le cercle d'arrivée alors qu'ils devaient refaire le trait en partant du cercle vert. Un enfant a même décidé de poursuivre le

zigzag sans attendre l'apparition des points. Vu l'échec total de ces tâches, nous avons repensé à la manière de donner le retour d'information dans ces exercices. Tout d'abord, peu importe que l'élève réussisse ou échoue l'exercice, le point de départ et le point d'arrivée restent de la même couleur. De plus, lorsque l'élève échoue l'exercice, son trait s'efface. En testant cette nouvelle version, nous avons constaté que les difficultés éprouvées auparavant par les élèves étaient disparues. Ils ont exécuté l'exercice avec beaucoup plus de facilité. Par la suite, nous avons ajouté des sons amusants pour indiquer à l'enfant s'il avait réussi ou non son exercice et cela les a bien fait rire.

5.4.4.5 Le dessin libre

Cette section semblait être la préférée des élèves de maternelle, qui à l'arrivée dans la salle de jeux, ont tous voulu choisir cette section en premier lieu.

La différence principale entre le dessin libre et les autres modules du logiciel est que le dessin est sauvegardé en mode "bitmap" plutôt qu'en mode vectoriel. Cela cause un problème du point de vue ergonomique car on n'efface pas de la même manière avec les deux modes. Ainsi, en mode vectoriel, lorsque l'enfant veut effacer un trait, il appuie sur celui-ci et il s'efface d'un seul coup. En mode "bitmap", l'enfant peut effacer le trait pixel par pixel. Il arrive donc, dans les modules d'exercices, que les enfants essaient d'effacer des traits pixel par pixel et que les traits s'effacent en entier. Afin d'éviter cela, il faudrait n'utiliser qu'un seul mode dans tout le logiciel. Comme l'utilisation du mode vectoriel est essentiel pour la correction des exercices, il faudrait que le mode "dessin libre" fonctionne de la même façon.

5.5 Résultats sur la méthodologie de tests utilisée avec les enfants

Plusieurs conseils donnés par Nielsen (1993), Hanna et al. (1997) et Druin (1999) se sont avérés très utiles lors de l'expérimentation avec les enfants. Nous pouvons confirmer leur validité :

- *Établir la relation en parlant de tout et de rien.*
  Cela a effectivement permis de créer un lien de confiance entre l'évaluateur et l'enfant, qui, par le fait même, se sent plus à l'aise pour exécuter les tâches qu'on lui demande.

- *Expliquer aux enfants ce que l'on attend d'eux.*
  Lors de l'évaluation de Scriptôt, nous avons pu observer que certains élèves pensaient que le responsable de l'évaluation les évaluait eux et non pas le logiciel. Par exemple, une des tâches que l'évaluateur demandait à l'élève d'exécuter était de tracer un carré rouge afin de voir si ce dernier irait correctement sélectionner le crayon rouge. Certains élèves faisaient très attention de tracer leur carré correctement et le recommençait parfois pour qu'il soit parfait. Un élève a même dit, déçu: "il est un peu croche...". Il est donc très important d'expliquer aux enfants, au tout début de la séance, que l'on ne cherche pas à les évaluer mais plutôt à évaluer le système afin de savoir si c'est un bon système, si on peut l'améliorer. Sinon, ils pensent à l'évaluation de leur performance comme à l'école. Il peut être nécessaire de le répéter au cours de la séance afin de détendre les enfants un peu stressés.

- *Séparer les tâches en petits segments*
  Avec les jeunes enfants, de cinq à huit ans, il est nécessaire de présenter les tâches oralement et non sur un support écrit. De plus, il faut présenter les tâches une à la fois pour éviter de surcharger la mémoire de l'enfant ou de le décourager. Par exemple, lorsque nous avons demandé à une jeune fille de sept ans de nous dessiner un carré rouge, un triangle vert et un cercle bleu, cette dernière, après avoir dessiné le carré, ne se souvenait plus ce qu'elle devait faire par la suite.

- *Rediriger les questions des élèves (ne pas répondre directement à leurs questions)*
  Nous avons pu observer que certains enfants posent beaucoup de questions. Ils sont habitués à la présence constante d'adultes et ils ont appris à en profiter. Cependant, lors de

l'évaluation, si nous répondons clairement à chacune de leurs questions, il devient difficile de rencontrer les objectifs de l'évaluation qui peut être de vérifier si l'interface est intuitive et bien faite. Ainsi, lorsque l'enfant pose une question, on peut lui répondre de manière à ce qu'il trouve lui-même la réponse à sa question.

- *Demander de manière directive à l'enfant de faire les tâches*

  Lorsque nous n'avons pas besoin de savoir si l'enfant est tenté de faire une tâche, il faut lui demander de faire la tâche de façon directive plutôt que par le biais d'une question telle que «aimerais-tu faire ...». Ainsi, l'enfant ne va pas répondre non et notre tâche sera probablement exécutée.

- *Encourager les enfants*

  Il est important d'encourager l'enfant afin qu'il se sente en confiance.

- *Observer les comportements des enfants*

  L'observation des comportements et des attentes des enfants peut nous apporter beaucoup d'information. On pourra ainsi détecter les parties de l'interface que l'enfant aime particulièrement, s'il sourit tout en travaillant, ainsi que les parties qui l'étonnent ou qu'il trouve difficiles.

Suite à nos propres expérimentations, nous pouvons tirer d'autres leçons méthodologiques :

- *Être patient et laisser à l'enfant le temps d'exécuter la tâche*

  Lorsque l'enfant doit exécuter une tâche, observer sa réaction et le laisser se débrouiller. S'il ne sait pas quoi faire, il ne tardera pas à poser la question. De plus, certains enfants, même s'ils mettent du temps à agir, ne veulent pas se faire dire quoi faire. Par exemple, lors de l'évaluation de Scriptôt, nous avons donné un indice à un jeune garçon qui semblait bloqué à une certaine étape de l'évaluation. Celui-ci a bien vite répondu "Arrête de me le dire!". Il faut donc être patient car la séance d'évaluation est souvent beaucoup plus longue que prévu.

- *Faire attention au vocabulaire*

  Attention aux mots utilisés pour présenter l'évaluation aux enfants parce que certains termes les renvoient directement au contexte scolaire (ex., exercice, test, mesure, évaluation, performance, résultats, ça compte, ...), et peuvent leur faire paraître l'évaluation comme quelque chose de stressant et désagréable. De plus, certains termes techniques tels qu'interface, icône, barre de défilement, etc. ne sont pas familiers pour les jeunes enfants, il faut donc utiliser des termes plus simples tels que dessins, boutons, flèches, etc., ou des termes qu'ils utilisent couramment.

- *Filmer la séance de tests*

  Avec les enfants, il est avantageux de filmer. D'abord, la caméra ne semble en aucun cas déranger ou modifier le comportement des enfants qui semblent l'oublier facilement. Ensuite, sans bande vidéo, il est nécessaire de prendre des notes et cela peut gêner davantage les enfants qui se sentent alors épiés et évalués.

- *Limiter le nombre d'observateurs*

  Il ne doit pas y avoir trop d'observateurs durant la séance de tests, l'idéal étant un seul observateur, par exemple l'enseignant de l'enfant. Ce dernier, puisqu'il connaît l'enfant, peut alors nous expliquer certains comportements de celui-ci à la fin de la séance.

- *Être clair sur le rôle des observateurs*

  S'il y a un ou plusieurs observateurs lors de la séance de tests, il faut être clair sur leur rôle. Normalement, une personne doit être responsable de l'évaluation et seule cette personne doit intervenir. Sinon, cela risque d'altérer les résultats des tests.

Les enfants font très bien les choses suivantes :

- *Exploration libre*

  Les enfants sont curieux de nature et ils adorent explorer le logiciel à leur façon.

- *Tâches spécifiques courtes et simples*

  Nous pouvons demander aux enfants d'exécuter des tâches simples car ils ont appris à l'école à suivre des consignes.

- *Poser des questions lorsqu'ils ont un problème*

  De façon naturelle, les enfants posent des questions lorsqu'ils ont des difficultés. Ils le font d'ailleurs quelques fois sans même d'abord essayer de trouver la réponse par eux-mêmes.

- *Donner leur opinion sur ce qu'ils aiment ou n'aiment pas*

  En général, les enfants sont honnêtes et peuvent très bien nous dire ce qu'ils aiment ou n'aiment pas du logiciel. Ils n'ont aucune gêne à nous dire ce qu'ils trouvent "cool" et ce qu'ils trouvent "plate" et le font même très souvent de façon spontanée.

- *Spontanéité*

  Un aspect intéressant des enfants est leur spontanéité. En effet, ils n'essaient pas de cacher leurs émotions et nous pouvons voir facilement leurs signes d'étonnement, de surprise, de joie ou d'ennui.

Cependant, il faut être pleinement conscient des limites des enfants du groupe d'âge que nous avons rencontré :

- *Travailler seul et de façon indépendante*

  Il faut être présent auprès de l'enfant afin de pouvoir l'aider au besoin et l'encourager. Les jeunes enfants (cinq à huit ans en particulier) ont besoin de guidage continuel, pas à pas, au cours de l'évaluation. Il faut les accompagner pour répondre à leurs questions, les encourager, les inciter à commenter, les débloquer éventuellement, etc. La séance d'évaluation prend davantage la forme d'un dialogue entre l'enfant et le responsable de l'évaluation que d'un test formel d'utilisabilité

- *Faire des tâches complexes*

  On ne peut pas donner une liste de tâches à faire par écrit aux enfants de huit ans et moins. Il faut énoncer les tâches oralement et une à la fois.

- *Faire des suggestions*

  Certains enfants nous ont fait des suggestions durant le déroulement des tests, mais de façon bien involontaire. Lorsqu'on leur demande explicitement ce qu'ils auraient aimé pouvoir faire à l'ordinateur, les jeux qu'ils ajouteraient, etc., certains enfants nous ont donné quelques idées mais la plupart restait bouche bée.

- *Penser tout haut*

  Avec les enfants de cinq à huit ans, il est difficile d'utiliser la méthode du "penser tout haut". Certains enfants le font sans même qu'on leur demande mais d'autres sont plus timides et silencieux. Il est donc primordial de leur poser des questions afin de connaître la compréhension qu'ils ont de l'interface. Il ne faut surtout pas prendre pour acquis qu'ils perçoivent les mêmes choses que nous.

  Les enfants qui font des commentaires spontanés durant les tests peuvent nous en apprendre beaucoup sur la compréhension qu'ils ont de l'interface, sur ce qu'ils aiment, ce qu'ils aiment moins et ils peuvent nous aider à percevoir les défauts de l'interface. Voici quelques exemples :

  - «Ça j'aime ça!» en parlant d'un jeu particulier
  - «Est-ce qu'on pourra écrire un moment donné!» à l'intérieur d'un exercice "compléter le mot", en attendant que l'affichage dynamique du mot soit complété à l'écran.
  - «Je choisis: crayon bleu, marqueur épais. OK» en choisissant le type de crayon.
  - «Je veux le faire encore!» en parlant d'un exercice de tracé de lettres.
  - «Encore un canard!» en parlant du mot à compléter (et de l'image).
  - «C'est toujours des a!» en parlant de la lettre à écrire dans les mots à compléter.

- *Graduer leurs réponses sur l'échelle de Lickert*

  Nous avons pu remarquer que les enfants n'étaient pas portés à graduer leurs réponses sur une échelle de Lickert utilisée dans un questionnaire. Sur les six enfants qui ont répondu au questionnaire, un seul a répondu à une question en coloriant l'échelle jusqu'à la moitié. Toutes les autres échelles étaient ou bien coloriées en entier ou coloriées au plus bas degré. Nous pensons qu'il serait avantageux d'expérimenter un autre type d'échelle, où l'enfant aurait à colorier l'un de 4 ou 5 visages (très peu content, peu content, neutre, content et très content).

- *Répondre à certaines questions après les tests*

  Les enfants ont de la difficulté à dire s'ils ont trouvé que le logiciel était facile d'utilisation et de navigation, après les tests. Ils peuvent oublier les difficultés qu'ils ont éprouvées. Il est mieux de poser ce type de questions pendant que l'enfant exécute la tâche ou même de se baser sur des observations.

5.6 Résultats des questionnaires donnés aux enseignants

Nous avons rencontré six enseignantes pendant une période d'environ 30 minutes sauf une enseignante que nous avons rencontrée pendant environ une heure. Malgré le fait qu'elles n'aient eu que très peu de temps pour interagir avec le logiciel, les questionnaires qu'elles ont complétés (voir le questionnaire à l'annexe IV) nous ont permis de mesurer leurs réactions globales par rapport au logiciel. Nous avons obtenu des résultats variant de 4.3 à 4.8 sur cinq pour la réaction globale (points 2.1 à 2.6 du questionnaire). Tous les points concernant les caractères à l'écran, la facilité d'apprentissage, la terminologie utilisée, le petit garçon Scriptôt et l'utilité du logiciel ont eu des résultats très positifs. Le point à améliorer porte sur les modèles de lettres, qui ne doivent pas se tracer de façon décousue et qui doivent respecter formellement le modèle du Ministère de l'Éducation (largeur, hauteur). Les exercices et les retours d'informations présentés furent jugés pertinents et adéquats. Les enseignantes ont suggéré d'autres exercices ; par exemple, la copie de phrases plus longues (cinq à six mots), aller chercher une image dans une banque d'images et écrire le mot qui lui est associé sans avoir le modèle au dessus. Nous pouvons donc affirmer que la réaction des six enseignantes vis-à-vis le logiciel a été très positive.

CONCLUSION

Ce projet de maîtrise avait pour objectifs la conception, la réalisation et la validation de l'interface d'un logiciel d'aide à l'apprentissage de l'écriture manuscrite, destiné aux élèves de maternelle, 1re et 2e année. L'interface conçue devait être très simple d'utilisation et couvrir le programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation du Québec. Elle devait être attirante pour les enfants afin de les motiver à apprendre l'écriture manuscrite. Et le logiciel devait aussi être bien accepté par les enseignantes, qui vont utiliser l'outil dans leur classe que s'il répond à leurs besoins.

Tout au long du développement du logiciel, nous avons suivi une méthodologie de conception de systèmes centrée sur l'utilisateur (ici l'enfant). Nous avons d'abord fait une revue de littérature sur la conception des systèmes interactifs centrées sur l'utilisateur. Puis nous avons fait une analyse du domaine de l'enseignement de l'écriture manuscrite au primaire, une analyse des caractéristiques et les activités des utilisateurs, soit les enfants et les enseignants ainsi qu'une analyse des quelques systèmes utilisant un crayon électronique, disponibles sur le marché afin de nous permettre de faire un choix éclairé pour l'achat d'une tablette. Nous avons par la suite démarré le développement du prototype que nous avons validé par une évaluation itérative avec l'équipe de conception ainsi qu'avec les enfants et les enseignants.

Nous avons ainsi pu mettre en pratique les recommandations qui ont été proposées par quelques auteurs, concernant la conception et l'évaluation d'interfaces-utilisateurs. De plus, nous avons pu valider et compléter ces recommandations en étudiant les comportements, réactions, résultats et commentaires des utilisateurs.

L'objectif de cette recherche a été atteint. Le logiciel offre plusieurs exercices préparatoires à l'écriture ainsi que des exercices d'écriture script et du dessin libre. Nous avons conçu les exercices afin qu'ils respectent le programme d'enseignement du Ministère de l'Éducation du Québec. Ces exercices plaisent et répondent aux besoins des enseignants. Et même sans correction de l'écriture, ils peuvent déjà, selon les observations des enseignantes, aider à

l'apprentissage de l'écriture manuscrite. Le seul fait, pour l'enfant de pouvoir visualiser dynamiquement le ductus d'une lettre à volonté, lui permet d'apprendre plus rapidement la manière de la tracer. Ainsi, Scriptôt apporte une valeur ajoutée puisqu'il apporte un retour d'information immédiat aux enfants sur leurs exercices. De plus, Scriptôt est interactif et ludique, ce qui permet de maintenir l'attention et l'intérêt des enfants à un degré élevé. Il permet à l'élève d'être complètement autonome, c'est-à-dire de pouvoir utiliser le logiciel sans l'aide de l'adulte. Ceci contribue à l'acceptation du produit par les enfants, et minimise aussi le travail de l'enseignant. L'outil permet d'obtenir un retour d'information immédiat pour certains exercices simples et de visualiser le tracé des lettres à tout moment, selon un modèle neuromusculaire qui permet de représenter de façon très réaliste les modèles de lettres. L'enseignant peut facilement personnaliser les critères de correction des exercices ainsi que le retour d'information apporté aux élèves.

La prochaine étape au développement de ce projet est l'intégration du module de correction des exercices d'écriture, le développement des exercices d'écriture de chiffres et des exercices d'écriture cursive, ce qui permettra de mieux répondre aux besoins des élèves de 2e année. Il serait impératif d'évaluer aussi cette partie correction auprès des enfants afin de s'assurer qu'elle est adéquate. Plusieurs autres types d'exercices pourraient être ajoutés. Par exemple, pour les exercices préparatoires à l'écriture pratiqués en maternelle, une multitudes d'activités pourraient être suggérés par le logiciel : le tracé de courbes en forme de vagues, le tracé de lignes avec levées de crayon, le tracé de spirales, etc. De même, pour les exercices d'écriture script, on pourrait par exemple ajouter un exercice permettant à l'élève d'aller choisir une image dans une banque d'images et de pouvoir écrire le mot associé à celle-ci sans en avoir le modèle. On pourrait aussi permettre aux enseignants de personnaliser les exercices eux-mêmes, par exemple, ajouter des images et des mots à la banque ou entrer leurs propres messages à copier.

Il serait éventuellement très intéressant si le logiciel pouvait suggérer les exercices selon les résultats des élèves. Par exemple, si après corrections des exercices d'un élève, Scriptôt détecte une difficulté particulière avec les « p », il pourrait suggérer des exercices de copie de « p » ou de copie de mots contenant cette lettre.

Puis, afin de vérifier si Scriptôt peut réellement accélérer l'apprentissage de l'écriture manuscrite ou améliorer la qualité de celle-ci chez les enfants, il sera nécessaire de tester l'outil avec un grand nombre d'enfants dans des situations réelles de leçons d'écriture.

Une des difficultés principales du logiciel est qu'il faut s'assurer que Scriptôt, lors de la correction, corrige la bonne lettre. Ceci est primordial si l'on veut apporter un retour d'information adéquat à l'enfant. Par exemple, si l'enfant dois copier un p majuscule et qu'il fait un d minuscule, il faut être capable de détecter qu'il n'a pas tracer la bonne lettre au lieu de lui dire que son P est mauvais.

De plus, il y aurait place à l'amélioration pour l'aspect graphisme du logiciel. Le graphisme d'une application informatique est d'une importance capitale. Que l'on pense aux icônes, aux dessins, à la métaphore à représenter, aux symboles, aux animations etc. Tous ces éléments graphiques impliquent un travail important. Il en est de même pour les animations. Scriptôt ne contient présentement que très peu d'animations, car celles-ci sont beaucoup trop coûteuses en temps. Par contre, celle-ci ont généralement un effet extrêmement positif sur les enfants. Il serait donc avantageux d'améliorer cet aspect du logiciel.

Lors des tests d'utilisabilité avec les enfants, nous avons récolté un grand nombre de données qui nous ont aidé à améliorer l'interface. Ces tests s'avéraient nécessaires pour adapter le produit aux besoins des enfants. Nous avons pu expérimenter plusieurs méthodes au cours des différentes itérations au produit, ce qui nous permet maintenant de mieux savoir la procédure à suivre pour les tests d'utilisabilité avec les enfants de cinq à huit ans. Nous connaissons aussi mieux les forces et les limites des enfants de ce groupe d'âge.

Nous croyons qu'il serait utile de continuer les recherches sur les méthodes d'évaluation d'interfaces pour les enfants dans le but de compléter les outils d'évaluation ergonomique qui ont été publiés mais qui ne traite pas de façon spécifique des interfaces pour enfants (Ravden et Johnson, 1989 ; Shneiderman, 1998). Il serait utile de compléter ces outils en donnant des exemples tires d'applications pour enfants au lieu d'exemples tirés d'applications typiques pour adultes comme des formulaires ou des traitements de texte.

REFERENCES

1. AUDET, M., DJEZIRI S., ROBERT, J.-M., LACERTE, H., PLAMONDON, R., OUELLET, L., (1998). Rapport des visites dans quatre écoles primaires, Rapport interne n°2 du projet 97-NT-0017, mai, École Polytechnique de Montréal, Montréal.
2. AUDET, M., DJEZIRI S., ROBERT, J.-M., LACERTE, H., PLAMONDON, R., OUELLET, L., (1998). Tour d'horizon de l'enseignement de l'écriture au primaire, Rapport interne n°3 du projet 97-NT-0017, juillet, École Polytechnique de Montréal, Montréal.
3. AUZIAS, M., (1977). Écrire à 5 ans ?. Presses universitaires de France, Paris.
4. BASTIEN, C., et SCAPIN, D., (1993), Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces, Rapport INRIA n°156.
5. BATES, J. (1994), The role of emotion in believable agents. Communication of the ACM, 37(7), 122-125.
6. CANTIN, D. et SOUBLIÈRE, S. (1997) Le petit monde de Cogito : activités au préscolaire, Éditeur Anjou, Québec.
7. Conseil de la science et de la technologie, (1994). Miser sur le savoir - Rapport de conjoncture 1994, 2 - Les nouvelles technologies de l'information
8. COHEN, R., (1987). Les jeunes enfants, la découverte de l'écrit et l'ordinateur. Presses universitaires de France, Paris.
9. DEMPSEY, J., LUCASSEN, B., GILLEY, W. et RASMUSSEN, K., (1993-94). Since Malone's theory of intrinsically motivating instruction : what's the score in the gaming literature ?. Journal of Educational Technology Systems, 22 (2), 173-183.
10. DRUIN, A. et SOLOMON, C. (1996). Designing multimedia environments for children : Computers, creativity, and kids. John Wiley, New York.
11. DRUIN, A. (1996) A place called childhood. Interactions, janvier , 17-22.
12. DRUIN, A. (1997) Computers and kids: Kids are not "Adults-In-Waiting". SIGCHI Bulletin, 29 (2).
13. DRUIN, A. (Ed.). (1999) The design of children's technology. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA.

14. GAOUETTE, Denise. (1999) Guide d'Enseignement, Collection En Tête, Français 1re année. ERPI Editions.
15. GOULD, J. D., (1998) How to design usable systems. In Helander, M (Ed.), Handbook of Human-Computer Interaction, North-Holland : Amsterdam, The Nethelands, 787-789.
16. GOULD, J.D. et LEWIS C. L., (1985) Designing for usability: key principles and what designers think. Communications of the ACM, 28, 3, Mars, 300-300.
17. GUILLAUD, G., (1988) Les chemins de l'écriture. Borduas, Paris.
18. GUILLEMETTE, S., LÉTOURNEAU, G. et RAYMOND, N. (1998) Mémo 1 et 2, Graficor.
19. HALGREN, S.L., FERNANDES, T. et THOMAS, D. Amasing animationTM : Movie Making for Kids Design Briefing, CHI '95 Proceedings, Design Briefing, http ://www.acm.org/sigchi/chi95/proceedings/dsgbrief/slh_bdy.htm.
20. HANNA, L., RISDEN, K. et ALEXANDER, K.J. (1997). Guidelines for usability testing with children. Interactions, September/October, 9-14.
21. HANNA, L., RISDEN, K., CZERWINSKI, M., ALEXANDER, K. J. (1999), The role of usability research in designing children's computer products, In Druin A. (Ed)., The design of children's technology. Morgan Kaufmann, San Francisco, CA., 3-26.
22. HAUGLAND, S.W. et SHADE D.D. (1988) Developmentally appropriate software for young children. Young children, mai, 37-43.
23. HENNIGER, M. (1994) Software for the early childhood classroom: What should it look like? Journal of Computing in Childhood Education, 5 (2), 167-175.
24. HENNIGER, M. (1994) Computers and preschool children's play: are they compatible? Journal of Computing in Childhood Education, 5 (3/4), 231-239.
25. KELLY A.E. et O'KELLY, J.B. (1994) Extending a Tradition : teacher designed computer-based game. Journal of Computing in Chilhood Education, 5 (2), 153-166.
26. LESTER C.L., CONVERSE, S.A., KAHLER S.E., BARLOW, S.T., STONE, B.A. et BHOGA, R.S. (1997), The Persona Effect : Affective impact of animated pedagogical agents. Proceedings of CHI'97, http://www.acm.org/sigs/sigchi/chi97/proceedings/paper/jl.htm.
27. LIU, M. (1996) An exploratory study of how pre-kindergarten children use the interactive multimedia techonology : implications for multimedia software design, Journal of Computing in Chilhood Education, 7 (1/2), 71-92.

28. MALONE, T.W. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. Cognirive science, 4, 333-369.

29. MALONE, T.W. (1983). Guidelines for designing educational computer programs. Childhood Education, March/April, 241-247.

30. MANTEI, M. M. and TEOREY T. J. (1988). Cost/benefit analysis for incorporating human factors in the software lifecycle. Communications of the ACM, 31, 428-439.

31. MAYHEW, D.J. (1992). Principles and guidelines in software user interface design. Prentice Hall: Englewood Cliffs, NJ.

32. MEQ. DIRECTION GÉNÉRALE DES RESSOURCES DIDACTIQUES, (1994) L'intégration des nouvelles technologies de l'information et des communications à l'éducation - Document de sensibilisation et de réflexion, janvier.

33. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, (1995). La calligraphie au primaire, Québec.

34. MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, (1997). Programme d'éducation préscolaire, Québec.

35. NIELSEN, J., (1993) Usability Engineering, Academic, Cambridge, MA.

36. OOSTERHOLT, R., KUSANO, M. et DE VRIES, G. (1996) Interaction design and human factors support in the development of a personal communicator for children. Proceedings of CHI'96.

37. RAVDEN, S.J., et JOHNSON, G.I., (1989) Evaluating usability of Human-Computer Interfaces : a practical method, Ellis Horwood.

38. ROBERT, J.-M. et FISET, J.-Y. (1992) Conception et évaluation ergonomique d'une interface pour un logiciel d'aide au diagnostic; une étude de cas. ICO Québec, 4 (1/2), 67-73.

39. ROBERT, J.-M. (1995) How to carry out usability tests on user interfaces, unpublished technical report. École Polytechnique de Montréal, Montréal.

40. ROBERT, J.-M. (1994) Ergonomie des interactions humains-ordinateur, rapport technique, École Polytechnique de Montréal, Montréal.

41. SHADE, D.S. (1994) Computers and young children: software types, social contexts, gender, age, and emotional responses. Journal of computing in childhood education, 5 (2), 177-209.

42. SHANNON, L. H., FERNANDES, T. et THOMAS, D. (1995) Amazing animationTM : movie making for kids, CHI'95 proceedings, http://www.acm.org/sigchi/chi95/proceedings/dsgbrief/sih_bdy.htm.

43. SHNEIDERMAN, B. (1998) Designing the user interface : strategies for effective human-computer interaction. 3rd edition, Addition Wesley, Reading, MA.
44. STONEY S. et WILD M. (1998) Motivating and interface design : maximising learning opportunities. Journal of computer assisted learning, 14, 40-50.
45. VIRZI, R.A. (1992) Refining the test phase of usability evaluation : How many subjects is enough ? Human Factors, 34, 457-468.
46. VYGOTSKY, L.S. (1978). Mind in Society: The Development of Psychological Processes. Cambridge, MA : Harvard University Press
47. WALSH ROBERTSON, J. (1994) Usability and children's software: A user-centered design methodology. Journal of Computing in Childhood Education, 5 (3/4), 257-271.
48. WRIGHT, J., SHADE, D.D., THOUVENELLE, S. et DAVISDSON, J. (1989) New directions in software development for young children. Journal of Computing in Childhood Education, 1 (1), 45-57.
49. DAF - Recherches en didactique et acquisition du français langue maternelle. http://daf.sdm.qc.ca/
50. Développement des ressources humaines canada : http://www.hrdc-drhc.gc.ca/
51. F.E.N.T.I.C. (formation des enseignants aux nouvelles technologies de l'information et de la communication) et de Distribuciel (distributeur de logiciels éducatifs) : http://www.microtec.net/fbreton/distribuciel/main1.html
52. Logiciels évalués par le Ministère de l'Éducation depuis 1993: http://CyberScol.qc.ca/bd/meq/

ANNEXE I

EXERCICE DE COPIE DE MESSAGE

Cher Mémo,

Tu es mon ami.
J'aime lire et écrire.
Je t'aime.

ANNEXE II

GRILLE D'ÉVALUATION DE L'ÉCRITURE MANUSCRITE

Échelle descriptive, 1re année

Grille suggérée pour la tâche *Merci !*

Objectif : reproduire des messages

		Critères	Échelle descriptive 4	3	2	1
Copie de mots	1.	Conformité du contenu au modèle	– toujours correct *(aucune erreur)*	– peu d'erreurs *(1 erreur)*	– quelques erreurs *(2-3 erreurs)*	– rarement correct *(+ de 3 erreurs)*
Copie de mots	2.	Signes de ponctuation et signes graphiques	– toujours correct *(aucune erreur)*	– peu d'erreurs *(1 erreur)*	– quelques erreurs *(2-3 erreurs)*	– rarement correct *(+ de 3 erreurs)*
Écrire lisiblement	3.	Espaces entre les mots	– toujours correct *(aucune erreur)*	– peu d'erreurs *(1-2 erreurs)*	– quelques erreurs *(3-4-5 erreurs)*	– rarement correct *(+ de 5 erreurs)*
Écrire lisiblement	4.	Tracé des lettres (script) • lettres travaillées en classe	– toujours correct *(aucune erreur)*	– peu d'erreurs *(1 à 3 erreurs)*	– quelques erreurs *(4-5-6 erreurs)*	– rarement correct *(+ de 6 erreurs)*

Seuil de réussite

NB\FRANÇAIS #4\EC DES-1

ÉVALUATION DE L'ÉCRITURE
UN POISSON EXTRAORDINAIRE
(Grille pour le bulletin renouvelé)
1re année — Juin 1998

ÉCHELLE DESCRIPTIVE / ÉLÉMENTS	A Au-dessus du comportement attendu	B Comportement attendu	C Au-dessous du comportement attendu	D Très au-dessous du comportement attendu	Pondération
1. **Choix des idées** Le texte respecte le projet d'écriture • sujet	• Le texte comporte plus d'éléments d'information que le projet en demande OU • Les informations sont en nombre suffisant et très détaillées 28	• Le texte comporte les éléments d'information demandés par le projet (nombre suffisant) Voir Guide d'utilisation, 6 Correction, page 4 21	• Le texte comporte moins d'éléments d'information que le projet en demande OU • Les informations sont en nombre suffisant mais trop succinctes 14	• Le texte comporte très peu d'éléments d'information OU • Le texte est hors du sujet 7	28
2. **Structure de la phrase** • Les phrases sont bien construites (claires et complètes) — ordre des mots — sens	Aucune ou très peu d'erreurs 16	Peu d'erreurs 12	Quelques erreurs 8	Rarement correct 4	16
3. **Vocabulaire** • Les expressions et les mots sont corrects et appropriés	Vocabulaire simple et correct présentant plus de précision 16	En général, le vocabulaire est simple et correct 12	Vocabulaire très simple ou présentant quelques incorrections 8	Vocabulaire pauvre ou très peu évocateur 4	16
4. **Orthographe** • Les mots travaillés en classe sont écrits correctement	4 % et - C 0 - 1 M 0 - 1 - 2 L 0 - 1 - 2 - 3 28	8 % C 2 M 3 L 4 21	10 % C 3 ou 4 M 4 ou 5 L 5 ou 6 14	15 % et + C 5 et + M 6 et + L 7 et + 7	28
5. **Calligraphie** La technique d'écriture est conforme • formation des lettres • espaces entre les mots	• Aucune ou très peu d'erreurs ET • Présentation soignée 12	• Peu d'erreurs ET • Présentation soignée 9	• Quelques erreurs ET / OU • Présentation peu soignée 6	• Texte difficile à lire 3	12

Seuil de réussite

C = texte court : moins de 30 mots M = texte moyen : de 30 à 49 mots L = texte long : 50 mots et plus

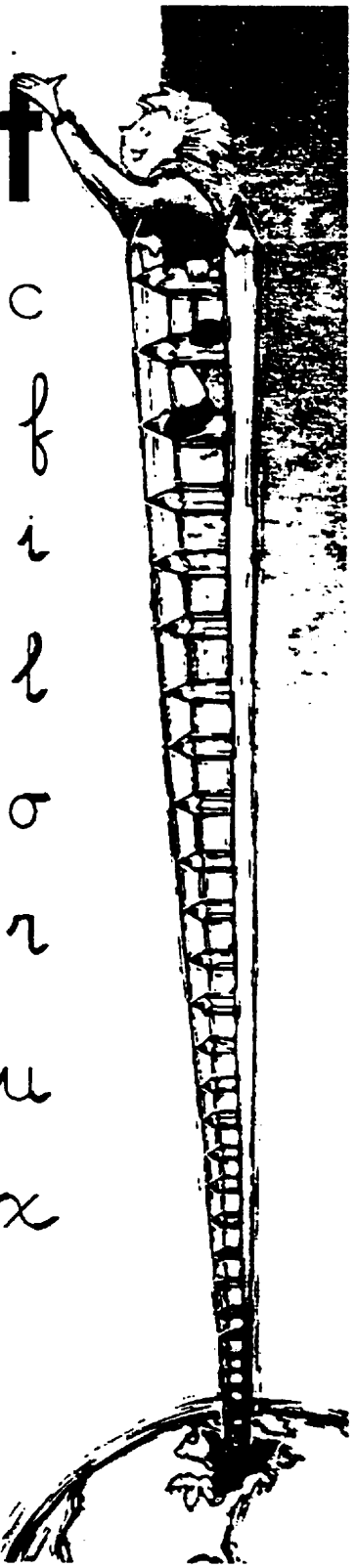
NRC VBCVFRAN-PRAIRIEONLI-96 CHPECRITURE PUB

ANNEXE III

MODÈLE DE LETTRES DU MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC

L'alphabet

A a a	B b b	C c c
D d d	E e e	F f f
G g g	H h h	I i i
J j j	K k k	L l l
M m m	N n n	O o o
P p p	Q q q	R r r
S s s	T t t	U u u
V v v	W w w	X x x
Y y y	Z z z	



Gouvernement du Québec
Ministère de l'Éducation
Québec

ANNEXE IV

QUESTIONNAIRE POUR LES ENSEIGNANTES

Questionnaires pour les enseignantes

Ce questionnaire est en partie tiré de l'ouvrage de Shneiderman (1998).
Le responsable de l'évaluation pose les questions oralement à l'enseignant. Celui-ci répond de façon écrite sur le questionnaire.

Partie 1 : Expérience en informatique

1.1 Quel est votre niveau de compétence dans l'utilisation de systèmes informatiques ?

très peu compétent — très compétent

1 2 3 4 5

1.2 Avez-vous déjà fait de la programmation?

___oui ___non

1.3 En moyenne, combien d'heures par semaine travaillez-vous avec l'ordinateur ?

___ 0 ___ (3-4)

___ 1 ___ (5-6)

___ 2 ___ + de 6

Partie 2 : Réaction globale de l'utilisateur

2.1 terrible — fantastique

1 2 3 4 5

2.2 frustrant — satisfaisant

1 2 3 4 5

2.3 ennuyant — stimulant

1 2 3 4 5

2.4 difficile — facile

1 2 3 4 5

2.5 rigide — flexible

1 2 3 4 5

2.6 Vous vous sentez à l'aise avec le logiciel

pas du tout à l'aise — très à l'aise

1 2 3 4 5

Partie 3: Écran

Les caractères à l'écran sont :

difficile à lire				facile à lire
1	2	3	4	5

Partie 4: Terminologie et information

4.1 Les termes utilisés reliés à la tâche d'enseignement de l'écriture

incohérents				cohérents
1	2	3	4	5

4.2 Les termes utilisés reliés à la tâche informatique

incohérents				cohérents
1	2	3	4	5

4.3 La terminologie est bien reliée à votre travail

pas reliée				très reliée
1	2	3	4	5

Partie 5 : Facilité d'apprentissage

5.1 Facile à apprendre

non				oui
1	2	3	4	5

5.2 Se souvenir des commandes

difficile				facile
1	2	3	4	5

5.3 Aurait besoin de plus d'aide

oui				non
1	2	3	4	5

5.4 Les boutons représentent bien leur fonction

non				oui
1	2	3	4	5

Partie 6 : Système

6.1 Le système est trop bruyant

oui				non
1	2	3	4	5

Partie 7 : Scriptôt le petit garçon

7.1 Scriptôt est amusant

non				oui
1	2	3	4	5

7.2 Scriptôt est utile

non				oui
1	2	3	4	5

Partie 8 : Utilité du logiciel

8.1 Le logiciel peut vous aider dand votre tâche d'enseignement (pour l'apprentissage de la calligraphie)

non				oui
1	2	3	4	5

8.1 Le logiciel peut accélérer l'apprentissage de la calligraphie pour l'enfant

non				oui
1	2	3	4	5

8.1 Le logiciel permet de personnaliser votre enseignement

non				oui
1	2	3	4	5

Partie 9 : Les exercices

Pour 9.1 à 9.5 : le logiciel...

9.1 offre une gamme d'exercices variés

non				oui
1	2	3	4	5

9.2 offre des exercices pertinents

non				oui
1	2	3	4	5

9.3 est bien adapté pour les élèves de maternelles

non				oui
1	2	3	4	5

9.4 est bien adapté pour les élèves de 1re année

non				oui
1	2	3	4	5

9.5 est bien adapté pour les élèves de 2e année

non				oui
1	2	3	4	5

9.6 Les lettres présentées sont adéquates

inadéquates				adéquates
1	2	3	4	5

9.7 Les retours d'information sont adéquats

inadéquats				adéquats
1	2	3	4	5

Commentaires