

INTRODUCTION	4
PROBLEMATIQUE	6
REVUE DE LITTERATURE	7
INTRODUCTION	7
LA METACOGNITION	8
<i>Définition</i>	8
<i>Métacognition et âge des apprenants</i>	8
<i>Métacognition et mémoire de travail</i>	9
<i>Métacognition et niveau d'expertise</i>	10
<i>Conclusion</i>	11
L' APPRENTISSAGE COLLABORATIF	12
<i>Définition</i>	12
<i>Collaboration et âge des apprenants</i>	13
<i>Collaboration et efficacité</i>	14
<i>Conclusion</i>	15
LA COLLABORATION ET LA METACOGNITION	15
<i>Les mécanismes métacognitifs et la collaboration</i>	15
<i>Les connaissances métacognitives et la collaboration</i>	15
<i>Reflection et collaboration</i>	16
<i>Cognition, métacognition et collaboration</i>	17
LES APPLICATIONS SDG	19
<i>Définition</i>	19
<i>1 souris versus 2 souris</i>	20
<i>SDG et genre des sujets</i>	22
<i>SDG et visualisation à l'écran</i>	23
L'IMPORTANCE DE LA TACHE	23
SYNTHESE	25
QUESTIONS DE RECHERCHE	26
METHODOLOGIE	27
LA PART DE L' OBSERVATION	27
<i>Options d'observation</i>	27
<i>Degré de focalisation de l'observation</i>	27
<i>Observation attributive</i>	27
<i>Degré d'inférence des choses observées</i>	28
<i>Observation d'une situation naturelle ou créée</i>	28
<i>Observation participante ou non participante</i>	28
<i>L'analyse de contenu</i>	28
LA PART DE L' EXPERIMENTATION	29
<i>Variable indépendante</i>	29
<i>Variables dépendantes</i>	29
INDICATEURS	30
POPULATION	32
ECHANTILLON	32
PLAN D' EXPERIMENTATION	33
<i>Cadre</i>	33
<i>KidPad 1.0</i>	33
<i>L'activité</i>	35
<i>Déroulement de l'activité</i>	37
<i>Matériel</i>	37
RECUEIL DE DONNEES	37
<i>Les productions des paires</i>	37

<i>Les log files</i>	38
<i>Les observations enregistrées et retranscrites (sons et images)</i>	38
LIMITES	38
<i>Trouver une application SDG</i>	38
<i>L'activité créée</i>	39
<i>La « jeune expérience » de l'observateur</i>	39
<i>Mesure de la métacognition</i>	39
<i>La taille de l'échantillon</i>	39
PRESENTATION DES RESULTATS	40
PRESENTATION DES PAIRES	40
<i>Paire 1 mono-souris</i>	40
<i>Paire 2 mono-souris</i>	41
<i>Paire 3 mono-souris</i>	41
<i>Paire 4 mono-souris</i>	42
<i>Paire 5 mono-souris</i>	42
<i>Paire 6 bi-souris</i>	43
<i>Paire 7 bi-souris</i>	43
<i>Paire 8 bi-souris</i>	43
<i>Paire 9 bi-souris</i>	44
<i>Paire 10 bi-souris</i>	44
PRESENTATIONS DES RESULTATS	45
<i>Enregistrements vidéo et retranscriptions</i>	45
<i>Log files</i>	49
<i>Productions des paires</i>	50
ANALYSES ET INTERPRETATIONS	51
REPONSES AUX QUESTIONS DE RECHERCHE	51
<i>Question 1</i>	51
Analyses.....	51
Interprétations.....	51
Conclusion.....	57
<i>Question 2a</i>	57
Analyse.....	57
Interprétation.....	61
Conclusion.....	63
<i>Question 2b</i>	63
Analyse.....	64
Interprétations.....	65
Conclusion.....	65
<i>Question 3</i>	65
Analyses.....	65
Interprétations.....	65
Conclusion.....	67
QUESTIONS SECONDAIRES.....	67
<i>Question 4</i>	67
Analyse.....	67
Interprétations.....	67
<i>Question 5</i>	68
Analyse.....	68
Interprétations.....	69
<i>Question 6</i>	70
Analyses.....	70
Interprétations.....	71
<i>Question 7</i>	73
Analyse.....	73
Interprétations.....	75

<i>Question 8</i>	76
Analyse.....	77
Interprétations.....	77
<i>Question 9</i>	78
Analyse.....	78
Interprétations.....	80
EXPLORATION APPROFONDIE DE DEUX PAIRES	81
<i>Question 10</i>	81
Analyses.....	81
Interprétations.....	82
<i>Question 11</i>	83
Analyse.....	84
Interprétations.....	85
<i>Question 12</i>	86
Analyse.....	86
Interprétations.....	87
SYNTHESE	88
CONCLUSIONS	90
BIBLIOGRAPHIE	92
GENERALE.....	92
METHODOLOGIE.....	94
ANNEXES	96
TABLEAU DES SYMETRIES PAR PAIRE.....	96
TABLEAU DETAILLE DES <i>LOG FILES</i> DES PAIRES BI-SOURIS	97
GALERIE D'IMAGES	98
DESSINS PRODUITS	103
CHRONOLOGIE DES INTERACTIONS	122

INTRODUCTION

Lorsque le premier ordinateur domestique est apparu, vers la fin des années 1970, qui pouvait alors prédire ce qu'il en adviendrait ? Aujourd'hui chacun dira qu'il a évolué de façon extraordinaire. Pourtant, mis à part sa puissance de calculs et l'arrivée de l'Internet au début des années 1990, l'ordinateur moderne ressemble comme deux gouttes d'eau à son ancêtre : 1 écran, 1 clavier et une souris. Tel il a été conçu, tel il est demeuré. On peut penser que lorsqu'il a été conçu il y a bientôt trente ans, l'ordinateur n'était pas vraiment prévu pour une utilisation à plusieurs (PC pour *Personal Computer*). Or il arrive fréquemment de nos jours de justement se retrouver à plusieurs derrière un même poste. C'est d'autant plus le cas dans nos écoles où l'on place les élèves dans des situations de collaboration assistées par ordinateur (car il y a plus d'enfants que d'ordinateur). C'est alors aux enfants d'adapter leurs comportements et leurs interactions (et leur apprentissage ?) en fonction d'un ordinateur qui a été conçu il y a trente ans pour une seule personne ! Même si aujourd'hui, on peut collaborer via des systèmes de *groupware*, ceux-ci ne le permettent que sur des machines distinctes et généralement distantes. Les élèves peuvent donc partager leur espace virtuel, mais qu'en est-il s'ils désirent partager leur espace réel ? Par la force des choses, les situations de collaboration possible en présence et par paire sont aujourd'hui :

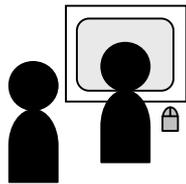


Figure 1

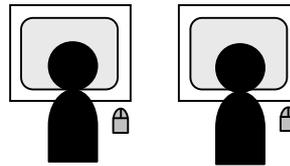


Figure 2

Dans un premier cas, les deux enfants collaborent derrière un seul ordinateur et un seul enfant à la fois va pouvoir contrôler l'activité (par l'intermédiaire de la souris). L'autre se met en retrait et regarde ce que fait son camarade (Figure 1). La seconde solution est de faire travailler les deux enfants chacun derrière un ordinateur, pouvant ainsi chacun interagir avec l'activité (Figure 2). Dans les deux cas, cela peut sembler finalement tout à fait satisfaisant. Mais imaginons maintenant que dans une salle de classe il y ait plus de vingt élèves et les deux situations deviennent complètement ingérables, soit pour des raisons pédagogiques (première situation), soit pour des raisons financières (deuxième situation).

Depuis bientôt 3 ans, un groupe de chercheurs du Maryland (USA) tente de casser ces paradigmes en créant les applications SDG (*Single Display Groupware*). Grâce à un système de *Multi Input Devices* (gestion de plusieurs périphériques sur un même ordinateur), ces applications permettent une nouvelle situation d'apprentissage collaboratif en co-présence :

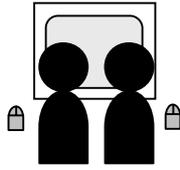


Figure 3

Ici, deux enfants (ou plus) peuvent collaborer avec un seul ordinateur, tout en ayant chacun un accès à l'activité grâce à la possibilité de brancher plusieurs souris en même temps sur l'ordinateur (Figure 3).

La présente étude compare cette nouvelle situation de collaboration assistée par ordinateur à la première situation (situation classique – Figure 1) en s'interrogeant sur l'impact de cette nouvelle configuration sur la distribution des rôles entre les apprenants. Nous avons pour cela codé les interactions verbales en essayant d'en isoler les contenus à caractère cognitifs et les contenus à caractère métacognitifs.

PROBLEMATIQUE

Cette recherche trouve son point de départ dans l'article de Stewart, Bederson et Druin (1997), dans lequel il est question d'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur (CSCL), dans le cas très particulier où deux apprenants interagissent ensemble avec la tâche, grâce à un système de *Multi-Input-Devices*. Ce système permet en effet de gérer plusieurs souris (et donc plusieurs curseurs) sur un même ordinateur. Cette spécificité a permis de développer une série de logiciels dont les outils possèdent des fonctions collaboratives (par exemple lorsque les deux souris cliquent ensemble sur un objet). Les auteurs de ce nouveau genre d'applications les ont nommés SDG (Stewart *et al.*).

Jusqu'à présent, lorsque deux apprenants réalisent une tâche ensemble, derrière le même ordinateur, la configuration de la machine influe directement sur le déroulement de l'activité. En effet, un seul apprenant à la fois peut en prendre le contrôle – par l'intermédiaire de la souris. Or, de ce contrôle peuvent dépendre les contenus d'interaction, le rapport de chaque apprenant avec la tâche, la distribution des rôles et finalement les apprentissages.

Dans cet ordre d'idée, Miyake (1986) met en évidence qu'il existe dans une activité collaborative, une distribution spontanée des rôles entre celui qui fait (*task-doer*) et celui qui observe (*observer*). Cette constatation paraît raisonnable, dans la mesure où – comme il vient de l'être dit – la configuration classique des ordinateurs renforce, si ce n'est impose cette distribution des rôles. Un seul utilisateur à la fois peut accéder au contrôle de l'activité – le *task-doer*; l'autre se retrouve logiquement dans une position d'observateur et doit se "contenter" d'observer, de contrôler et parfois de critiquer ce que fait l'autre.

En termes pédagogiques, cette différenciation des rôles rappelle la différence entre les processus cognitif et métacognitif. En effet, on peut supposer que pour l'apprenant qui possède la souris, le fait de contrôler le déroulement de l'activité et d'interagir directement avec le système a tendance à le plonger dans l'activité. Ce travail dans l'action relève justement des processus cognitifs. Alors que l'apprenant qui ne possède pas de souris est positionné un peu plus en retrait par rapport à l'activité. Moins plongé dans la résolution de celle-ci, il peut plus facilement raisonner sur ce qu'est en train de faire l'autre, analyser les stratégies employées et les réguler. Ce genre d'activité relève de la métacognition.

Pour revenir au SDG, nous supposons que l'introduction d'une seconde souris change la dynamique entre les deux apprenants et l'activité, autant au niveau de la distribution des rôles elle-même, que des contenus d'interaction, du rapport de chaque apprenant avec la tâche et des performances d'apprentissage.

Ne pouvant traiter de l'ensemble de ces aspects, le présent mémoire s'intéresse de plus près à l'influence du mode de contrôle de l'activité sur les contenus d'interaction. A travers ces contenus, nous observons en réalité la distribution des rôles entre les apprenants, car nous supposons qu'ils traduisent une certaine centration du sujet sur ce qu'il est en train de faire ou penser. (Ericsson & Simon, 1980 ; Lefebvre-Pinard & Pinard, 1985, cités par Vezin, 1990).

REVUE DE LITTÉRATURE

INTRODUCTION

Comme tous les champs de recherche, la recherche en sciences de l'éducation ressemble à un sac de nœud, si bien qu'en tirant sur un concept, tous les autres viennent avec. Dans notre revue, il a donc bien fallu s'arrêter à un moment ou à un autre. Nous avons dû ainsi faire l'économie de certains regards sur la problématique, comme celui des théories de la communication qui élargit notre champ sur des concepts comme le *grounding* ou le *common ground* (Clark & Brennan, 1991). A l'intérieur même de certains concepts, il est difficile d'être exhaustif. Quand nous définissons par exemple le concept de collaboration assisté par ordinateur, nous avons dû nous restreindre à des situations de collaboration synchrone et en co-présence et renoncer à tout ce qui a trait à la collaboration à distance, en différé ou avec des groupes importants. Tout au long du chapitre, nous avons précisé tant que faire ce peut la portée de chaque concept défini.

Notre étude tente de mettre en évidence l'impact de la distribution des rôles sur les contenus d'interaction. Nous avons en effet montré que dans une situation d'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur, une certaine distribution s'opère naturellement entre les apprenants (Miyake, 1986). Nous avons ensuite fait le lien entre ces rôles (*observer* et *task-doer*) et l'activité métacognitive et cognitive des apprenants. Nous avons finalement montré que la configuration classique des ordinateurs renforce cette distribution, puisqu'un seul enfant à la fois peut avoir le contrôle de l'activité alors que l'autre observe. Or une nouvelle génération de logiciels – applications SDG – permet de gérer plusieurs souris sur un même écran, ce qui casse le modèle classique et permet une tout autre distribution des rôles. C'est cette nouvelle distribution qui est au centre de notre recherche, à travers l'analyse des contenus d'interaction.

Nous avons choisi de commencer par définir ce que nous entendons par métacognition – ou activité métacognitive. Puis, nous avons défini le concept d'apprentissage collaboratif avec un accent mis sur le cas très particulier de deux élèves interagissant en co-présence avec un média informatique. La partie suivante traite du rôle de la métacognition dans l'apprentissage collaboratif. Enfin, nous proposons un tour de champs des recherches faites avec des applications SDG. Enfin, les différents articles nous ont amené à parler encore de l'importance de la tâche dans une situation d'apprentissage.

LA METACOGNITION

Définition

Lorsqu'il s'agit de définir la métacognition, les chercheurs font tous référence à Flavell (1976). Il semble que la paternité de ce terme lui soit attribuée bien que le concept fût déjà utilisé par d'autres chercheurs – Piaget et Vygotsky notamment. La définition de Flavell est la suivante : « *La métacognition est la connaissance de sa propre activité cognitive ou de celle d'autrui, qui permet la planification puis la régulation de celle-ci pendant la communication d'informations* » (Flavell, 1981, cité par Vezin, 1990, p.317)

A travers cette définition condensée, nous retenons en premier lieu que la métacognition porte sur sa propre activité cognitive *ou* sur celle d'autrui, ce qui n'est pas sans importance dans notre problématique. Le deuxième élément essentiel de cette définition est que la métacognition comporte deux dimensions :

- Les *métaconnaissances*, c'est-à-dire les connaissances sur les manières d'apprendre (les processus cognitifs) ;
- Les *mécanismes métacognitifs* (de planification, de contrôle et de régulation), qui permettent d'agir sur les processus cognitifs.

Nous avons trouvé chez Coen¹ une définition explicite de ces trois mécanismes métacognitifs :

- La *planification* (ou anticipation) : l'appropriation par le sujet des critères de la tâche, l'orientation de son action future et la mobilisation des connaissances nécessaires.
- Le *contrôle* (ou évaluation) de l'action : un mécanisme de comparaison entre le produit attendu (représenté) et le produit réel (production du sujet).
- La *régulation* (ou l'ajustement) : la correction progressive et constante des écarts entre le produit attendu et le produit réel et l'éventuelle réorientation de l'action en fonction des observations faites.

A l'instar du concept d'intelligence, celui de métacognition demeure encore parfois flou et difficile à mesurer. Il suscite de ce fait quelques nuances de définition (Allal, 1992 ; Barbier, 1985 ; Gombert, 1990 ; Noël, 1991 ; Paquay, 1990) dans lesquelles nous n'entrerons pas.

Métacognition et âge des apprenants

Lorsque l'on travaille sur la métacognition, l'âge est un facteur que l'on ne peut ignorer. Ainsi Vezin (1990) constate que les enfants d'un certain âge (5-9 ans) sont très limités quant à leurs activités métacognitives. Deux pistes de réponses se présentent à lui qu'il va tester à travers son expérience. La première est l'insuffisance de connaissances métacognitives de l'enfant face à la complexité de la tâche et la seconde la représentation de la situation par l'enfant.

¹ P.-F. Coen, Cours *Expertise pédagogique* à l'Université de Fribourg, 2001.

L'expérience tente de mettre l'enfant dans une situation de communication où il manifeste des stratégies et des expériences métacognitives à propos de ce qui lui est présenté. La tâche consiste à mettre en relation des énoncés avec des dessins.

Les résultats qu'il trouve confirment les pistes mentionnées ci-dessus. Chez les enfants de 5-9 ans, le manque d'entraînement face à une tâche complexe rend l'activité métacognitive très pauvre. L'auteur utilise l'exemple du novice pour interpréter ses résultats. Si un novice pose moins de questions qu'un expert dans un texte difficile, c'est qu'il n'a pas assez de connaissances pour savoir ce qui est difficile. Chez les jeunes enfants, ce serait également cette absence d'entraînement en quelque sorte qui limite le traitement de l'information. En outre, la seconde piste met en évidence les attentes des enfants face à certaines situations d'apprentissage. Ils activent les connaissances cognitives et métacognitives en fonction de ce qu'ils ont perçu comme pertinent pour répondre aux objectifs de la tâche, c'est-à-dire en fonction d'une certaine représentation de la situation.

Withbread (1999) a également mis en évidence l'importance de l'âge de l'enfant pour l'utilisation des stratégies cognitives et métacognitives dans une tâche de classification. Dans un premier temps, l'auteur a mesuré les stratégies, les performances, le degré de connaissance de la tâche, la conscience métacognitive et la capacité de mémoire de travail chez 20 enfants selon leur âge : 5 ou 6 ans. Les résultats ont montré que les performances d'apprentissage dépendent essentiellement de l'interaction entre ces différents facteurs. Dans l'essentiel, ils confirment les résultats de Roberts et Erdos (1993, cité par Withbread, 1999, p.490). Cependant, il a été noté que si chez les enfants de 6 ans, de réelles stratégies cognitives furent développées, ce n'était pas le cas des enfants de 5 ans, qui procédaient surtout par essais et erreurs. Dans un deuxième temps, l'auteur a voulu confronter ces résultats avec un plus grand nombre de sujets de 6, 8 et 10 ans. Ainsi 70 enfants ont dû résoudre une tâche d'apprentissage de discrimination multidimensionnelle. Il semble que les résultats apportent encore plus de validité aux résultats précédents. Il semblerait en effet que les relations entre ces différents facteurs changent avec l'âge.

Ce qui est intéressant dans cet article, c'est avant tout la mise en évidence des relations entre ces différents facteurs et les performances d'apprentissage de l'enfant. Comme il l'a été dit dans les résultats, entre 6 et 10 ans, ces relations entre les différents facteurs changent. En effet, cette tranche d'âge correspond à une période de grands changements dans le développement de l'enfant. Les recherches de Piaget l'ont suffisamment montré.

Métacognition et mémoire de travail

Withbread (1999) étudie à travers deux recherches, les relations entre les habiletés métacognitives, la capacité de mémoire de travail, le développement et l'utilisation de stratégie et les performances d'apprentissage d'un enfant face à une tâche de résolution de problème. Selon sa revue de littérature, les performances de résolution de problème dépendent de la construction et de la

sélection de stratégies cognitives, qui sont elles-mêmes dépendantes des relations entre différents processus cognitifs et métacognitifs (Siegler & Jenkins, 1989, cité par Withebread, p.490). Plus concrètement, l'exécution de stratégies cognitives complexes dépend avant tout de la capacité de la mémoire de travail, alors que la création et la sélection de stratégies dépendent des habilités et des processus métacognitifs (Roberts & Erdos, 1993, cité par Withebread, p.490). D'autres recherches ont montré que les processus métacognitifs eux-mêmes utilisaient de la mémoire de travail (Shatz, 1978, cité par Withebread, p.490). Cela signifie que les processus métacognitifs peuvent seulement se mettre en œuvre lorsque la capacité de la mémoire de travail n'est pas entièrement destinée à la tâche. Brown et DeLoache (1978, cité par Withebread, p.490) ont en effet montré que dans une tâche précise, les novices montrent en général peu d'habilités métacognitives (autorégulation). Au fur et à mesure qu'ils se familiarisent avec la tâche, ils automatisent certains aspects de celle-ci, ce qui permet de libérer de la mémoire de travail pour l'activation de processus métacognitifs, jusqu'à améliorer les performances sur la tâche (Case, 1985, cité par Withebread, p.490).

Métacognition et niveau d'expertise

Dans un article de 1999, Veenman et Elshout étudient les relations entre l'intelligence, la métacognition et les performances d'apprentissage. Dès le départ, ils différencient les aptitudes métacognitives des novices et des experts. Sur la base de recherches antérieures, il s'avère que face à une tâche nouvelle, les novices ont tendance à mettre en œuvre des procédures métacognitives générales (Veenman, Beishuizen & Niewold, 1997 ; Veenman & Elshout, 1991 ; Veenman, Elshout & Busato, 1994, cités par Veenman & Elshout, 1999, p.510), alors que les experts, pour qui la tâche n'est pas nouvelle du tout, mettent en œuvre des procédures de régulation propre au domaine spécifique (Glaser & Chi, 1998 ; Veenman, Elshout & Hoeks, 1993, cités par Veenman & Elshout, p.510-511). Cela signifie donc qu'une personne experte dans un domaine « bénéficie » de procédures métacognitives spécifiques, que le novice dans ce même domaine ne possède pas.

Pour vérifier leurs hypothèses, les auteurs procèdent en deux temps, avec deux expériences complémentaires. La première d'entre-elles focalise sur la différence entre novice-expert dans la relation entre les habiletés intellectuelles et les capacités métacognitives.

Après avoir mesuré leurs habilités intellectuelles (test de QI) et leur degré d'expertise, 492 sujets ont été répartis entre *low* ou *high* intelligent et *expert* ou *novice* dans le domaine de la physique. Chacun d'eux a ensuite utilisé un environnement d'apprentissage assisté par ordinateur sur la thermodynamique. Un pré-test et un post-test ont été effectués afin de mesurer leurs performances d'apprentissage. Pour finir, deux méthodes de recueil de données (*Thinking Aloud Protocol* et *SAP score*) ont permis de mesurer les capacités métacognitives des sujets.

Les résultats montrent d'une part que l'activité métacognitive est significativement plus élevée chez les sujets experts que chez les sujets novices.

D'autre part, la corrélation entre les habiletés intellectuelles et les performances d'apprentissage n'est pas significative.

Dans la seconde expérience, les auteurs utilisent la relation entre les habiletés intellectuelles et les capacités métacognitives comme prédicateur de l'apprentissage à différents niveaux de complexité de la tâche. Comme dans la précédente expérience, les sujets ont été répartis selon leurs habiletés intellectuelles et leur degré d'expertise. Après un pré-test sur leur connaissance en physique, les sujets ont dû résoudre une série de problèmes sur la thermodynamique. Ces problèmes répondaient à différents degrés de complexité (*easy – complex – very complex*). Les capacités métacognitives ainsi que les performances d'apprentissage ont fait l'objet de mesures post-test.

Les résultats montrent que les sujets experts ont de meilleures performances et des capacités métacognitives plus développées que les sujets novices et ce quel que soit le degré de complexité de la tâche et d'habiletés intellectuelles.

Ces deux expériences permettent aux chercheurs de confirmer leurs hypothèses de départ, à savoir que dans une tâche bien précise, les capacités métacognitives sont plus élevées chez les sujets experts. D'autre part, il s'avère que les différences individuelles (comme les habiletés intellectuelles) n'ont que peu d'importance dans les performances d'apprentissage. En résumé, cette recherche a permis d'établir que le critère le plus important dans l'apprentissage n'est ni la complexité de la tâche, ni même les habiletés intellectuelles, mais le degré d'expertise du domaine, car c'est de ce dernier que dépend le degré de mobilisation des capacités métacognitives. Cette affirmation est confirmée par Brown et DeLoache (1978, cité par Withebread, 1999, p.490) qui ont déjà montré que dans une tâche précise, les novices montrent en général peu d'habiletés métacognitives (autorégulation) à cause de la limitation de la mémoire de travail.

Conclusion

Ces quelques articles sur la métacognition ont permis de mettre en évidence certains rôles de celle-ci dans les processus d'apprentissage et de résolution de problème. Tout d'abord, le recours aux activités métacognitives ne se fait pas automatiquement. Il dépend de plusieurs facteurs ; l'âge de l'enfant, tout d'abord. Avant 9-10 ans, le développement de l'enfant est encore trop changeant pour pouvoir mesurer et comprendre l'impact de la métacognition sur son apprentissage ; Le niveau d'expertise de l'enfant. Un enfant expert dans un domaine fera plus facilement faire appel des mécanismes métacognitif qu'un enfant novice ; et dans une moindre mesure la capacité de sa mémoire de travail. Les processus métacognitifs représentant une charge supplémentaire, il ne pourra les activer que si la capacité de sa mémoire de travail le lui permet. Il faudra donc tenir compte de ces trois aspects lors de l'élaboration de notre plan d'expérimentation.

L'APPRENTISSAGE COLLABORATIF

Définition

Lorsque les chercheurs (ou les enseignants) parlent d'apprentissage collaboratif, ils mettent en évidence dans les conditions et les processus d'apprentissage, les structures d'interdépendance entre les apprenants, c'est-à-dire, l'influence qu'a l'apprentissage d'un apprenant sur celui d'un autre. L'apprentissage collaboratif se distingue ainsi de l'apprentissage individuel, où l'interdépendance entre les apprenants est considérée comme nulle, puisqu'il n'y a aucune forme d'interaction entre les apprenants. Il se distingue également de l'apprentissage compétitif, dans la mesure où l'interdépendance entre les apprenants est négative, car l'apprentissage de l'un, se fait aux dépens de l'apprentissage de l'autre. Idéalement, la collaboration est un mode d'apprentissage qui met en interdépendance deux ou plusieurs apprenants, de manière positive. Ainsi les tâches sont organisées afin de solliciter les compétences, les connaissances et l'attention de tous les apprenants de telle sorte à ce qu'un seul ne puisse pas arriver à résoudre un problème sans l'aide ou les connaissances des autres membres du groupe².

Un autre terme dispute le concept d'apprentissage positif en groupe : la coopération. Entre ces deux termes, les chercheurs se sont regroupés en plusieurs écoles. Une première école emploie de préférence le terme « collaboration » ou « apprentissage collaboratif » en différenciant divers degrés de collaboration, dont la coopération constitue le degré le plus bas (Saunders, 1989, cité par Dillenbourg, Baker, Blaye & O'Malley, 1996, p.190). Une autre école préfère le terme « coopératif », avec définition de plusieurs formes de coopération et plusieurs principes qui contribuent à la coopération (Clarke *et al.*, 1992 ; Johnson & Johnson, 1989, cités par Dillenbourg *et al.*, p.190). Enfin, une dernière école (Dillenbourg *et al.*, 1996 ; Rouiller, 1989, cité par Dillenbourg *et al.*, p.191) distingue ces deux termes par rapport à la structure d'interdépendance des apprenants. Selon elle, la coopération correspond à une répartition des tâches entre les apprenants, où chacun peut accomplir de manière autonome et responsable sa part de travail. La tâche est donc divisée de manière hiérarchique en sous-tâches totalement indépendantes les unes des autres. Alors que la collaboration demande une implication mutuelle des apprenants dans un effort de coordination afin de réaliser la tâche. Cela ne veut pas dire qu'il n'y a pas de division du travail, mais que cette division ne se fait pas de la même manière. Les sous-tâches restent très entrelacées les une aux autres, de telle sorte qu'un effort de coordination demeure tout au long de l'activité, ce qui implique une conception partagée constante du problème (Roschelle & Teasley, 1990, cité par Dillenbourg *et al.*, p.191).

Dans notre étude, nous partageons la définition de la dernière école, bien qu'il s'agisse de divergences sur lesquelles nous ne nous attardons pas. En effet, l'apprentissage collaboratif est défini avant tout par opposition à l'apprentissage individuel et compétitif, dans la mesure où les enfants sont amenés à interagir

² M. Saada-Robert, cours *Apprentissage et développement* à l'Université de Genève, 2001.

pour réussir (apprendre), ce qui n'est pas le cas dans les deux autres types d'apprentissage. C'est donc le type d'interaction entre les pairs (positif, négatif ou nul) qui définit ici l'apprentissage collaboratif.

Dans notre cas, il convient encore d'ajouter "...assistée par ordinateur". En effet, les articles auxquels nous nous référons relèvent principalement de ce domaine de recherche, connu sous l'appellation CSCL – *Computer Supported in Collaborative Learning* – pour apprentissage collaboratif assisté par ordinateur. Les recherches en CSCL ne représentent qu'une portion d'un domaine plus vaste, nommé HCI – *Human-Computer Interactions*. Ce domaine s'intéresse à toutes les formes d'interactions entre les ordinateurs et les personnes, aussi bien dans le domaine de travail – CSCW – que justement de l'apprentissage – CSCL.

Le CSCL est intéressant pour deux raisons. Premièrement, ce domaine fait preuve d'une puissance novatrice dans les rapports pédagogiques entre l'enseignant et l'élève, l'élève et la tâche ou encore entre les élèves entre eux. Soller, Lesgold, Linton et Goodman (1999) ont par exemple insisté sur l'importance d'aménager des outils qui permettent de promouvoir des interactions efficaces comme justifier expliquer, demander, argumenter. Les environnements CSCL rendent ce type d'outils tout à fait efficaces. Deuxièmement, grâce à l'ordinateur, ils offrent aux chercheurs en éducation des situations d'observation permettant d'exercer un contrôle total sur certains aspects de la collaboration (échange de paroles, distribution des tâches, etc.). Suivant les interfaces, on peut aisément partager les tâches ou utiliser les feedback immédiats pour provoquer les interactions entre les pairs. L'ordinateur permet également d'intégrer différents types de communication synchrones et asynchrones, textuelles et également audiovisuelles.

Collaboration et âge des apprenants

La majorité des recherches aussi bien théoriques que pratiques sur la collaboration arrivent aux mêmes conclusions : l'enfant apprend mieux et plus en collaborant. Pourtant, il s'avère qu'il n'est pas forcément facile pour des jeunes enfants de collaborer, car cette manière d'apprendre n'est pas si naturelle et spontanée (Bennett, 1991 ; Cullingford, 1991, cités par Crook, 1995, p.542). Pourtant, Crook pense que ce qui reste difficile, ce n'est pas collaborer, mais faire collaborer, car ce qui est difficile à mettre en place dans la collaboration, c'est la notion d'objectifs partagés (*shared goals*) – c'est d'ailleurs ce qui différencie selon l'auteur la collaboration de la coopération. Pouvoir partager les objectifs dans un groupe, dépend surtout de la communication. Il faut en effet pouvoir exprimer publiquement ses pensées – rendre conscient une idée intuitive –, négocier des consensus et être capable de co-construire. Finalement, la communication est le moteur de la collaboration.

D'une manière générale, Crook (1995), s'interroge sur les origines de la collaboration chez l'enfant. Selon lui, encourager la collaboration ne suffit pas, car on sait désormais que la collaboration n'est pas innée mais qu'elle s'apprend. Il faut donc permettre à l'enfant dès son plus jeune âge à apprendre à collaborer. Il reste que si la communication est à la base de la collaboration, l'enfant doit au moins être en âge de communiquer. Selon les théories de Piaget, « *la réciprocité*

des échanges sociaux » (donc la communication) est absente des propos d'un enfant de moins de 7-8 ans, en vertu de son égocentrisme intellectuel, c'est-à-dire de « cette attitude qui s'oppose à la mise en relation de l'univers et à la coordination des perspectives » (Piaget, cité par Dolle, 1991, p.27). Il y a donc un âge en dessous duquel un enfant ne possède pas les outils de communication nécessaire à la collaboration.

Collaboration et efficacité

Dans un de leur article, Soller *et al.* (1999) s'attachent à ce qui rend l'interaction entre pairs réellement efficace. Pour eux – comme pour Crook (1995) d'ailleurs – mettre des élèves en groupe et leur donner une tâche ne garantit en rien le développement de comportements collaboratifs. C'est pourquoi les auteurs ont voulu mettre en évidence les éléments qui encouragent la collaboration dans un environnement *on line*. Se basant sur une revue de la littérature sur l'apprentissage collaboratif assisté par ordinateur, les auteurs constatent que les interactions qui rendent l'apprentissage collaboratif réellement efficace se répartissent dans 5 catégories (en anglais) : *participation, social grounding, active learning collaboration skills, performance analysis and group processing et promotive interaction*.

La suite de l'article présente une recherche faite sur un environnement CSCL capable d'analyser dynamiquement les interactions entre pairs et d'ainsi pouvoir répondre avec la meilleure aide possible, suivant les cinq catégories définies ci-dessus. Les sujets ont dû communiquer à travers un *chat* afin de résoudre un problème. Ce *chat* possède la caractéristique particulière d'être organisé sur les premiers mots d'une phrase. En effet, c'est souvent dans ces premiers mots que se trouve l'intention du locuteur. Ainsi, les sujets devaient préalablement choisir un bout de phrase introductif à chacune de leur intervention. Les observations montrent que les participants dont la majeure partie des interventions étaient des acquiescements ou des désapprobations (par exemple « oui », « ok », « non », etc.) sont ceux qui ont appris le moins. Une analyse plus fine de deux groupes montre qu'il est possible de produire en commun la même réponse, les mêmes solutions, les mêmes connaissances sans pour autant que les membres du groupe aient appris la même chose. Dans un groupe, deux sujets sur trois avaient le sentiment d'avoir peu appris. Alors que dans l'autre, les trois sujets étaient tout à fait satisfaits de leur apprentissage. Un résumé des types d'intervention suffit pour montrer que dans le premier cas, un seul sujet participait et les deux autres se contentaient d'acquiescer (40% des interventions totales) alors que dans le second cas, les interventions étaient beaucoup plus variées (seulement 13% d'acquiescement).

En conclusion, les résultats montrent que l'efficacité de la collaboration repose sur la participation active des apprenants qui demandent des explications et des justifications à leurs pairs. Il ne suffit donc pas de mettre un groupe de personnes face à une tâche pour que celles-ci collaborent. Il convient d'aménager des outils qui permettent de promouvoir des interactions efficaces comme justifier, expliquer, demander, argumenter, etc. Les environnements CSCL permettent ce type d'outils.

Conclusion

Nous retenons que la collaboration est un mode d'apprentissage très "populaire" dans la recherche. Tout le monde s'accorde à penser qu'il s'agit là d'une manière efficace d'entrevoir l'apprentissage. Cependant, ces articles montrent également qu'il n'est pas si évident d'y parvenir et qu'il faut pour cela développer des systèmes efficaces de communication. Car c'est elle qui est à la base de la collaboration. Encore une fois l'âge des enfants joue un rôle car les enfants de moins de 7-8 ans n'ont pas les attitudes communicationnelles nécessaires à la collaboration. Les articles suivants traitent spécialement de travaux sur la métacognition dans la collaboration.

LA COLLABORATION ET LA METACOGNITION

Les mécanismes métacognitifs et la collaboration

La recherche de Peklaj et Vodopivec (1999) étudie les effets des apprentissages coopératif et individuel sur le fonctionnement cognitif, affectif, métacognitif et social de l'élève, selon le modèle CAMS (Dansereau, 1986, cité par Peklaj & Vodopivec, 1999, p.360).

Les auteurs admettent qu'à la base de la collaboration se trouve donc la communication, c'est-à-dire les interactions entre les pairs. Ces interactions entre les membres d'un groupe sont constituées d'une combinaison complexe entre les activités cognitives (compréhension, rappel, résolution de problème), les facteurs affectifs (motivation, anxiété, concentration, estime de soi), les facteurs métacognitifs (monitoring, détection de l'erreur, régulation de l'activité) et les activités sociales (communication, aptitudes sociales). Selon les auteurs, d'autres variables entrent également en ligne de compte dans les effets de la coopération sur les performances d'apprentissage par groupe. Il s'agit de l'hétérogénéité du groupe (habilités individuelles, statut, style cognitif, introversion/extraversion, genre, etc.), de l'interdépendance positive entre les membres du groupe (les objectifs de chacun doivent être étroitement liés aux objectifs du groupe, de telle sorte que pour pouvoir atteindre un de ses objectifs, les autres membres du groupe doivent le pouvoir également), des responsabilités individuelles et de la structure de la tâche (comme la répartition du matériel, la distribution de rôles ou le timing).

Les connaissances métacognitives et la collaboration

Manion et Alexander (1997) tentent de mettre en évidence les bénéfices de la collaboration par paires sur les stratégies cognitives et surtout sur les connaissances métacognitives de ces stratégies. Des études précédentes ont déjà montré l'impact positif de la collaboration sur les performances d'apprentissage en termes de contenus et de stratégies (Brown, Campione & Day, 1981 ; Meloth & Deering, 1992 ; Stevens, Salvin & Farnish, 1991 ; Webb, 1983, 1985, cités par Manion & Alexander, 1997, p.270). En effet les interactions qui émanent d'une collaboration peuvent tout aussi bien porter sur le contenu d'apprentissage que sur les stratégies d'apprentissage. En outre, ils constatent

dans la littérature (Fabricius & Cavalier, 1989, cité par Manion & Alexander, p.270), qu'il est possible de déterminer le degré de compréhension métacognitive d'un enfant, en fonction des explications fournies par ce dernier sur la résolution d'une tâche et sur les stratégies déployées. Les chercheurs ont donc déterminé quatre catégories de compréhension métacognitive (concernant l'attribution causale) : « *nonattributors* », « *attributors with no explanation* », « *perceptual/behavioral attributors* » et « *mental attributors* ». L'hypothèse émise dans cet article est la suivante : la collaboration entre paires de différents degrés de compréhension métacognitive facilite la discussion sur les différentes stratégies cognitives, ce qui peut conduire à une meilleure régulation et à un meilleur contrôle de ses propres stratégies. Ici les connaissances métacognitives permettent de mieux comprendre l'utilité des stratégies cognitives discutées ou utilisées pendant la tâche.

Pour démontrer cela, les auteurs ont réparti 90 élèves (10 ans, USA) en deux groupes (groupe test et groupe contrôle, respectivement 46 et 44 élèves). L'expérience se déroulait en trois phases. La première phase était un pré-test sur des stratégies de tri et de rappel utilisées. Durant la deuxième phase, les élèves du groupe test ont été couplés par deux afin de réaliser une tâche de mémorisation. Les élèves du groupe contrôle ont fait de même, mais de manière individuelle. Le but de la troisième phase était de réévaluer les stratégies utilisées, le degré métacognitif d'attribution causale et les performances de rappel sur la tâche de mémorisation.

Trois résultats significatifs peuvent être mis en évidence. Le premier est que les élèves du groupe test (avec collaboration durant la phase 2) ont utilisé des stratégies de rappel plus sophistiquées lors de la phase 3. Deuxièmement, les élèves avec un bas niveau métacognitif du groupe test ont fait preuve d'une plus grande compréhension de l'utilité des stratégies utilisées, que les élèves de bas niveau métacognitif du groupe contrôle. Enfin, les élèves du groupe test ont obtenu de meilleurs résultats lors de la phase 3.

Ce qui est intéressant à constater dans cette recherche, c'est que la collaboration a été bénéfique pour les élèves du groupe test, sans qu'aucune consigne n'ait été donnée, sans qu'aucun rôle n'ait été attribué. Le simple fait de répartir les élèves en fonction de leur niveau métacognitif a suffi à créer des interactions suffisamment riches pour être bénéfiques sur les performances. On constate également avec cette recherche que le développement de stratégies cognitives et métacognitives ne dépend pas uniquement du degré de développement de l'élève. Ce sont des compétences qui s'apprennent et qui peuvent être apprises non seulement en s'exerçant, mais également en discutant sur. Ce qui est dit entre les élèves est tout aussi important que ce qui est fait.

Reflection et collaboration

Avec les environnements ILE (environnements d'apprentissage interactif), des chercheurs tentent avec un certain succès de mettre en évidence le potentiel de l'outil informatique par rapport à l'apprentissage métacognitif. Ces chercheurs partent donc du principe que la métacognition peut s'apprendre. En effet, une grande difficulté pour un apprenant est de savoir qu'il ne sait pas (Gama, 1999).

Comment pourrait-il alors apprendre s'il ne sait pas qu'il ne sait pas ? L'anglicisme *reflection* désigne cette prise de conscience de ces propres connaissances et aussi de ses propres processus cognitifs, ou en d'autres termes la prise de conscience de sa métacognition (Puntambeaker & du Boulay, 1999, cité par Gama, 1999). C'est cette *reflection* que les environnements d'apprentissage interactif peuvent transmettre à l'apprenant, car par nature, l'ordinateur peut facilement garder des traces de toutes les actions d'un apprenant et donc les lui renvoyer sous une forme ou sous une autre. A l'aide de ces traces concrétisées, chosifiées à travers une représentation graphique, un historique ou autre, l'apprenant peut prendre conscience de son apprentissage et réfléchir sur sa manière d'apprendre ou de raisonner.

Différents chercheurs ont appliqué cette théorie dans le développement de dispositifs informatiques intégrant à des niveaux divers des moments de *reflection*. C'est le cas par exemple d'ALGEBRALAND, un programme de mathématiques qui permet à l'apprenant de se détacher des contraintes purement opératoires de résolution d'une équation, pour se concentrer sur la réflexion de la résolution de l'équation. Le logiciel affiche les étapes de la résolution afin que l'apprenant puisse s'en servir pour réfléchir. Il peut ainsi voir exactement les étapes qu'il a accompli pour obtenir le résultat, revenir en arrière, explorer d'autres voies laissées en suspens et ainsi développer des stratégies de plus en plus efficaces (Collins & Brown, 1988). HERON est un autre dispositif qui permet de visualiser graphiquement des problèmes mathématiques, dont l'énoncé en langage naturel est complexe (Reusser *et al.* 1990, cité par Dillenbourg & Self, 1992). TAPS est un dernier exemple d'un outil mathématique qui permet d'afficher à l'écran le cheminement de l'apprenant pour arriver à la solution (Derry, 1990, cité par Lehtinen *et al.*, 1998). L'apprenant peut ainsi réfléchir sur sa manière de raisonner, mais dans TAPS, il peut également interagir avec d'autres personnes.

Ce dernier point permet de revenir au rôle de la collaboration. En effet, Gama (1999) rappelle que selon Vygotsky, les interactions avec d'autres personnes durant un apprentissage améliorent grandement la compréhension de son propre apprentissage. Là-dessus, des chercheurs ont adopté la collaboration pour favoriser la *reflection*. C'est le cas de LuCy (Goodman *et al.* 1998, cité par Gama, 1999), une système qui utilise la collaboration par paire pour encourager les apprenants à expliquer leurs actions et à discuter leurs intentions afin de mieux comprendre ce qu'ils sont en train d'apprendre.

Ce principe de *reflection* appliqué à des environnements CSCL amène donc les apprenants à plus parler de ce qu'ils sont en train de faire et donc favorise la prise de conscience de leur raisonnement (la métacognition).

Cognition, métacognition et collaboration

Smith (2001) étudie les relations entre les activités pratiques (*hands-on*) à travers un ordinateur, l'apprentissage collaboratif et l'acquisition de la visualisation spatiale³. La question que se pose l'auteur est : pour acquérir cette compétence, vaut-il mieux observer ou pratiquer ? D'un côté, Sweller (1994) prétend que

³ Habilité ou compétence de résoudre des problèmes à plusieurs étapes faisant appel à l'organisation de formes (en géométrie, en chimie, en physique).

l'observation⁴ (activité d'apparence passive) possède certains avantages sur la pratique. Il donne l'exemple d'une activité mathématique, dans laquelle l'élève doit résoudre un problème en appliquant des connaissances qu'il vient à peine de découvrir. S'il se lance directement dans la résolution du problème, l'élève devra à la fois manipuler les éléments du problème et garder en mémoire les principes fraîchement acquis et nécessaires à la résolution du problème. Cela accroît la charge cognitive dans la mémoire à court terme, car le fait de pratiquer avec des concepts que l'on ne maîtrise pas implique une charge cognitive importante dans la mémoire de travail. C'est pourquoi, Sweller conclut qu'il vaut mieux d'abord observer, puis agir (*Cognitive Load Theory*).

D'un autre côté, Smith maintient qu'il peut être préférable de faire précéder une période d'observation par une période d'activité ou de manipulation. En effet, cela permet à l'élève de se construire une sorte de représentation mentale (*mental imagery*) de la connaissance qui aide à la compréhension, lors de l'observation. Cette image mentale agit comme un échafaudage (*scaffolding*) lors de la construction d'une nouvelle connaissance (Smith, 1998) (*Weaning Theory*).

Le souci de Smith étant de rendre l'apprentissage le plus efficace possible, il se demande laquelle de ces deux théories a raison. Pour y répondre, il imagine une situation d'expérimentation dans laquelle 50 élèves sont répartis par groupes de deux. Ils doivent résoudre deux activités assistées par ordinateur (M-puzzles et I-puzzles). Pour la moitié d'entre-eux, un des élèves a le contrôle de l'activité, c'est-à-dire de la souris (*pilots*), alors que l'autre élève ne fait qu'observer (*observers*). Dans l'autre moitié des groupes, les deux élèves ont le contrôle de l'activité, chacun leur tour (*co-pilots*). Ils se retrouvaient donc alternativement *pilot* et *observer*.

Les résultats montrent que les sujets *co-pilots* ont mieux appris. Pour ces derniers, l'avantage était dans l'alternance entre les deux situations, qui leur a permis de réfléchir sur d'hypothétiques solutions et de les tester directement après. Par rapport aux *observers* la différence est dans l'intérêt à la tâche. Les *observers* ont souvent eu tendance à détourner leur attention de l'activité, faute d'interaction directe avec elle. Par rapport aux *pilots*, l'avantage est dans le temps de réflexion. Les *pilots* ont souvent été réduits à explorer les solutions de manière aléatoire, sans les analyser (sans se construire une représentation, une image mentale). Les *co-pilots*, par l'alternance des rôles, évitent d'être soit épuisés (*pilots*), soit frustrés (*observers*). En d'autres termes, le changement de rôle chez les *co-pilots* a permis une sorte méta-réflexion sur la tâche – comment l'autre est arrivé à la solution ou à la non-solution – ou du moins une réflexion productive sur le processus de résolution du problème.

⁴ L'élève observe lorsque l'enseignant montre – à titre d'exemple – les étapes de la résolution d'un problème.

LES APPLICATIONS SDG

Définition

Comme nous l'avons déjà dit dans la problématique, lorsque les enfants collaborent autour d'une activité médiatisée par ordinateur, ils se retrouvent agglutinés derrière un écran à deux, trois ou quatre, cherchant à interagir avec l'ordinateur. Sachant qu'un seul peut contrôler l'activité par l'intermédiaire de la souris et du clavier, les autres sont « condamnés » au rôle d'observateur « passif » et beaucoup moins motivant (Smith 2000). Ce n'est donc pas un hasard si les chercheurs s'intéressent de plus en plus à cette situation d'apprentissage collaboratif en co-présence. En effet, il s'agit là certainement de la situation qui a le plus de chance de faire écho dans une classe. Ainsi, Stewart *et al.* (1997) ont mis au point un système permettant de gérer plusieurs souris – et donc plusieurs curseurs – sur un même ordinateur. Ils ont pu développer une série de logiciels capables de gérer plusieurs utilisateurs en même temps. Les auteurs de cette nouvelle génération d'applications les ont nommées SDG, pour "Single Display Groupware" (Stewart *et al.*, 1997).

Une application SDG pose certains problèmes de gestion. Tout d'abord, il faut faire un choix quant à la gestion de l'écran. Avec une seule personne déjà, il fallait maximiser l'espace entre les fonctionnalités du programme et la zone de travail de l'utilisateur. Avec plusieurs personnes, ce problème s'amplifie. Une solution évidente serait d'utiliser des écrans toujours plus grands. D'autre part il faut gérer la navigation à travers l'écran. Que se passe-t-il si un utilisateur veut faire défiler le contenu d'un écran vers le bas d'une page pendant que l'autre travaille sur le sommet ? Pour résoudre ce problème, une solution est de restreindre la navigation à la taille de l'écran. Il faut également gérer les outils (menus, palettes, boutons) avec lesquels les utilisateurs interagissent. Le plus simple serait de bloquer un outils lorsqu'il est utilisé par une personne, mais cela nuirait grandement à la collaboration. C'est pourquoi ils doivent être repensé afin de permettre une utilisation multiple. Grâce aux résultats de certaines recherches sur la gestion des outils (Myers *et al.*, 1998), Bederson et ses collègues ont mis au point une alternative aux menus, palettes et autres boutons : les « Local Tools ». Ces outils ont été pensé pour être utilisé par plusieurs personnes à la fois. Par exemple dans KidPad⁵, le logiciel utilisé dans notre recherche, la palette de couleur classique sur laquelle on clique afin de choisir la couleur a été remplacée par autant de crayons de couleurs différentes. Ainsi, l'utilisation d'une couleur n'empêche pas que quelqu'un d'autre en utilise une autre. Encore mieux, en sélectionnant un crayon, celui-ci est toujours disponible pour quelqu'un d'autre, ce qui veut dire qu'une même couleur peut être utilisée plusieurs fois, sans aucune restriction.

Du point de vue de l'apprentissage, Stewart *et al.* (1997) ont mis en évidence certaines pistes de réflexion sur les avantages potentiels des applications SDG. Tout d'abord, ils supposent que le fait d'avoir chacun le contrôle de l'activité peut faire diminuer le sentiment de gêne induit par la proximité physique des

⁵ KidPad est un logiciel de dessin agrémenté de fonctions pour raconter des histoires (*storytelling*). Le programme est présenté dans le chapitre suivant.

apprenants. D'autre part, le fait d'avoir chacun la possibilité d'interagir avec la tâche permet de créer des fonctionnalités disponibles seulement si les deux apprenants utilisent le même outil en même temps. On peut ainsi développer de nouveaux types d'interaction. Les applications SDG permettent aux apprenants de travailler en parallèle et en même temps, ce qui peut enrichir les interactions. D'autre part, cette situation peut réduire les sources de conflit qu'il pouvait y avoir lorsqu'un seul apprenant avait le contrôle de l'activité. En effet, chacun peut travailler comme il l'entend, sans devoir se plier trop strictement aux exigences de son partenaire. Enfin, le fait que l'interaction avec la tâche soit répartie entre les apprenants, leur permet de plus communiquer pour résoudre un problème ensemble, alors qu'auparavant celui qui avait le contrôle de l'interaction pouvait tout faire seul.

Un certains nombres d'hypothèse négatives sont également plausibles. Tout d'abord on peut penser que la résolution d'un problème prend plus de temps, puisqu'il n'y a plus la possibilité qu'un apprenant dominant force la collaboration et résout le problème à sa manière en imposant sa solution. Mais cela ne peut être considéré comme un désavantage que dans la mesure où ce qui compte, c'est le temps mis à résoudre un problème et non si les apprenants ont appris quelque chose ou pas. D'un autre côté, les apprenants peuvent moins collaborer, puisque chacun peut travailler de son côté, sans se soucier de ce que fait son partenaire. Du coup, il n'y aurait plus de collaboration, ni même de la coopération, mais tout au plus de la coordination.

1 souris versus 2 souris

Comme c'est souvent le cas lorsqu'un nouveau « modèle » apparaît, les premières recherches ont tendance à le comparer au modèle « classique ». Ainsi les premières recherches avec les SDG (dont la nôtre) comparent l'impact des deux souris (modèle SDG) par rapport à une seule souris (modèle classique) sur différentes variables d'apprentissage. Dans la recherche de Stewart *et al.* (1997), des élèves (groupés par deux) devaient raconter une histoire (*storytelling*) au moyen de KidPad, un programme de dessin 2D expressément conçu pour faire du *storytelling*. L'étude a porté sur 30 paires d'élèves, dans la région d'Albuquerque (USA) et a opposé un groupe utilisant une version du logiciel avec une seule souris à un groupe utilisant le même logiciel avec deux souris.

Sans entrer dans les détails, les résultats ont montré deux éléments très intéressants. Le premier, grâce à un questionnaire post-test, est l'extrême motivation des élèves à utiliser les deux souris simultanément (plus de 80%). Les raisons les plus souvent invoquées furent le fait de ne pas avoir besoin de se passer le contrôle de la souris (*No turn taking*, 49%) et le fait de pouvoir travailler en parallèle (*parallel work*, 35%). D'autre part, grâce à des enregistrements vidéos, les chercheurs ont pu mettre en évidence quatre types de relation entre les élèves et leur répartition selon les deux conditions. Voici le tableau récapitulatif :

Condition	Designer Styles			
	<i>Domineering</i>	<i>Independant</i>	<i>Mentor</i>	<i>Collaborative</i>
<i>One mouse</i>	8 (16%)	26 (52%)	0 (0%)	16 (32%)
<i>Two mice</i>	1 (1%)	34 (51%)	8 (12%)	24 (36%)

Tableau 1 : Fréquence des styles collaboratifs

Ce résultat montre finalement que quelle que soit la condition, plus de 50% des interactions entre les élèves sont d'ordre indépendant. Il montre également que le fait d'avoir une ou deux souris n'augmente pas du tout le pourcentage d'interactions collaboratives (environ un tiers dans les deux conditions). Enfin la seule différence (minime en termes de pourcentage) est le basculement d'une condition à l'autre, d'une relation de domination (une souris) à une relation de mentor (deux souris). Cela s'explique à notre avis par le fait qu'avec une seule souris, celui qui en possède le contrôle peut plus aisément imposer ses choix à l'autre élève qui le regarde faire. Ce qui n'est évidemment plus le cas lorsque les deux élèves possèdent le contrôle d'une souris.

Cette étude (et surtout le dernier résultat) montre que les relations qui s'établissent entre les apprenants ne sont que rarement d'ordre collaboratif (un tiers). Cela sous-entend qu'il ne suffit pas de mettre deux apprenants en situation d'apprentissage collaboratif pour que ceux-ci collaborent (Soller *et al.*, 1999 ; Crook, 1995). Cependant, cette étude met en lumière un facteur important de l'apprentissage : la motivation.

Une autre étude de Inkpen, Ho-Ching, Kuederle, Scott et Shoemaker (1999), s'est intéressée à la même problématique en faisant collaborer des élèves à une tâche de résolution de suites logiques. Dans cette recherche, les élèves (20 paires de 9-11 ans, de la région de Vancouver) étaient également répartis en deux conditions (une seule ou deux souris). Les variables mesurées étaient le degré d'engagement, grâce en fait à des indices de non-engagement (*off-task behaviour*) ainsi que le taux d'activité. Un questionnaire post-test a permis de recueillir des informations sur les préférences des sujets.

Les résultats montrent une forte diminution des indices de non-engagement dans la condition à deux souris (moins de regards en l'air, conversations avec les autres enfants, jeux avec le microphone, etc.). Les enregistrements vidéos ont permis aux chercheurs d'en identifier les raisons : moins de frustration et d'ennui dans la situation avec les deux souris. Presque logiquement, le taux d'activité a augmenté dans la condition avec les deux souris. Enfin le questionnaire a permis de mettre en évidence, une fois encore le haut degré d'appréciation de la condition avec les deux souris (70%).

D'une manière générale, ces deux recherches mettent en évidence l'impact positif des deux souris sur le degré d'engagement, d'activité et de motivation des élèves. Les enfants préfèrent majoritairement la situation avec deux souris. C'est un facteur de motivation non négligeable, qui a surtout des répercussions significatives sur le degré d'engagement et d'activité des élèves. Or, cette motivation est très importante, car contrairement aux adultes ou aux étudiants, motivés par des contraintes de temps ou de cursus, les enfants ne sont motivés

que par le moment de la tâche (Scott *et al.*, 2002). C'est donc dans ce moment-là qu'il faut investir pour les motiver en trouvant des systèmes de collaboration qui permettent de capter et de maintenir la motivation des enfants.

Cependant, dans une perspective d'apprentissage, il est indispensable de s'interroger sur les performances des élèves dans l'une ou l'autre des situations, ce qui n'est pas du tout le cas dans les études ci-dessus. Par rapport à la première étude, même si la tâche (*storytelling*) est difficilement quantifiable en termes de performance, le fait d'avoir isolé des styles d'interaction (*dominant, indépendant, mentor* et *collaboratif*) constitue une information intéressante à mettre en relation avec des performances d'apprentissage. Dans la seconde étude, il aurait été tout à fait possible de mesurer les performances des sujets à la tâche de résolution de suites logiques. Rien dans l'article ne laisse supposer que cela a été fait.

SDG et genre des sujets

Une variable constamment étudiée dans toute situation d'apprentissage est le genre des apprenants. Abnett, Stanton, Neale et O'Malley (2001) ont ainsi voulu connaître les effets de cette variable sur les situations SDG. Cela semble particulièrement intéressant dans la mesure où dans les situations classiques avec un seul accès au contrôle de l'activité, les garçons prennent plus facilement le contrôle que les filles, ce qui influence évidemment les interactions (Light & Glachan, 1985, cité par Abnett *et al.*). Qu'en est-il dans les applications SDG ?

Tout d'abord, il semble que l'influence du genre n'est pas la même suivant le type de tâche. Pour des tâches de programmation, les groupes masculins ou mixtes réussissent mieux que les groupes féminins (Hughes & Greenhough, 1989, cité par Abnett *et al.*, 2001). Par contre, pour des autres tâches, les groupes mixtes réussissent moins bien que des groupes non-mixtes, fille ou garçon (Underwood, Jindal & Underwood, 1994, cité par Abnett *et al.*).

Les chercheurs ont imaginé une activité de production dans laquelle les enfants ont dû raconter avec des dessins, un poème écrit qu'on leur présentait. Des paires féminines, masculines et mixtes furent formées. En outre, deux versions de KidPad ont été utilisées, l'une avec une seule souris, l'autre avec deux souris.

Les auteurs ont tenté de mettre en évidence les différences de styles d'interaction entre les différents groupes (directif ou suggestif) et suivant la situation (1 ou 2 souris). D'une manière générale, les paires mixtes interagissent moins que les paires non-mixtes. Apparemment, les paires féminines adoptent un style résolument suggestif. Elles discutent beaucoup plus entre elles, échangent des avis, demandent l'opinion de l'autre, etc. Par contre, le fait d'avoir deux souris a eu un effet plutôt négatif sur le degré d'interaction. Les paires féminines ont eu tendance à travailler de manière plus indépendante. Les paires masculines ont montré des rapports plus tendus et des négociations parfois ardues que les paires féminines ou mixtes. Le degré d'interaction est cependant plus élevé avec 2 souris, comme chez les paires mixtes d'ailleurs.

Cette recherche met à jour des résultats intéressants sur les différences de fonctionnement, entre les paires masculines, féminines et mixtes. Il semble cependant que ce n'est pas le critère le plus important dans la collaboration, notamment par rapport à un critère qui peut interférer avec ces résultats : le degré d'affinité entre les sujets d'une même paire. Dans une situation de collaboration, nous pensons que cet aspect est plus déterminant que le genre des sujets (Schwartzwald & Cohen, 1982, cité par Peklaj & Vodopivec, 1999).

SDG et visualisation à l'écran

Le seul élément matériel qui puisse induire la manière de collaborer est l'écran. Sa taille détermine en effet l'organisation spatiale des sujets. Comme nous l'avons signalé dans l'introduction, il est aujourd'hui possible de travailler ensemble derrière un seul écran, derrière deux écrans mais côte à côte ou encore derrière deux écrans mais à distance. Scott, Mandryk et Inkpen (2002) ont tenté de mettre en évidence les interactions entre des enfants résolvant un puzzle mathématique dans ces trois situations collaboratives.

Par rapport à la communication, les chercheurs ont mis en évidence que le fait de partager un même écran permettait de partager une même compréhension du problème, ce que ne permettent pas, ou moins bien, les deux autres conditions (Scott *et al.*, 2002). Il semble en effet que la proximité physique induite par cette situation permet d'utiliser les gestes pour communiquer, de partager physiquement le même espace de travail et finalement de partager une même vision du problème. Tout cela influence positivement l'expérience de collaboration des sujets.

Ce résultat est intéressant pour notre recherche car c'est de cette situation (un écran partagé) que nous allons partir et qu'elle permet une plus grande expérience de collaboration. Reste à savoir si cette expérience demeure avec une seule souris.

L'IMPORTANCE DE LA TACHE

Dans les recherches citées dans cette revue, nous ne nous sommes jusqu'à présent pas préoccupés de l'activité d'apprentissage exercée. En fait, à quelques exceptions près, il est toujours question de résolution de problème. Nous pensons que la nature de l'activité joue un rôle dans l'activation des processus métacognitifs.

Hurme et Järvelä (2001) s'appuient sur les recherches de Flavell (1979) et Shöenfeld (1985, 1987) pour expliquer le rôle de la métacognition dans la résolution de problème. Pour résoudre un problème (de mathématiques), il faut d'abord bien comprendre le problème et ensuite rester concentrer pour ne pas perdre de vue la solution désirée. Pour cela, l'élève va d'abord tenter d'interpréter le problème en le comparant à des problèmes similaires qu'il aurait eu l'occasion de rencontrer dans ses expériences précédentes. Il peut ainsi déterminer ce qu'il sait et ce qu'il ne sait pas et réfléchir à ce qui est vraiment demandé. Les connaissances métacognitives aident l'élève à se représenter le

problème et à garder en mémoire la solution à atteindre. Une fois les idées claires sur ce qu'il doit faire pour aboutir à la solution, l'élève doit faire des choix qui le conduiront à des solutions intermédiaires. Il avance ainsi dans la résolution du problème, en décidant continuellement que faire et combien de temps le faire (en fonction de ses propres capacités). Il doit en outre continuellement tester ces choix, afin de vérifier s'il s'approche de la solution finale ou si au contraire, il est en train de s'en éloigner.

Dans une situation d'apprentissage collaboratif, tout se passe à deux. Les élèves doivent gérer le problème à deux, en saisissant la nature du problème, en définissant les connaissances nécessaires à sa résolution, en planifiant des stratégies, en contrôlant sans cesse l'état de la résolution et en prenant des décisions les conduisant de solutions intermédiaires à la solution finale (Jermann, 2001).

Dans notre recherche, nous devons également tenir compte de la nature de la tâche lors de l'élaboration du plan expérimental, c'est-à-dire qu'il va falloir choisir entre une activité de mémorisation, de compréhension, de résolution de problème, etc.

Mis à part la nature de la tâche, un autre élément important réside dans son contenu. Sur ce point les recherches de notre revue sont très variées : mathématique, langue maternelle, *storytelling*, physique ou d'une manière plus générale, discrimination multidimensionnelle, visualisation spatiale, résolution de suites logiques.

Pour la plupart des chercheurs (Flavell, 1985 ; Huteau, Lautrey, Chartier & Loarer, 1994 ; Nguyen-Xuan, Richard & Hoc, 1990)⁶, il est très contestable d'analyser des processus cognitifs (ou métacognitifs) généraux, tant ceux-ci sont dépendants du contenu d'apprentissage. Selon eux, il est difficile d'isoler les outils cognitifs qui sont à la base de toute activité mentale, comme la catégorisation, la comparaison, le raisonnement, l'orientation dans l'espace.

Malgré cela, les recherches que nous avons lues n'accordent pas une importance capitale au contenu. Par exemple, les résultats de Peklaj et Vodopivec (1999) laissent entendre que l'impact des disciplines dans les performances d'apprentissage n'est pas si significatif.

Ce point devra faire l'objet d'une décision dans notre méthodologie.

⁶ L. Allal, cours *Apprentissage : dimensions métacognitives et sociocognitives* à l'Université de Genève, 2001

SYNTHESE

Cette revue a permis d'affiner notre problématique sur plusieurs points. Tout d'abord, en ce qui concerne la métacognition, nous retenons qu'il ne sert à rien de la solliciter avant l'âge de 9 ans, car cette capacité de réfléchir sur sa manière de résoudre une tâche, de s'autoréguler, n'est pas encore stabilisée. D'autre part, le niveau d'expertise de l'enfant ainsi que la capacité de mémoire de travail sont des facteurs importants dans le recours aux processus métacognitives.

Par rapport à la collaboration la littérature est claire : collaborer s'apprend. Il ne suffit pas de mettre des enfants en situation d'apprentissage pour qu'ils collaborent. En outre, pour la plupart des chercheurs la collaboration est une manière efficace de travailler, voire plus efficace que l'apprentissage individuel. Finalement la collaboration reste un sujet d'étude difficile, car elle fait appel à une multitude de capacités différentes interagissant les unes avec les autres. Cela rend son opérationnalisation très complexe et souvent très approximative (Dillenbourg *et al.*, 1996).

Nous découvrons d'autre part que ce qui est important dans la collaboration, c'est la communication. Celle-ci peut aussi bien porter sur les contenus que sur les stratégies d'apprentissage à condition que les interactions soient quelque peu dirigées. On peut le faire au niveau du matériel (une ou plusieurs souris), au niveau des consignes (distinction explicite de rôles) ou encore au niveau du pariage des élèves (novice-expert).

Ce dernier point est très intéressant et c'est sur lui que va porter notre recherche. Bien que dans un premier temps, notre intention était de travailler sur les performances d'apprentissage, il s'avère que le dispositif utilisé dans notre recherche (KidPad 1.0) rend l'observation des performances d'apprentissage difficile voire peu pertinente. KidPad n'a pas, à proprement parler, d'objectifs d'apprentissage, puisqu'il s'agit avant tout d'un logiciel de dessin. Les seules données objectives sont les productions des apprenants, desquelles il n'y a pas vraiment lieu de parler de performances.

QUESTIONS DE RECHERCHE

Comme nous l'avons annoncé dans la problématique, notre intérêt dans cette recherche est de travailler sur l'importance de la distribution des rôles dans l'apprentissage collaboratif en co-présence.

Un des avantages de la situation classique de collaboration assistée par ordinateur (c'est-à-dire avec une seule souris), c'est que le matériel renforce la distribution des rôles entre le *task-doer* ou le *pilot* et le *observer* (Miyake, 1986 ; Smith, 2001). Bien entendu cette situation comporte également de nombreux désavantages, décrits dans la revue de littérature. Les systèmes SDG cassent ce paradigme en introduisant une deuxième souris. Ainsi le matériel n'a plus aucun effet sur la distribution des rôles. Nous nous demandons alors ce qu'il en advient justement de cette distribution.

Comme nous allons le présenter plus bas, nous avons créé deux tâches assistées par ordinateur ne variant que par le nombre de souris (une ou deux). Nous y avons réparti des paires d'enfants et avons mesuré à travers les interactions, les différences de centration sur les contenus portant directement sur la résolution de la tâche (cognition) et les contenus portant sur la gestion, l'évaluation et la régulation de la tâche (métacognition).

Question 1 : Y a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre les paires à une souris (mono-souris) et les paires à deux souris (bi-souris) ?

Hypothèse 1 : nous supposons qu'il y a effectivement une différence dans la centration des interactions des paires mono-souris sur des contenus « métacognitifs », due à la particularité de la situation du sujet sans souris chez les mono-souris.

Question 2a : Chez les bi-souris, y'a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre deux sujets d'une même paire ?

Hypothèse 2a : nous ne présageons aucune différence entre les deux sujets d'une même paire par rapport à la centration des interactions sur des contenus « cognitifs » ou « métacognitifs ».

Question 2b : Chez les mono-souris, y'a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre deux sujets d'une même paire ?

Hypothèse 2b : nous envisageons une différence, également due à la particularité de la situation du sujet sans souris.

Question 3 : Chez le mono-souris est-ce que le contrôle de la souris a une influence sur les contenus d'interaction entre deux sujets d'une même paire ?

Hypothèse 3 : nous embrassons l'idée que le contrôle de la souris (ou plutôt l'absence de contrôle) est l'élément déterminant la différence de centration des contenus d'interaction et donc de distribution des rôles entre les sujets mono-souris.

METHODOLOGIE

Notre premier acte méthodologique a été de choisir entre l'observation et l'expérimentation. Dans le débat qui les oppose, nous adoptons une position équilibrée : les deux se valent. Le fait d'observer a des conséquences sur le sujet observé, même s'il n'y a aucune autre intervention. La simplification de la réalité expérimentale fait que l'on ne tient forcément pas compte de tout. Finalement, nous pensons comme Blanchet, Ghiglione, Massonnat et Trognon (1998, p.29), qu'il est impossible de construire des connaissances, sans interférer avec l'objet étudié. En matière de rigueur ou d'idéal de rationalité, les deux approches sont donc complémentaires.

Une démarche de plus en plus utilisée en CSCL est de réconcilier l'expérimentation et l'observation, en partant de données qualitatives pour y appliquer des analyses quantitatives (P. Dillenbourg, communication personnelle, 7 octobre 2002). C'est le choix méthodologique que nous avons fait dans notre étude. Nous avons ci-dessous explicité la part de chacun, avant de présenter le plan d'expérimentation-observation, le recueil des données et les limites.

LA PART DE L'OBSERVATION

Selon Quivy et Van Campenhoudt (1998), l'observation est le meilleur moyen d'étudier les comportements (communication verbale et non-verbale, rapports au corps, organisation spatiale, etc.). Selon Blanchet *et al.* (1998, p. 19), plus qu'une technique ou une méthode de recueil de données, l'observation est « *une démarche d'élaboration des connaissances, un mode d'approche spécifique de l'activité humaine* ». Elle possède l'avantage de saisir les comportements et les événements sur le vif en gardant donc une relative authenticité.

Options d'observation

Toujours selon les mêmes auteurs, il existe dans l'observation, des grandes options méthodologiques pour organiser la production de données (Blanchet *et al.*, 1998, p.42-43). Pour chacune d'entre elles, voici ce que nous avons choisi :

Degré de focalisation de l'observation

Le degré de focalisation peut varier entre flottante (champs large) et focalisée (spécifique). Dans notre étude il s'agit avant tout d'une observation focalisée sur un élément très précis de l'apprentissage collaboratif, à savoir les contenus d'interaction. Nous n'excluons pas la récolte d'autres données afin d'étayer les résultats.

Observation attributive

Nous avons choisi de mettre l'accent sur la présence ou l'absence de contenus d'interaction. Pour cela, il a fallu opérer au découpage de la réalité en « *unité de*

sens », puis attribuer ces unités à des « *catégories explicatives* ». Cependant, des éléments explicatifs peuvent également se trouver dans la chronologie des événements (observation narrative). Ce que nous analyserons également.

Degré d'inférence des choses observées

Lorsque l'inférence est faible, l'observateur se centre sur ce qui est visible, audible, donc directement perceptible et le retranscrit immédiatement. Lorsque l'inférence est forte, l'observateur interprète les observables perceptibles comme le signe d'une interaction cachée, d'un processus cognitif ou affectif intériorisé, d'une stratégie souvent non directement accessible pour l'observé et l'observateur. (Blanchet et al., 1998, p.45).

Dans notre cas, la nature des variables observées (cognition et métacognition) conduit à une inférence forte.

Observation d'une situation naturelle ou créée

Bien que la situation imaginée pour notre étude fût entièrement créée, nous l'avons faite en aménageant au mieux une situation naturelle. Ainsi, nous avons laissé les sujets dans leur milieu de vie habituel et nous sommes intervenu le moins possible.

Observation participante ou non participante

Cette option est définie par le degré de visibilité du dispositif, de la pratique de prise d'information et du degré d'engagement de l'observateur. Dans la mesure où nous avons voulu être le plus discret possible, quant au dispositif et à la prise d'informations, et le plus minimaliste possible quant à l'implication de l'observateur (contrat et informations), nous pouvons qualifier notre observation de non participante. Notons cependant que l'observateur a joué dans notre étude un double rôle décrit plus bas.

L'analyse de contenu

Comme nous travaillons spécialement sur les contenus d'interaction, nous avons eu recours pour traiter nos données à l'analyse de contenu, car c'est « *le meilleur moyen de décortiquer et de comprendre, au-delà de leur signification première, les communications humaines.* » (Pourtois & Desmet, 1997, p.67) De son côté, Blanchet affirme que « *l'analyse de contenu est une technique de recherche pour la description objective, systématique et quantitative du contenu de la communication.* » (1985, p.239). D'après ces deux affirmations, l'analyse de contenu répond parfaitement à notre plan de recherche.

LA PART DE L'EXPERIMENTATION

Variable indépendante

Comme nous l'avons annoncé dans l'introduction, le but de la présente étude est de s'interroger sur l'importance de la distribution des rôles dans un dispositif CSCL, lorsque deux enfants collaborent côte à côte derrière un seul ordinateur. Certaines études observent qu'il existe une distribution naturelle des rôles (Manion & Alexander, 1997 ; Miyake, 1986). Par ailleurs, à travers le matériel ou les consignes, il est possible de renforcer ou d'annihiler cette distribution (Manion & Alexander, 1997 ; Smith, 2001). Ainsi la configuration classique des ordinateurs actuels (une souris - un clavier - un écran) a tendance à renforcer une distribution des rôles entre celui qui interagit directement et celui qui observe. Alors qu'avec une application SDG – en l'occurrence KidPad – le matériel n'intervient absolument pas dans une éventuelle distribution des rôles, puisque les deux apprenants disposent exactement du même accès à l'activité (1 souris chacun).

Aux vues de ce qui vient d'être résumé, notre étude va mettre en scène des sujets qui doivent réaliser une activité avec KidPad, dans deux situations de collaboration qui constituent les deux modalités de notre variable indépendante :

Dans la première situation, l'ordinateur ne dispose que d'une seule souris et un clavier (configuration classique). Ainsi la distribution naturelle des rôles est renforcée par le matériel qui ne permet qu'à un seul sujet à la fois d'interagir avec la tâche pendant que l'autre sujet observe. Cette situation est appelée par la suite « mono-souris ».

Dans la seconde situation, nous exploitons la puissance des applications SDG : deux souris et un clavier. Cela permet aux deux sujets d'interagir en même temps avec l'activité. Le matériel ne différencie plus les rôles des apprenants. Cette situation reçoit le nom de « bi-souris ».

Dans les deux cas, aucune consigne n'a été donnée quant à la manière de se répartir les rôles.

Variables dépendantes

Le but du présent mémoire est d'étudier les différences de traitement cognitif et métacognitif d'une paire d'enfants dans deux situations de collaboration. Pour rendre compte de ces différences de traitement, nous avons choisi de travailler sur les contenus d'interaction. Nous pensons en effet que les verbalisations témoignent d'une centration de l'attention du sujet sur ce qu'il est en train de faire ou de penser (Ericsson & Simon, 1980; Lefebvre-Pinard & Pinard, 1985, cités par Vezin, 1990). En outre, comme le soulignent Manion et Alexander (1997), dans une situation de collaboration, ce qui est dit entre les sujets est tout aussi important que ce qui est fait. Les contenus d'interaction sont alors de bons « indices » des traitements cognitifs et métacognitifs.

Par prudence (humilité), nous signalons que nous n'avons pas la prétention de coder LES PROCESSUS COGNITIFS, mais tout ce qui se rapporte au traitement de l'activité, donc avec en arrière pensée, la cognition. De même pour LA METACOGNITION, nous ambitionnons le codage de tout ce qui touche à une réflexion sur l'activité (planification, évaluation et régulation), en espérant y mettre en évidence des processus métacognitifs.

Nous avons essayé de définir une catégorie d'interactions à caractère cognitif et une autre à caractère métacognitif. Ces catégories constituent nos variables dépendantes.

INDICATEURS

Comme nous venons de le dire, nos variables dépendantes sont constituées de deux catégories d'interactions verbales, l'une ayant trait aux contenus cognitifs et l'autre aux contenus métacognitifs. Nous avons dû prévoir une dernière catégorie de contenus qui ne sont ni les premiers ni les seconds, donc tout le reste. Voici donc les trois catégories d'indicateurs pour coder les contenus d'interaction :

Task : pour tout ce qui concerne la cognition
Meta : pour tout ce qui concerne la métacognition
Off : pour tout le reste

Pour coder les interactions, nous avons dû également choisir une unité d'analyse pertinente. La lecture de Sillars, Dun et Roberts (1999) fit porter notre choix sur la phrase. En effet, il semble que plus petit, l'unité d'analyse n'est plus intelligible ; plus grande, elle n'est pas assez discriminante. Les auteurs font tout de même une exception pour les expressions émotionnelles qui ne sont pas forcément des phrases au sens grammatical. Nous ferons de même. En outre, il n'a pas été toujours évident d'isoler une phrase provenant d'une transcription de l'oral. Ainsi, nous nous accordons à considérer comme une phrase, une suite simple « sujet, verbe, complément ». Parfois, l'un ou l'autre de ces éléments était implicite. Dans ces cas-là, nous l'avons considéré comme une unité.

Notre souci fut alors de trouver de bons indicateurs capables d'opérationnaliser chacune de ces catégories. Le meilleur moyen d'en obtenir de fiables est de trouver dans la littérature des travaux qui les certifient. Bien entendu, il fut impossible de reprendre des indicateurs tels quels, mais nous avons pu fortement nous en inspirer. Ci-dessous, la grille d'analyse pour les trois catégories d'interactions :

Nous avons choisi pour la catégorie « task », quatre indicateurs directement inspirés de la taxonomie de Bloom (1956) et des catégories de Dansereau (1986, cité par Peklaj & Vodopivec, 1999) :

Action	Tout ce qui concerne le rapport direct avec la tâche.	"Voi::là, hop !" ((Lecture des consignes))
Coordination	Tout ce qui concerne le rapport direct avec le partenaire.	"Je colorie en noir" "Clique, vas-y."
Rappel	Tout ce qui concerne la mémorisation de données ou de faits appropriés.	"Ça c'est le mont de Sion." "Ah ouais je sais, elle est là."
Compréhension	Tout ce qui concerne l'appréhension : saisir le sens littéral d'une communication, exprimer avec ses propres mots ce qu'on sait.	"Alors là je comprends plus." "Mais non, c'est marqué à gauche. Ça veut dire là."

Tableau 2 : Codes de la catégorie "task"

Pour la catégorie « meta », nous avons exploré beaucoup de pistes (Depover & Noel, 1999 ; Gunawardena, 1997 ; Hurme & Järvelä, 2001 ; Lally, 2001 ; Schonenfeld, 1985) avant de revenir aux définitions de Coen (2001), présentées dans la revue de littérature, auxquelles nous avons associé les catégories de la métacognition de Dansereau (1986, cité par Peklaj & Vodopivec, 1999). Nous nous sommes focalisés sur les mécanismes métacognitifs dont voici les trois indicateurs retenus :

Planification	Tout ce qui concerne la gestion du déroulement de la tâche et la verbalisation de stratégies.	"On devrait commencer par le bout du lac."
Evaluation	Tout ce qui concerne l'appréciation d'une idée ou d'un résultat.	"C'est un petit peu trop large."
Régulation	Tout ce qui concerne les corrections progressives et constantes des écarts entre le produit attendu et le produit réel.	"On va légèrement abaisser notre toit."

Tableau 3 : Codes de la catégorie "meta"

Enfin la catégorie « off » contient trois types d'information :

Emotion	Tout ce qui concerne l'affectif (plaisir, encouragement, rire, frustration, énervement, etc.)	((rires)) "Hi, Hi"
Technique	Tout ce qui concerne les remarques sur le logiciel KidPad	"Attends, j'arrive pas à bouger là." "Eh, c'est coincé."
Hors sujet	Tout ce qui est sans rapport avec l'activité.	"Tomber la, tomber, tomber la chemise."

Tableau 4 : Codes de la catégorie "off"

POPULATION

La littérature révèle que l'âge des apprenants est un élément capital lorsque l'on travaille sur l'activité métacognitive. Ainsi, nous avons choisi de porter notre recherche sur des sujets âgés de 10 à 12 ans. Cette tranche d'âge présente des caractéristiques de traitement cognitif et métacognitif similaires (Vezin, 1990).

ECHANTILLON

Pour des raisons administratives avec le service de l'enseignement primaire du canton de Genève, nous n'avons pu disposer que de 20 sujets, que nous avons répartis par paire dans les deux situations d'expérimentation (2 X 5 paires). Les sujets ont été choisis dans des classes de 5P et 6P du canton (10-12 ans). Pour des raisons de disponibilité, la moitié des enfants vient d'une région de campagne et l'autre moitié d'une région urbaine. Toutefois, dans les deux cas, le milieu socio-économique reste aisé.

Le niveau scolaire des sujets n'a pu être testé. Comme les expériences ont eu lieu en fin d'année scolaire (juin), nous nous sommes limités à des sujets en situation de réussite scolaire.

Le sexe des enfants n'a non plus pas fait l'objet d'une attention particulière. Ainsi l'échantillon se compose de 12 garçons et 8 filles. Nous aurions éventuellement pu répartir les sujets de manière à neutraliser le genre, mais cela ce serait fait au détriment d'une autre variable, plus importante à nos yeux dans une situation d'apprentissage collaboratif : le degré d'affinité. Dans l'urgence, nous avons décidé que le degré d'affinité a plus d'impact que le genre sur nos variables dépendantes. Nous avons donc laissé les paires se former d'elles-mêmes afin de garantir un degré d'affinité similaire entre les sujets.

Dans l'idéal, nous aurions également voulu maîtriser le niveau de compétence en informatique. Il aurait fallu pour cela laisser les élèves s'entraîner avec KidPad pendant plusieurs semaines afin qu'ils acquièrent un certain niveau de compétence avec l'outil informatique en général (manipulation de la souris, utilisation du clavier, etc.) et l'application KidPad en particulier. Cela n'a pas pu être le cas, mais nous avons tout de même prévu une phase d'entraînement dans le plan expérimental.

Enfin le plus important aurait été de contrôler le niveau d'expertise dans les domaines d'étude présents dans l'activité, à savoir la géographie et les mathématiques. Nous avons effectivement vu dans la revue de littérature que ce degré d'expertise se révèle déterminant par rapport aux contenus d'interactions (Veenman & Elshout, 1999). Malheureusement, cela nous aurait contraint à éliminer certains sujets et en trouver d'autres, ce qui se serait avéré très difficile.

PLAN D'EXPERIMENTATION

Cadre

Toujours dans le but de neutraliser au mieux les variables externes susceptibles de déformer nos interprétations, le cadre de l'expérimentation devait être bien pensé. Idéalement, nous aurions désiré un lieu pareillement ressenti par les deux sujets d'une même paire, afin qu'il n'interfère pas avec le reste du dispositif. Malheureusement, le fait que les sujets appréhendent les lieux à partir de leur vécu et de leur personnalité propre semble inévitable. Il est dès lors difficile (impossible) de maîtriser l'impact de cette variable externe sur leur comportement. Or nous tenions également à ne pas sortir les sujets d'un cadre familial, sans quoi l'observation n'aurait plus d'intérêt. C'est pourquoi nous avons finalement retenu la salle de classe comme cadre de notre observation. Il s'agit d'un lieu familial et relativement neutre (plus neutre que le domicile de l'un des sujets par exemple). Aménager une salle dédiée aurait certainement été une solution encore plus neutre, mais trop proche d'une situation de laboratoire.

KidPad 1.0

Pour la réalisation des activités, nous avons utilisé l'application SDG « KidPad »⁷. Ce logiciel a été développé par le « Human-Computer Interaction Lab⁸ », sous la direction de Ben Bederson (université du Maryland, USA), dans le cadre du projet KidStory⁹.

KidPad permet de raconter des histoires en dessinant (« storytelling »). Il se présente donc comme un logiciel de dessin 2D, composé uniquement d'une zone de travail sur laquelle se trouvent trois palettes d'outils. Ci-dessous l'interface du programme :

⁷ www.kidpad.org

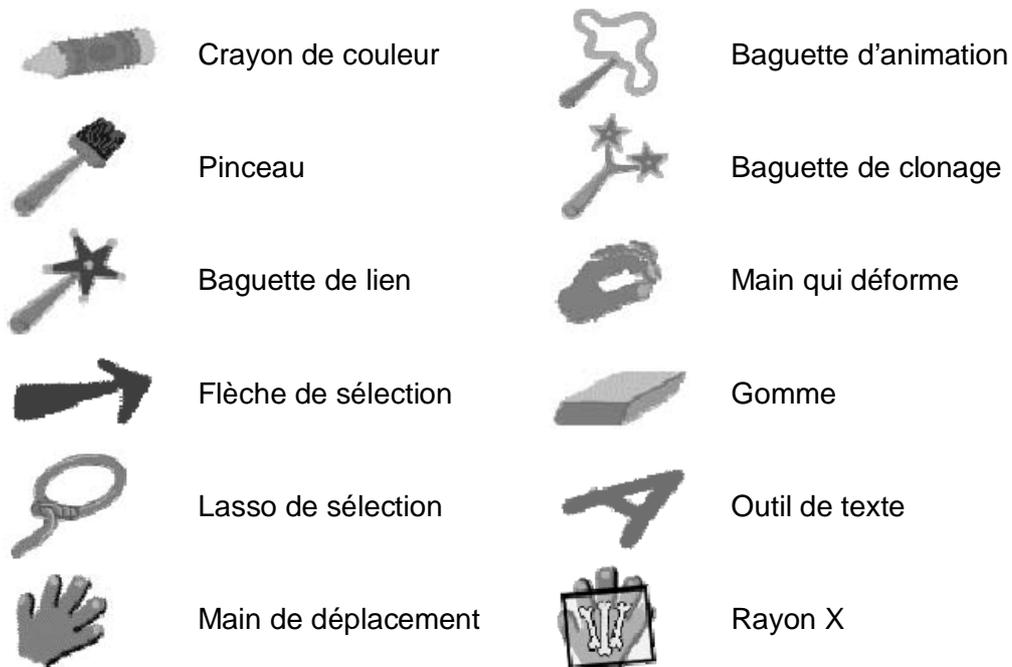
⁸ www.cs.umd.edu/hcil

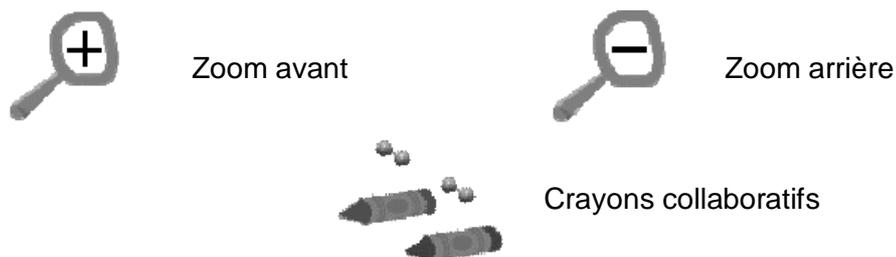
⁹ www.sics.se/kidstory



Figure 4 : Interface du programme KidPad 1.0

La palette verticale en haut à gauche et la boîte de gestion. Elle permet d'ouvrir ou d'enregistrer un dessin, de publier un dessin sur le Web ou de quitter l'application ; en bas à droite, les deux boîte à outils proposés par KidPad, dont les fonctions sont détaillées ci-dessous.





KidPad est entièrement basé sur le dessin vectoriel, ce qui permet entre autres de zoomer à l'infini sur un objet. En plus des fonctions de dessin classiques KidPad offre la possibilité de faire des hyperliens entre les objets. Enfin, certains outils possèdent des fonctions collaboratives. Celles-ci s'activent lorsque les deux enfants s'accordent à l'utiliser ensemble. Comme nous allons voir ci-dessous, tous ces outils ne sont pas indispensables dans notre recherche.

L'activité

KidPad permet avant tout de raconter des histoires, activité ouverte et non-structurée et qui rend chaque expérience unique. Il n'y a pas une manière unique de raconter des histoires et a fortiori, il n'y a pas une manière correcte et une incorrecte. Il a donc fallu imaginer une activité plus structurée pour permettre un certain degré de comparabilité entre les paires. En outre, comme dans la recherche de Vezin (1990), nous avons tenté de mettre les enfants en situation de communication manifeste. Pour cela, l'activité créée est composée de deux exercices.

Dans le premier exercice, il est demandé aux enfants de dessiner la carte du canton de Genève, en y ajoutant les fleuves, les rivières, le Salève ainsi qu'une croix à l'endroit où se trouve leur village. Par rapport à la collaboration, cette première tâche permet aux sujets de facilement se répartir le travail en sous-tâches, correspondant par exemple à une zone géographique ou à un élément de la consigne (cf. ci-dessous). Finalement, cela s'apparente à de la coopération (Dillenbourg *et al.* 1996). D'un point de vue cognitif, cette tâche repose essentiellement sur la mémoire.

Dans le second exercice, les sujets doivent réaliser un dessin à partir d'informations écrites. Ces informations contiennent les rapports de grandeur et de placement des différents objets dont est composé le dessin. Ici, les enfants ne peuvent plus se répartir le travail. Ils doivent impérativement se mettre d'accord avant d'entamer quoi que ce soit. Comme le soulignent Roschelle & Teasley (1990, cité par Dillenbourg *et al.* 1996), les sous-tâches restent entrelacées les unes aux autres, de telle sorte qu'un effort de coordination demeure tout au long de l'activité. D'un point de vue cognitif, cette tâche fait appel à la compréhension et au raisonnement. Cette tâche est inspirée de celle de Vezin, dans laquelle les enfants devaient mettre en relation des énoncés avec des dessins (Vezin, 1990).

Comme nous l'avons montré dans la revue, le contenu de la tâche exerce une influence sur les modalités d'interaction. Comme il est impossible de créer une situation de collaboration mettant en scène des processus cognitifs et

métacognitifs vidée de tout contenu, il a bien fallu choisir une matière sur laquelle allait porter notre activité. Comme notre intention n'est pas de travailler sur l'impact d'une matière sur les modalités de collaboration, nous avons essayé de créer une activité des plus génériques ou du moins tout à fait représentative de ce qui peut se faire dans les écoles.

Car finalement, quel que soit le contenu choisi, nous pensons que c'est la représentation d'un but qui est fondamentale dans l'activité de collaboration, dans la mesure où c'est à partir de ce but que les apprenants vont discuter, effectuer des tentatives, se tromper, argumenter, bref interagir pour l'atteindre.

Pour chaque tâche, voici les consignes présentées aux sujets (sans la mise en page)¹⁰ :

Première tâche : Dessinez Genève !

Dessinez la carte du canton de Genève.

Dessinez-y aux bons endroits, toutes les rivières que vous connaissez.

Placez-y un rectangle brun à l'endroit où se trouve le Salève.

Placez-y un rond vert à l'endroit où se trouve votre village.



Deuxième tâche : Retrouvez le dessin caché !

A partir de ce rectangle, qui représente la porte d'une maison, dessinez le plus précisément possible le paysage qui se cache derrière les informations ci-dessous :

La maison est carrée et ses murs sont noirs.

La largeur de la maison est égale à cinq fois la largeur de la porte.

La porte se situe en bas au centre de la maison.

La maison contient deux fenêtres bleues, carrées, identiques et de la même hauteur que la porte.

L'espace entre les fenêtres est égal à la largeur de la porte.

L'espace entre les fenêtres et le haut de la porte est aussi de la même largeur que la porte.

Le toit de la maison est un triangle noir dont la hauteur est égale à la moitié du reste de la maison.

A gauche de la maison se trouve un arbre dont le tronc est brun et le feuillage vert.



¹⁰ Les consignes se trouvent en annexe

La hauteur du tronc est égale à la hauteur de la maison, sans le toit.

Le tronc est de la même largeur que la porte.

La distance entre le tronc et la maison est égale à la largeur de deux fenêtres.

Le feuillage de l'arbre est composé d'un cercle dont le diamètre est égal à la hauteur du toit de la maison.

Déroulement de l'activité

Selon Abnett *et al.* (2001), pour qu'un enfant soit motivé et concentré pendant une activité, celle-ci doit durer au moins 20 minutes. Dans notre cas, l'ensemble de l'intervention dure au maximum 1 heure. Pendant quelques minutes, l'enseignant-E présente à toute la classe le chercheur et l'objet de la recherche. Puis, la première paire d'enfants se met en place derrière l'ordinateur. Pendant les cinq premières minutes, le chercheur présente le programme KidPad aux enfants. Ces derniers ont ensuite 15 minutes pour prendre en main le logiciel, découvrir les différents outils et « s'habituer » au dispositif (le chercheur et la caméra). Puis, le chercheur prend 5 minutes pour bien expliquer les deux exercices et ce qu'il en attend. Enfin, les enfants disposent de deux fois 20 minutes pour réaliser les deux tâches. Seules ces dernières 40 minutes ont été enregistrées.

Matériel

Pour utiliser KidPad, nous avons eu recours à un PC standard (Windows 98SE) deux souris USB et un clavier. Pour la situation mono-souris, nous avons pu utiliser l'ordinateur de la salle de classe. Pour la situation bi-souris, nous avons préféré apporter un ordinateur dont nous connaissions parfaitement la configuration, pour éviter les mauvaises surprises.

Le seul élément du matériel qui peut jouer un rôle dans notre étude est l'écran. En effet sa taille est un facteur qui pourrait influencer la manière d'interagir entre les sujets (dans le rapport à l'espace). En l'occurrence, les écrans étaient des 17 pouces, sauf pour 2 paires, qui ont travaillé avec des 19 pouces. Nous estimons que cette différence de taille est insuffisante pour avoir un impact sur le comportement des sujets.

RECUEIL DE DONNEES

Nous avons disposé de trois sources de données :

Les productions des paires

Les productions des sujets ont été sauvegardées pour chaque groupe. Sans pouvoir parler de performances, elles permettent de constater certains résultats quant à la tâche demandée et au respect des consignes.

Les log files

Pour chaque session, KidPad enregistre automatiquement toutes les actions des deux utilisateurs dans des *log files*. Malheureusement, ces *log files* ne contiennent – pour chaque utilisateur – que le nombre de fois qu'un outil a été sélectionné et le nombre de fois qu'il a été utilisé. Il n'est pas possible d'avoir une chronologie des actions. Ce qui empêche d'identifier dans la situation monosouris quel sujet a fait quoi.

Les observations enregistrées et retranscrites (sons et images)

Chaque séance a été vidéo-enregistrée, puis retranscrite. Ces retranscriptions constituent la source principale de données. En plus de la retranscription de toutes les interactions verbales, les vidéos permettent de garder une trace de la communication non verbale.

LIMITES

Trouver une application SDG

Au moment où nous avons débuté notre recherche (octobre 2000), les applications SDG étaient encore à un stade développemental et donc essentiellement orientées vers la recherche. Notre intention première étant de travailler sur les performances d'apprentissage, nous avons d'abord tenté de recenser les applications SDG disponibles afin de sélectionner celle qui permettrait d'y répondre au mieux. Cette tentative fut peu fructueuse, dans la mesure où le seul logiciel disponible était KidPad (version 0.7). Nous avons essayé dès lors de détourner la finalité du programme – qui est de raconter des histoires en dessinant – mais sans y parvenir de manière satisfaisante. Le développement d'une application calibrée à notre étude était impossible au sein de notre équipe. Nous avons par la suite également envisagé de contourner le problème en partant d'applications standards modifiées mais une fois de plus, cette solution fut jugée trop défectueuse. Cette impasse technique nous amena à faire évoluer notre réflexion. Nous avons laissé tomber les performances d'apprentissage pour nous concentrer sur l'activité cognitive et métacognitive des sujets. Nous sommes donc revenu à KidPad (version 0.9 depuis). Il nous a été dès lors possible – non sans mal – d'imaginer des activités basées sur le dessin pour tester nos hypothèses et répondre à nos questions de recherche.

Au moment des premiers pré-tests (avril 2002), KidPad se déclinait en version 1.0. D'autres applications SDG étaient également disponibles, mais pour des raisons de temps, nous ne pûmes nous permettre de changer à nouveau de plan expérimental et décidâmes d'aller de l'avant avec KidPad 1.0.

L'activité créée

Bien que pensée consciencieusement, l'activité créée pour recueillir nos données n'a pas pu être testée avec suffisamment de rigueur. Un pré-test a permis de modifier la formulation de quelques consignes afin de les rendre plus intelligibles par les sujets. Mais la finalité même de l'activité, à savoir favoriser des interactions au contenu cognitif et métacognitif, n'a pas fait l'objet de pré-tests assez poussés. Cela aurait été nécessaire dans la mesure où cette activité n'est pas validée dans la littérature et qu'elle repose de ce fait entièrement sur la « jeune expérience » du chercheur.

La « jeune expérience » de l'observateur

Ici encore, notre « jeune expérience » peut entraîner certains biais par rapport à notre rôle d'observateur. Blanchet *et al.* (1998, p33) mettent en garde contre :

- « *L'effet de halo : impression dominante de l'observateur qui est appliquée à l'ensemble des observables ;*
- *La focalisation sur les éléments saillants, sur les temps forts, sur l'activité au détriment des autres moments et des ruptures dans l'activité. »*

Mesure de la métacognition

Ce problème est, selon nous, inhérent à l'objet d'étude. La métacognition étant un processus essentiellement interne, il est difficile de la mesurer par des manifestations externes. Quels que soient les outils utilisés par les chercheurs, tous possèdent des limites plus ou moins problématiques. Par exemple, avec le *Thinking Aloud Protocol* utilisé par Veenman et Elshout (1999), il est demandé au sujet d'exprimer à haute voix tout ce qui se passe dans sa tête. Cela sous-entend d'une part que la métacognition, c'est tout ce qu'une personne pense pendant qu'elle résout une tâche. D'autre part, le fait de devoir s'exprimer à haute voix peut influencer sur ce que pense le sujet. Enfin, il ne fait aucun doute que cela surcharge la mémoire de travail du sujet, qui risque de faire plus attention à ce qu'il dit qu'à ce qu'il fait. Finalement, quelle que soit la manière de mesurer la métacognition, une part de biais et de compromis semble inévitable.

La taille de l'échantillon

Méthodologiquement, l'aspect le plus contestable réside dans la taille de l'échantillon. Pour diverses raisons (administrative, timing, etc.), nous n'avons pu disposer que de 20 sujets au total, alors qu'il en aurait fallu au moins 20 par condition. En outre, comme notre objet d'étude porte sur des paires et non sur des sujets, le nombre « d'individu » par condition est réduit à 5. Conscient de cette limite, nous avons compensé notre travail par une analyse plus approfondie.

PRESENTATION DES RESULTATS

Les observations se sont toutes très bien déroulées et dans l'ensemble, les sujets ont été très enthousiastes.

Le seul point contrariant est la suppression de 3 observations pour des raisons techniques. Dans deux cas, un problème de micros rend les enregistrements inaudibles. Le dernier cas, un *bug* de KidPad a fait perdre toutes les données d'une paire en pleine expérience. Nous n'avons rien pu en tirer.

Il y a eu en outre deux éléments imprévus durant les observations. Le premier est le double rôle du chercheur. Tout d'abord j'étais chercheur, c'est-à-dire un « inconnu » qui vient dans une classe pour « *faire passer des expériences* ». J'ai amené avec moi un dispositif et un objectif bien précis : recueillir le plus de données possible. Ce rôle m'a poussé à la plus grande discrétion. D'un autre côté j'ai également dû expliquer l'activité aux enfants, à la manière d'un enseignant. Durant le déroulement de l'activité, il m'est arrivé de répondre à certaines questions sur le contenu. Bien qu'anecdotique, nous avons tenu à le signaler, car le rôle de l'enseignant dans un dispositif d'apprentissage peut s'avérer décisif.

Le second événement est la gestion du temps. Nous avons bien prévu 20 minutes par activité, mais il s'est avéré que toutes les paires ont mis moins de temps, ce qui dans le vif de l'action, nous a paru gênant, car nous ne savions si cela allait avoir des incidences sur les résultats. Finalement, nous avons décidé que cela ferait partie des observations à analyser. Notons cependant qu'une paire (la paire 10 bi-souris) a fini l'ensemble des deux activités en moins de 18 minutes ! Cette paire a posé problème dans l'interprétation des résultats.

PRESENTATION DES PAIRES¹¹

Avant de présenter les résultats, nous avons pensé utile de présenter les paires. Pour chacune d'entre-elles, nous avons exposé une brève description des sujets et de leur manière de travailler. Dans un premier temps, nous avons tenté d'utiliser la classification de Stewart *et al.* (1997) pour définir les types de relation entre les élèves, mais cela c'est avéré trop laborieux, car l'article n'explicite pas comment ces catégories ont été définies. Nous nous sommes donc contentés d'une description purement informationnelle se basant sur l'observation des vidéo-enregistrements.

Paire 1 mono-souris

Alexis : 17.09.90, garçon

¹¹ Pour des raisons d'anonymat, les prénoms sont fictifs et les images ne correspondent pas au texte.

Damien : 27.08.90, garçon

Les deux garçons se connaissent bien. Damien a l'air un peu nerveux. Alexis a l'air de le savoir et ne le contredit pas trop. Impossible de lui prendre la souris. Damien est stressé par le temps. Il ne maîtrise pas le déroulement de l'activité. Alexis prend les consignes et Damien les lui reprend. Après quelques minutes de va-et-vient, elles finissent par rester chez Damien.

"On a que 20 minutes !" - Damien

Paire 2 mono-souris

Léonard : 11.90, garçon

Aurélie : 05-91, fille

Deux caractères assez impatientes de toucher la souris, si bien que celui qui ne l'a pas trépigne. Il n'a jamais la main bien loin. Chacun doit argumenter beaucoup, l'autre ne laisse rien passer. La feuille des consignes circule beaucoup, elle n'est jamais au milieu.

"Passe" - Léonard

"Tends voir, j'peux?" - Aurélie

"Voilà, ça c'est plus juste comme ça" - Aurélie

"Elle est là la Versroix" - Aurélie

"Là ?! Non, elle est un peu plus là" - Léonard



Figure 5 : paire bi-souris



Figure 6 : paire bi-souris

Paire 3 mono-souris

Benoît : 02.89, garçon

Julien : 11.89, garçon

Ils ont l'air de bien s'entendre, mais d'être un peu gênés par l'activité, car ne maîtrisent pas vraiment le contenu. Ils s'aident beaucoup. C'est quand même Benoît qui dit ce qu'il faut faire et quand il veut prendre la souris. Benoît a les consignes de son côté. Elles ne circulent pas. Finalement, Julien garde beaucoup la souris et Benoît observe.

"Fais-le plus large" - Benoît

"Tu peux le remplir" - Benoît
"Ouais bon tu veux pas le refaire ?" - Benoît
"Attends laisse-moi essayer un truc" - Benoît

Paire 4 mono-souris

Loana : 19.02.90, fille.
Thomas : 28.11.89, garçon.

Il s'agit d'une paire assez équilibrée. Ils ont l'air de moins se connaître. Un peu gêné, il n'ose pas trop se critiquer. Ils s'excusent beaucoup de ce qu'ils font ou ce qu'ils disent.

Durant la première activité, la souris circule bien mais feuille des consignes est restée entre les deux durant toute la durée la tâche.

Durant la seconde activité, Thomas prend la feuille des consignes un peu vers lui. Ils font tout ensemble : lisent les activités, exécutent le travail à l'écran, pointent à l'écran.

"Il est plutôt allongé le lac. Tu veux pas qu'on refasse ?"
- Loanna

"Oups, c'est pas ce que je voulais faire. Désolé." - Thomas



Figure 7 : paire mono-souris



Figure 8 : paire mono-souris

Paire 5 mono-souris

Luca : 05.08.90, garçon.
Michel : 09.02.89, garçon.

Cette paire a fonctionné avec un rapport plutôt dominant-dominé. Luca fait plus de commentaires sur Michel, qui rit beaucoup (nerveusement).

Durant la première tâche, Luca ne donne pas l'impression de maîtriser le contenu. Il se décharge donc sur Michel qui assume et prend des initiatives. La feuille des consignes reste chez Michel.

La seconde tâche plaît plus à Luca. Il ne lâche plus la souris jusqu'à la fin ! Après un moment, Michel prend la feuille des consignes devant lui.

"On est en train d'échouer lamentablement" - Luca
"Non tu vas encore mettre du bleu partout" - Luca
"Tiens, c'est toi le spécialiste en géographie" - Luca

Paire 6 bi-souris

Jérémie : 06.91, garçon
Cédric : 02.91, garçon

Ils se connaissent bien. Jérémie est plus à l'aise avec le dispositif. Il regarde souvent ce que fait Cédric et le sollicite pour confirmer ce qu'il fait. Jérémie gère les consignes pendant la première tâche, alors que durant la seconde, elles sont posées entre les deux camarades et ne bougent plus.

"Tu vas où là ? Mais c'est pas le Rhône." - Jérémie
"Vas-y fais le lac comme ça ok." - Jérémie
"Les montagnes on les fait en brun?" - Jérémie
"C'est pas là Avully, hein ? Cédric ?" - Jérémie



Figure 9 : paire mono-souris



Figure 10 : paire mono-souris

Paire 7 bi-souris

Marc : 07.91, garçon
François : 01.91, garçon

C'est une paire très équilibrée. Chacun veut faire, mais s'occupe également de l'activité globale, donc de ce que fait l'autre. Les consignes demeurent au milieu durant les deux tâches.

"Moi je fais le tour du lac !" - Marc
"Ah, alors moi je fais quoi ? Je fais le Rhône." - François
"Mais pourquoi tu fais comme ça ? Les murs des maisons c'est comme ça." - Marc

Paire 8 bi-souris

Audile : 09.92, fille
Clara : 11.92, fille

Cette paire était déséquilibrée dans la quantité d'interactions. Audile parle beaucoup plus et prend beaucoup de décisions. Clara se contente de réagir ou de faire ce qu'Audile lui laisse, dont la gestion des consignes.

"Moi je veux pas ça. Moi je veux essayer euh... cette couleur, bleu" - Audile

"Ouais bon ça c'est notre rectangle. Bon surtout, moi je prends mon bleu:::" - Audile

"Tu peux cliquer sur la boîte à outils pour la fermer si elle te gêne." - Clara



Figure 11 : paire mono-souris



Figure 12 : paire bi-souris

Paire 9 bi-souris

Sonia :09.90, fille

Elodie : 02.91, fille

Sonia et Elodie se connaissent bien. Elles travaillent en tandem, avec beaucoup de facilité. Sonia a tendance à prendre les commandes, mais de manière assez suggestive.

"Si tu pouvais m'enlever les... fermer les crayons parce que..." - Sonia

"Oui... mais ça on pourra y faire après." - Sonia

"T'es sûre de l'emplacement des Voirons ?" - Elodie

Paire 10 bi-souris

Joana : 06.91, fille

Lorie : 06.91, fille

Elles se connaissent bien, parlent peu et travaillent vite. Ici, leur complicité empêche de bien comprendre ce qu'elles font, car elles n'ont pas besoin de beaucoup parler pour se comprendre. En outre, elles regardent peu les consignes.

"Mais Lorie, c'est un pâté là la maison." - Joanna



Figure 13 : paire bi-souris



Figure 14 : paire bi-souris

PRESENTATIONS DES RESULTATS

Enregistrements vidéo et retranscriptions

A partir des enregistrements vidéos, nous avons retranscrit l'intégralité des observations. Nous avons ainsi constitué plus de 150 pages de protocoles (à raison d'un protocole par paire).

```
2_cedricjeremy.txt
J      Ouais, c'est bon "La maison contient deux fenêtres bleues, carrées,
      identiques et de la même hauteur que la porte".
C      Bon ben on va déjà prendre le bleu.
J      Attends, moi je dois déjà te cloner.
C      Je suis là. Je bouge plus.
J      Voilà, c'est bon. Je ferme. Alors à la même hauteur que la porte hein.
C      Deux fenêtres bleues à la même hauteur que la porte ?
J      Oui, donc ici où je suis là.
C      Ah ouais... (3) Carrée ?
J      Carrées. (3) De la même grandeur il faut. (2) Qu'est-ce que tu fais ?
C      Je vais effacer ça.
```

Figure 15 : Extrait de protocole de la paire 6 bi-souris

Pour traiter ces données, nous avons eu recours au logiciel Atlas/ti¹², expressément conçu pour l'analyse qualitative de données. Une prise en main succincte ainsi que la lecture de quelques textes comparatifs (avec notamment Nud-ist) on suffit pour valider l'utilité de l'outil à nos besoins de traitement de données. Le protocole de chaque paire a été inséré dans le programme dans lequel nous avons préparé le codage en fonction des catégories et des types

¹² Atlas.ti 4.2 ©Scientific Software Development, distribué par Scolari.

définis par nos indicateurs. Le tableau suivant résume l'organisation et l'appartenance de chaque type à sa catégorie.

	Task	Meta	Off
Sujet 0	0-rappel 0-coordination 0-action 0-comprehension	0-planification 0-evaluation 0-regulation	0-emotion 0-technique 0-reste
Sujet 1	1-rappel 1-coordination 1-action 1-comprehension	1-planification 1-evaluation 1-regulation	1-emotion 1-technique 1-reste

Tableau 5 : Types d'interaction en fonction des sujets et des catégories.

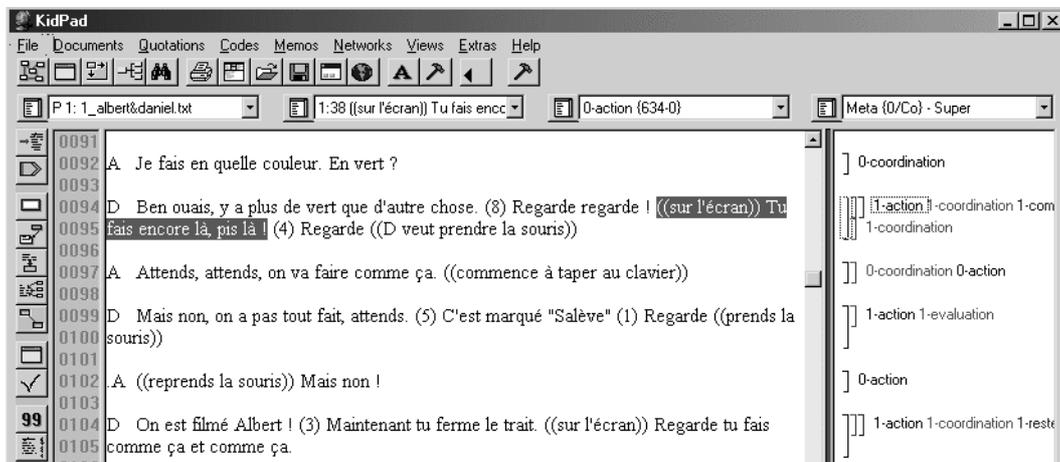


Figure 16 : Interface du logiciel Atlas/ti

Nous avons ensuite codé l'ensemble des protocoles suivant le tableau ci-dessus. Il en a résulté une première série de données, non encore exploitables, prenant la forme de fichiers "texte" automatiquement générés par Atlas/ti.

Le fichier le plus intéressant regroupe dans un tableau l'ensemble des codages par paires. Nous l'avons quelque peu remanié dans un tableur afin de pouvoir ensuite appliquer nos différents calculs. Ci-dessous, le tableau avec pour chaque paire, la quantité d'interactions par sujet (s0 – s1) réparti à travers les différents types.

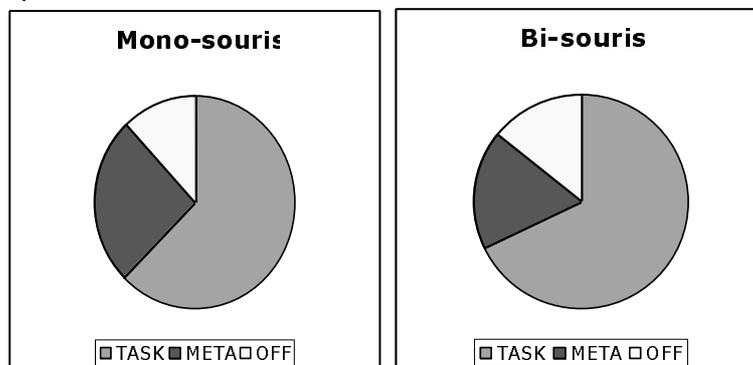
type/paire	1			2			3			4			5			SOMME
	s0	s1	total	s0	s1	total	s0	s1	total	s0	s1	total	s0	s1	total	
TASK	79	86	165	142	115	257	99	83	182	143	114	257	125	101	226	1087
action	48	27	75	61	49	110	59	31	90	91	68	159	52	50	102	536
compréhension	10	11	21	13	19	32	13	11	24	12	7	19	20	12	32	128
coordination	9	39	48	36	28	64	11	35	46	31	29	60	21	22	43	261
rappel	12	9	21	32	19	51	16	6	22	9	10	19	32	17	49	162
META	25	49	74	61	71	132	28	38	66	35	35	70	51	53	104	446
planification	8	17	25	16	14	30	7	4	11	5	4	9	21	15	36	111
évaluation	13	24	37	35	44	79	16	15	31	23	20	43	22	30	52	242
régulation	4	8	12	10	13	23	5	19	24	7	11	18	8	8	16	93
OFF	43	39	82	12	11	23	10	4	14	11	14	25	38	24	62	206
émotion	8	9	17	2	3	5	5	2	7	9	5	14	14	13	27	70
technique	7	7	14	8	5	13	5	2	7	1	7	8	7	3	10	52
reste	28	23	51	2	3	5	0	0	0	1	2	3	17	8	25	84

Tableau 6 : Interactions par type et par paire pour les mono-souris

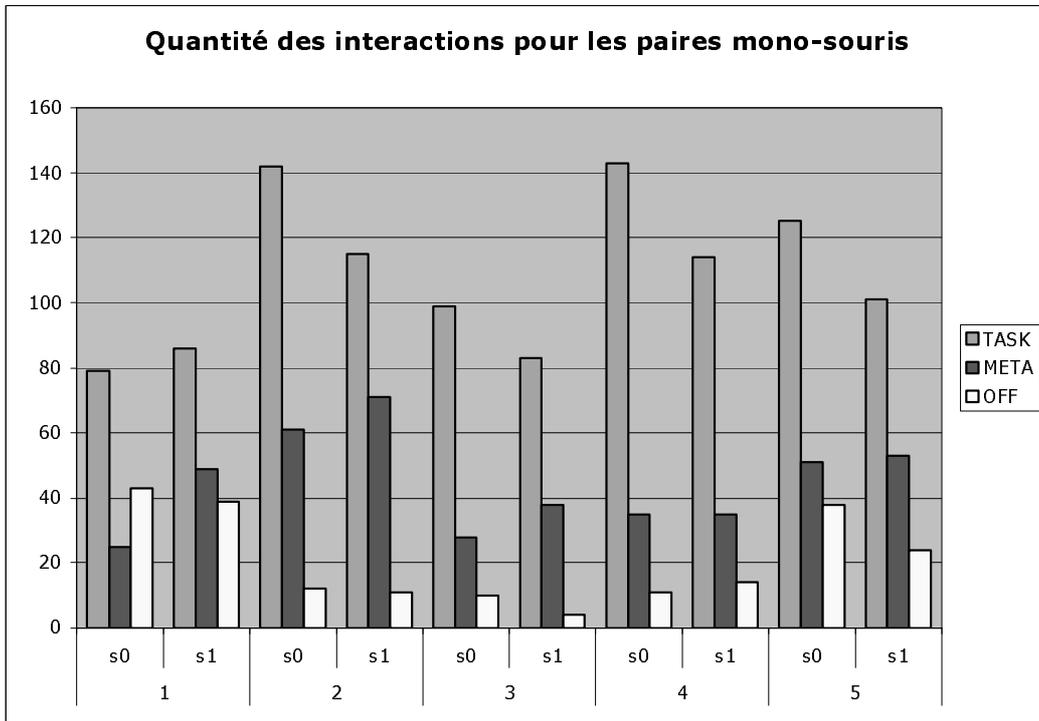
type/paire	6			7			8			9			10			SOMME
	s0	s1	total	s0	s1	total										
TASK	133	186	319	143	138	281	192	126	318	178	161	339	50	41	91	1348
action	70	81	151	56	56	112	85	57	142	82	58	140	30	25	55	600
compréhension	8	11	19	10	12	22	23	8	31	13	15	28	3	3	6	106
coordination	46	76	122	48	47	95	64	41	105	49	41	90	10	5	15	427
rappel	9	18	27	29	23	52	20	20	40	34	47	81	7	8	15	215
META	17	48	65	37	34	71	73	37	110	58	28	86	6	17	23	355
planification	9	16	25	11	20	31	25	11	36	28	10	38	3	3	6	136
évaluation	6	25	31	19	10	29	38	18	56	19	15	34	3	12	15	165
régulation	2	7	9	7	4	11	10	8	18	11	3	14	0	2	2	54
OFF	35	31	66	22	8	30	68	38	106	15	30	45	22	15	37	284
émotion	11	11	22	1	0	1	31	19	50	12	15	27	12	8	20	120
technique	15	10	25	15	4	19	24	8	32	3	14	17	8	7	15	108
reste	9	10	19	6	4	10	13	11	24	0	1	1	2	0	2	56

Tableau 7 : Interactions par type et par paire pour les bi-souris

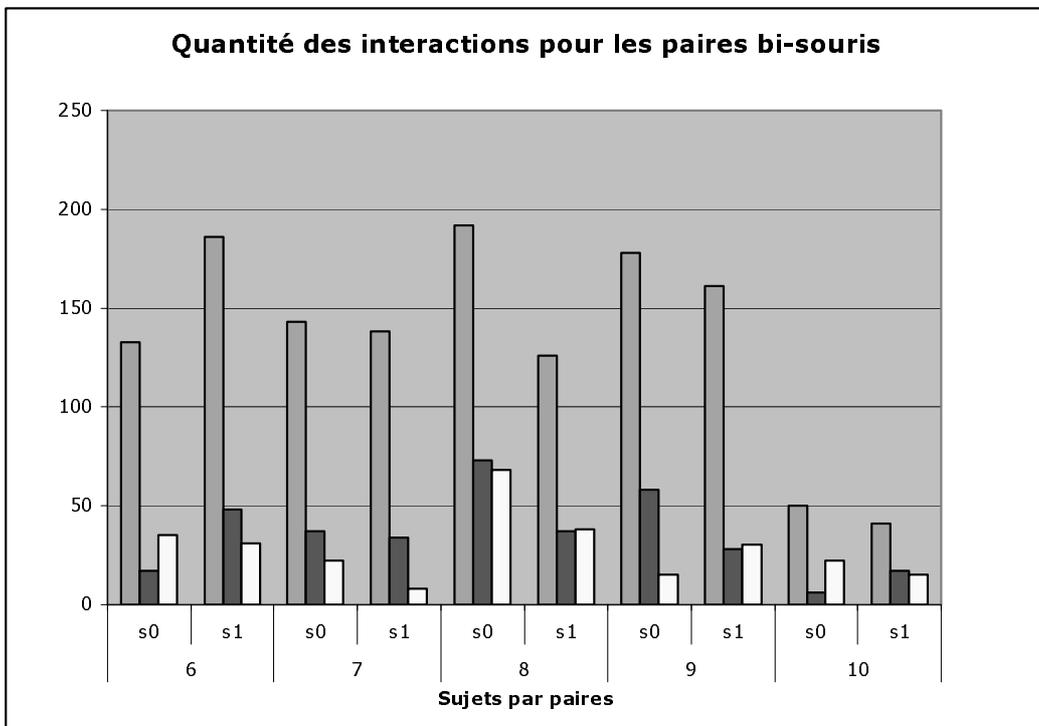
Ci-dessous nous avons représenté les mêmes données (sans les détails) par deux graphiques.



Graphe 1 : Quantité totale d'interactions



Graphe 2 : Quantité d'interactions pour les paires mono-souris



Graphe 3 : Quantité d'interactions pour les paires bi-souris

Pour chaque paire, Atlas/ti a également permis de visualiser la chronologie des interactions avec leur type et leur catégorie. Moyennant quelques simplifications dans un éditeur de texte (Xemacs), nous avons également pu importer ces données dans un tableur, toujours dans le but de pouvoir les traiter. Ci-dessous, un extrait des données de la paire 2 :

◇	A	B	C	D	E
4	ligne	sujet	catégorie	type	souris
5	1	0	Task	action	x
6		0	Task	coordination	x
7	2	1	Task	comprehension	1
8	3	1	Off	emotion	1
9	4	0	Off	emotion	1
10	5	0	Task	action	1
11		0	Task	coordination	1
12	6	1	Task	coordination	1
13	7	1	Task	action	1
14	8	1	Task	action	1
15	9	0	Task	coordination	1

Figure 17 : Extrait de la chronologie de la paire 2 mono-souris

Log files

Par ailleurs, KidPad a également enregistré des *log files* contenant le nombre d'actions (outil utilisé) par sujet. Ces données se révèlent intéressantes pour les bi-souris uniquement dans la mesure où, pour les mono-souris, ces *log files* ne permettent pas de distinguer qui tenait la souris.

outil/paire sujet	6			7			8			9			10		
	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot
Clone	15	0	15	10	0	10	0	0	0	0	11	11	0	13	13
Eraser	26	152	178	14	80	94	15	50	65	65	58	123	91	23	114
Filler	39	0	39	30	4	34	13	28	41	22	21	43	43	14	57
Group	4	0	4	0	0	0	11	1	12	0	13	13	0	7	7
Hand	6	1	7	6	1	7	4	0	4	0	3	3	2	5	7
Puller	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0
Select	39	0	39	22	4	26	2	26	28	7	27	34	0	3	3
Text	1	0	1	14	0	14	10	2	12	1	1	2	0	8	8
Turn Alive	13	22	35	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0
ZoomIn	21	2	23	1	11	12	0	0	0	0	1	1	3	0	3
ZoomOut	14	3	17	1	2	3	0	0	0	0	1	1	3	0	3
black Crayon	44	5	49	47	7	54	41	46	87	16	16	32	28	29	57
blue Crayon	21	5	26	38	12	50	7	27	34	5	29	34	16	32	48
brown Crayon	25	19	44	33	16	49	14	1	15	29	25	54	17	53	70
green Crayon	16	42	58	6	31	37	7	26	33	22	11	33	27	6	33
red Crayon	12	3	15	2	1	3	4	0	4	1	4	5	0	1	1
yellow Crayon	0	29	29	1	8	9	0	9	9	0	12	12	0	0	0

Tableau 8 : *log files* pour les paire bi-souris¹³

¹³ Le tableau détaillé par tâche se trouve en annexe.

Productions des paires

Finalement, nous avons conservé les productions des sujets pour d'une part procéder à un test des rang (afin de mesurer les performances) et d'autre part aider dans nos interprétations. Ci-dessous les vignettes de chaque production¹⁴ :

Mono-souris

Bi-souris

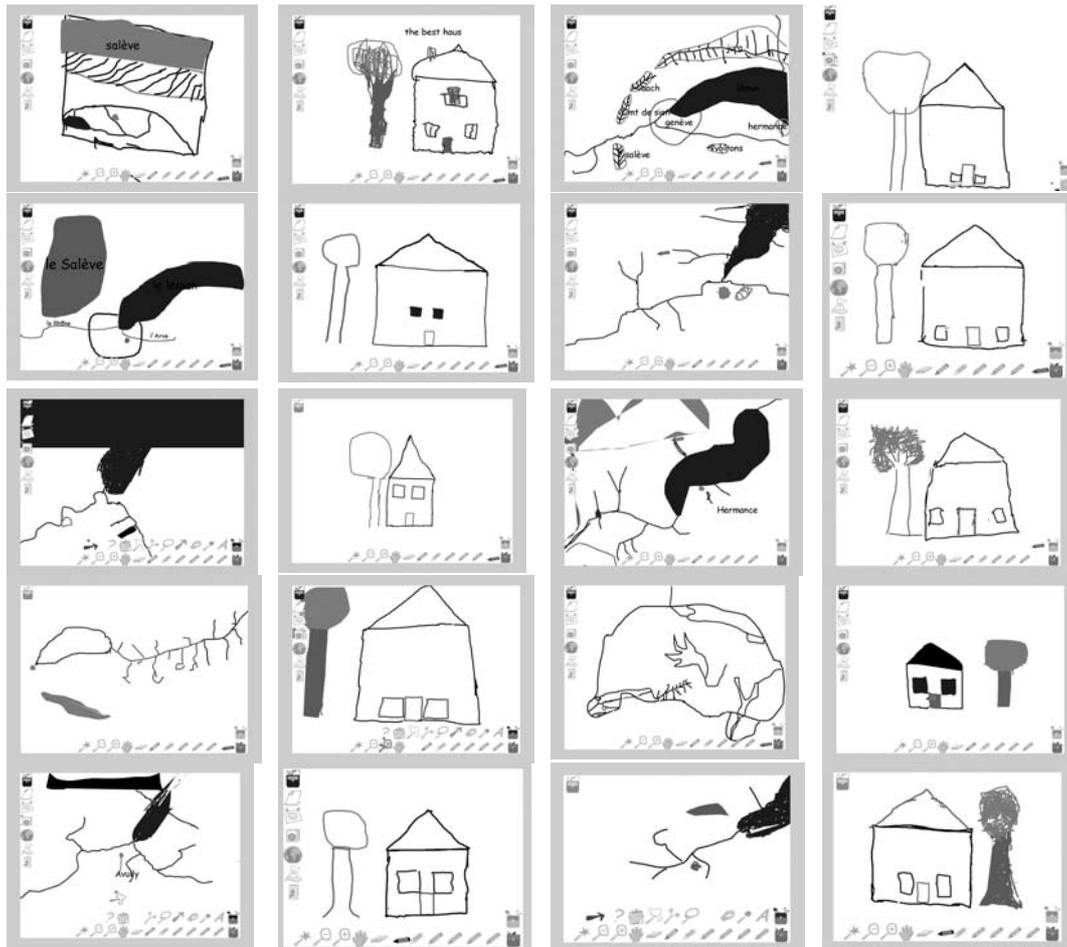


Figure 18 : Productions des paires mono et bi souris

¹⁴ Ces productions sont disponibles en annexe à un format plus adéquat et en couleur.

ANALYSES

ET

INTERPRÉTATIONS

Pour une meilleure lisibilité, nous avons choisi de présenter les interprétations directement après les analyses.

REPONSES AUX QUESTIONS DE RECHERCHE

Question 1

Y a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre les paires mono-souris et les paires bi-souris ?

Analyses

Un résultat essentiel est de savoir si les contenus d'interactions varient entre les deux modalités (mono ou bi souris). Le test du chi-deux semble approprié à cette question, car il permet de déterminer dans le tableau ci-dessous si la variable qui définit la division des rangées (mono ou bi) est indépendante de celle qui définit les colonnes (task, meta et off) (hypothèse nulle) (d'Hainaut, 1975). Voici les résultats obtenus :

	task	meta	off	somme
mono	1087	446	206	1739
bi	1348	351	284	1983
total	2435	797	490	3722

chi-deux	35.87
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.001

Tableau 9 : Quantité d'interactions par catégorie

Interprétations

Le fait d'avoir une seule ou deux souris a un effet sur les contenus d'interaction. Le tableau (Tableau 9, p.51) montre que les paires bi-souris ont des contenus « task » et « off » significativement plus élevés ($p < 0.001$) que les paires mono-souris. Ces dernières montrent par contre des contenus « meta » plus importants.

Ce résultat confirme en partie notre hypothèse selon laquelle chez les paires mono-souris les interactions portant sur la gestion, l'évaluation et la régulation de la tâche sont plus présentes que chez les paires bi-souris, dont les sujets sont plus plongés dans la résolution de la tâche et prennent moins le recul nécessaire aux types d'interactions « meta ». Pour mieux comprendre et interpréter ces résultats, nous sommes allés voir dans chaque catégorie, la (ou les) type(s) d'interaction susceptible(s) de les expliquer. Le tableau ci-dessous présente les résultats détaillés :

	t-act	t-comp	t-coo	t-rap	m-pla	m-eva	m-reg	o-emo	o-tec	o-aut	so
mono	536	128	261	162	111	242	93	70	52	84	17
bi	600	106	427	215	132	165	54	120	108	56	19
total	1136	234	688	377	243	407	147	190	160	140	37

Tableau 10 : Quantités d'interactions par type

Pour la catégorie « task », mis à part ce qui concerne la compréhension, tous les types d'interaction s'avèrent plus élevés chez les bi-souris. Ce qui concerne la coordination est le plus frappant, avec 64% d'interactions en plus. Les interactions de coordination regroupent toutes les interactions nécessaires à la bonne marche de l'activité. Ce résultat semble signifier qu'avec deux souris, un plus grand effort de coordination est nécessaire pour mener à bien une activité. Ce constat paraît tout à fait réaliste car il sous-entend que dans les paires bi-souris, les deux sujets doivent souvent se mettre d'accord sur leur manière de collaborer. Une lecture approfondie des protocoles a permis de mettre en évidence un type de coordination différent pour les mono et pour les bi souris. Chez les mono-souris, la coordination concerne principalement le contrôle de la souris.

"((voulant prendre la souris)) Je peux ?" - paire 2
 "Attends donne." - paire 3
 "Tu veux faire ?" - paire 4
 "Non laisse-moi faire, j'ai une idée ((prend la souris))" -
 paire 5

A partir de là, la coordination est assumée par le fait d'avoir ou non la souris. Sinon, c'est souvent le sujet qui n'a pas la souris qui se charge de coordonner. Le tableau ci-dessous montre ce résultat :

		a la souris	
		s0	s1
coordonne	s0	54	53
	s1	114	37

Tableau 11 : Interactions de coordination pour les sujets mono-souris

Lorsque s0 contrôle la souris, c'est s1 qui coordonne le plus (114) et inversement, lorsque s1 a la souris, c'est s0 qui se charge de coordonner (53). Voici quelques exemples de coordination exprimés par le sujet qui n'a pas de souris.

"Clique vas-y" (paire 1)
 "Ok tu prends le crayon bleu et pis tu fais ça." (paire 2)
 "Ouais, vas-y continue, continue !" (paire 5)
 "Ok, ensuite, je te dis la suite." (paire 5)

Chez les paires bi-souris, il est bien entendu impossible de distinguer des rôles en fonction de la possession de la souris. On constate néanmoins qu'au niveau du contenu des interactions de coordination, les discussions portent beaucoup plus sur « qui fait quoi », et parfois même « qui est qui ». Les exemples ci-dessous motivent nos propos :

"C'est... mais 'tends 'tends, mais moi je suis lequel ?!" (paire 6)
 "Attends, faudrait qu'on ait les deux le bleu." (paire 6)
 "Mais... Ah, mais faut que je te clone." (paire 6)
 "Maintenant c'est moi qui l'ai la gomme." (paire 8)
 "Voilà, maintenant, tu vas sur moi." (paire 6)
 "C'est moi qui ai le noir. C'est toi qui doit aller chercher." (paire 6)
 "Attends, je redescends un peu comme ça." (paire 8)
 "Faut le déplacer, parce qu'au sinon je peux pas faire ça." (paire 8)
 "Mais, je fais rien." (paire 6)
 "Attends moi aussi j'aimerais faire." (paire 10)
 "Mais qu'est-ce que tu fais ?" (paire 7)

Le fait de posséder deux souris implique donc un plus grand effort de coordination car il faut réellement se coordonner à l'écran, c'est-à-dire qu'il faut savoir ce que fait l'autre au même moment pour pouvoir travailler. Ce qui n'est pas le cas avec une seule souris où le seul effort de coordination vient du sujet qui n'a pas la souris et qui doit surtout coordonner ce que fait son camarade.

Cette catégorie d'interaction a mis en évidence un élément que nous n'avions pas estimé au départ. Ce sont les interactions sur le « qui fait quoi ». En effet, avec deux souris, nous constatons finalement qu'une distribution des rôles peut également être explicitée dans les contenus d'interaction. Bien que cela n'ait pas fait l'objet d'un codage, la relecture des protocoles montre que cette distribution explicite se fait exclusivement au niveau de la résolution de la tâche, par exemple "Tu fais le Rhône, moi je fais l'Arve" ou "Je prends le bleu, toi le vert". Aucune distribution se fait entre les niveaux cognitif et métacognitif. Cela demeure implicite dans la manière de collaborer.

Pour ce qui est des interactions de la catégorie « meta », ce sont cette fois les paires mono-souris qui discutent le plus. Nous avons regardé de plus près les interactions d'évaluation et de régulation pour lesquelles les différences entre mono et bi souris sont très importantes (47% pour les premières et 72% pour les secondes). Une fois encore nous avons regardé si le fait de posséder ou non la souris se traduisait chez les mono-souris par un rôle. Voici les résultats que nous avons trouvés :

		a la souris	
		s0	s1
meta	s0	138	54
	s1	183	53

Tableau 12 : Interactions "meta" pour les sujets mono-souris

		a la souris	
		s0	s1
évalue	s0	67	36
	s1	98	30

Tableau 13 : Interactions d'évaluation pour les sujets mono-souris

		a la souris	
		s0	s1
régule	s0	23	9
	s1	49	8

Tableau 14: Interactions de régulation pour les sujets mono-souris

Les résultats sont moins nets que pour les interactions de coordination, mais la même tendance se dégage : les sujets qui n'ont pas la souris interagissent plus sur les contenus d'évaluation et de régulation. On peut alors commencer à penser qu'il existe bien des rôles chez les paires mono-souris. Nous allons par la suite approfondir cette piste au moyen d'autres résultats. Concrètement, voici quelques exemples d'évaluation et de régulation chez les paires mono-souris :

Evaluation :

"Ben non, ça c'est quatre fois, alors que c'est cinq fois, pas quatre fois." (paire 1)
 "Ouais, j'ai fait un peu trop grand." (paire 2)
 " ((à l'écran)) Mais, la fenêtre elle doit être comme ça là !" (paire 2)
 "C'est un petit peu trop large. La porte elle est plus petite." (paire 3)
 "Bon alors c'est bon on laisse comme ça." (paire 2)
 "Ouais comme ça c'est bien." (paire 4)
 "C'est bon ! Ca fait pile hein. Regarde, ça fait jusque là de mon petit doigt." (paire 2)
 "Non c'est bien c'est de la largeur de la porte. Moi je trouve que ça va bien." (paire 5)

Régulation :

"On va prendre ça pour ajuster." (paire 2)
 "J'efface un peu là." (paire 2)
 "Allonge la Rance là." (paire 2)
 " ((sur l'écran)) Faut qu'elle fasse ça. La fenêtre, jusque là !" (paire 2)
 "Allez rajoute. Rajoute." (paire 2)
 "Ah mince, ça veut dire que les nôtres faut les rapprocher,

de la porte." (paire 3)

"On va légèrement abaisser notre toit." (paire 5)

"La maison on la bouge. Le toit doit avoir à peu près [cette hauteur]." (paire 5)

Par rapport aux paires bi-souris, il ne semble pas y avoir de différence dans les contenus d'évaluation. Par contre, nous avons constaté que les interactions de régulation chez les bi-souris se limitent souvent à l'annulation d'une action précédente. En effet, les paires bi-souris ont passé beaucoup de temps à « effacer ». C'est ce que confirment les *log files*, desquels nous avons pu extraire pour les mono et le bi souris, le nombre total « d'effacements », proportionnellement au nombre total « d'actions ». Les bi-souris occupent le 26.9% de leurs actions à effacer contre seulement 18.2% pour les mono-souris. Ce résultat est significatif ($p < .02$). Les *log files* ne disent malheureusement pas si les sujets effacent leurs propres actions ou celles de leur camarade.

	Effacements	Total "action"	Pourcentage
Mono	259	1425	18.20%
Bi	584	2171	26.90%

Tableau 15 : Nombre d'actions "effacer" par situation

	Mono	Bi
Paire 1/6	42	178
Paire 2/7	42	94
Paire 3/8	33	65
Paire 4/9	88	123
Paire 5/10	54	114
Moyenne	51.8	114.8
Ecart type	21.6	41.8

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 t = 3.927 p = 0.017 t(.05) = 2.776
--

Tableau 16 : Nombre d'actions "effacer" par sujet

Les quelques exemples d'interactions d'évaluation et de régulation chez les paires bi-souris illustrent nos propos :

Evaluation :

"Tu l'as faite un petit peu trop grosse." (paire 7)

"Ouais mais faut pas faire aussi grand !" (paire 7)

"Euh là c'est pas la moitié hein." (paire 9)

"Encore trop grand !" (paire 9)

"((regarde l'écran)) Ouais ben c'est bon." (paire 7)

"Comme ça, ça fait bien." (paire 8)

"((mesurant sur l'écran)) Non là c'est trop long ! Ah non, c'est bon ! J'ai rien dit !" (paire 9)

"Euh ouais bon ça c'est bon." (paire 10)

Régulation :

"Euh bon alors efface." (paire 7)
"Bon là faut tout effacer, alors on efface tout." (paire 8)
"Non mais faut effacer tout, c'est pour ça." (paire 8)
"Ben on a qu'à recommencer parce que ça c'était raté."
(paire 8)
"Voilà tu dois effacer le rond en haut." (paire 9)

D'une manière générale, ce résultat et le précédent confirment notre hypothèse, selon laquelle les paires mono-souris ont plus recours aux interactions de type « meta ». Si l'on accepte que les contenus d'interactions reflètent une centration du sujet qui parle sur certains aspects de l'activité, ce résultat signifie qu'il y a bien une différence (quantitative) de centration « meta » et « task », entre les paires mono et bi souris.

Finalement, pour la catégorie « off », le tableau détaillé des interactions montre que la supériorité des paires bi-souris est avant tout due aux manifestations émotionnelles et aux interactions d'ordre techniques, que nous avons codé comme étant « off ». Ce qui concerne les manifestations émotionnelles a déjà été abordé auparavant.

Nous constatons que les paires bi-souris rencontrent plus du double de difficultés techniques que les paires mono-souris (107%). En lisant les protocoles, nous avons plusieurs pistes d'interprétation. La première explication est liée à la gestion de l'espace de travail à deux utilisateurs. En effet, il n'est pas toujours possible de se comporter à deux, comme si l'on était tout seul. Par exemple, lorsque un sujet veut déplacer virtuellement la feuille de travail, pendant que l'autre est en train de faire quelque chose, le programme ne le lui permettra pas. Ainsi nous avons repéré des interactions comme celles ci-dessous :

"Attends j'arrive plus à bouger ! Ah, là !" (paire 7)
"Ça marche pas." (paire 7)
"Eh c'est coincer !" (paire 9)
"Pourquoi ça bouge pas ?" (paire 6)
"Mais hey !! Ca descend tout seul !" (paire 8)
"Ca bouge tout seul !" (paire 10)

Il semble en outre que la réactivité du programme ait pu poser quelques erreurs de manipulation :

"Euh non mais je veux pas de pinceau moi !" (paire 8)
"Non, mais je veux pas le brun, je veux la flèche." (paire 8)
"Non... j'ai pris le mauvais truc." (paire 9)
"Hey mais pourquoi je suis en rouge moi." (paire 6)
"Je veux le bleu, je veux pas le rouge, je veux le bleu ! Je veux pas vert ! Je veux bleu !" (paire 8)

Par ailleurs, nous pensons que le fait d'être les deux en possession de la souris « favorise » certains échanges sur le fonctionnement de l'outil, comme si on attendait une réponse ou une confirmation :

"Il clone pas bien les fenêtres." (paire 7)
"Hey, attends voir, elle a un problème ma flèche." (paire 8)
"On a pas le droit ? D'avoir les deux le bleu ?" (paire 6)
"Mais on peut pas peindre plus ?" (paire 8)
"Comment on fait pour déplacer le rayon X ?" (paire 10)
"C'est ça pour sélectionner." (paire 8)

Il semble donc que le fait de manipuler KidPad à deux souris implique un certain nombre de problèmes techniques liés soit à la gestion de l'espace de travail, soit aux limites de l'ordinateur qui réagit moins vite. En outre, il est également possible que face à un problème de cet ordre, les sujets soient plus facilement amenés à en parler car ils sont les deux confrontés au même problème et en même temps.

Pour les interactions « off », nos résultats contredisent ceux de Inkpen *et al.* (1999) et de Stewart *et al.* (1997). Toutefois, nos informations sont trop lacunaires pour que cette comparaison soit indiscutable. Premièrement, les articles précités n'explicitent pas la manière dont les résultats ont été obtenus. Nous ne savons pas si les émotions et les interactions techniques ont été codées dans la même catégorie que nous. Ainsi nous ne pouvons être sûr que nous comparons bien la même chose. En outre, pour ce qui est de Inkpen et ses collaborateurs nous savons qu'ils se basaient en plus sur toutes les manifestations non verbales de distraction. Nous nous trouvons dans l'obligation de laisser ce résultat en suspens.

Pour aller encore plus loin dans les données, nous allons maintenant voir pour chaque paire s'il est possible de définir des rôles en fonction de la situation d'expérimentation.

Conclusion

Notre première hypothèse est confirmée puisque les résultats mettent en évidence une réelle différence de contenus entre les paires mono et bi souris. Les paires mono-souris ont plus d'interactions de type « meta » alors que les bi-souris ont plus d'interactions de type « task ».

Question 2a

Chez les bi-souris, y'a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre deux sujets d'une même paire ?

Analyse

En observant toujours plus finement les données, nous pouvons nous demander s'il existe une certaine distribution des rôles chez les bi-souris en observant si les paires se répartissent certains aspects de la tâche. Ainsi, les tableaux suivant mettent évidence pour chaque paire bi-souris, la répartition des contenus d'interactions entre les deux sujets. Un test de chi-deux valide les résultats obtenus.

Groupe 6

	Task	Meta	Off	somme
s0	133	17	35	185
s1	186	48	31	265
total	319	65	66	450

chi-deux	9.92
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.01

Tableau 17 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 6

Groupe 7

	Task	Meta	Off	somme
s0	143	37	22	202
s1	138	34	8	180
total	281	71	30	382

chi-deux	5.50
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.05

Tableau 18 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 7

Groupe 8

	Task	Meta	Off	somme
s0	192	73	68	333
s1	126	37	38	201
total	318	110	106	534

chi-deux	1.43
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.5

Tableau 19 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 8

Groupe 9

	Task	Meta	Off	somme
s0	178	58	15	251
s1	161	28	30	219
total	339	86	45	470

chi-deux	14.20
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.001

Tableau 20 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 9

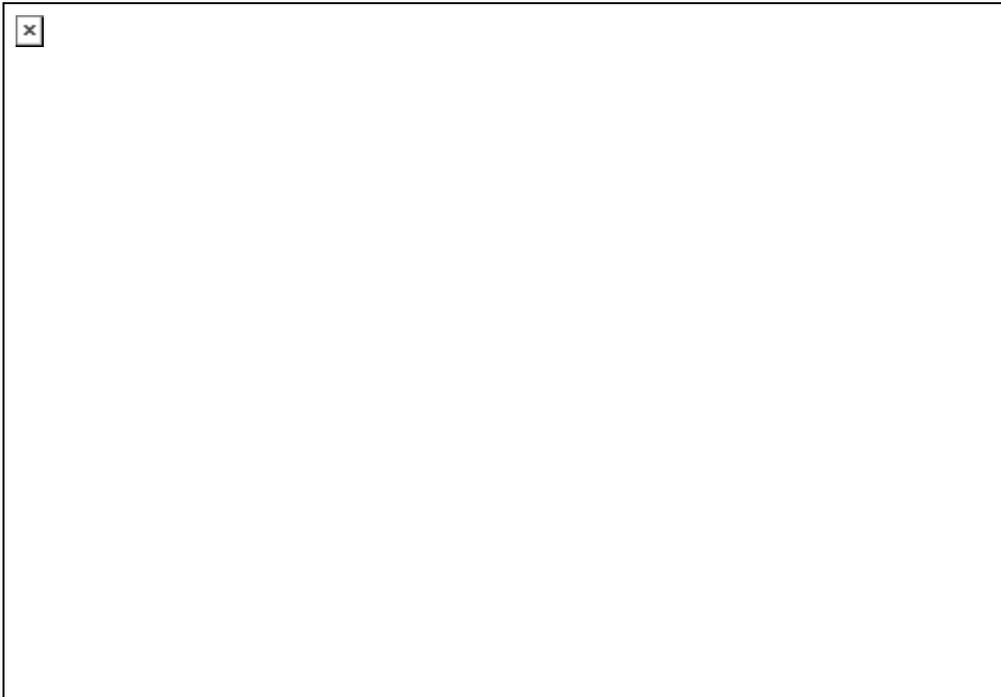
Groupe 10

	Task	Meta	Off	somme
s0	50	6	22	78
s1	41	17	11	69
total	91	23	33	151

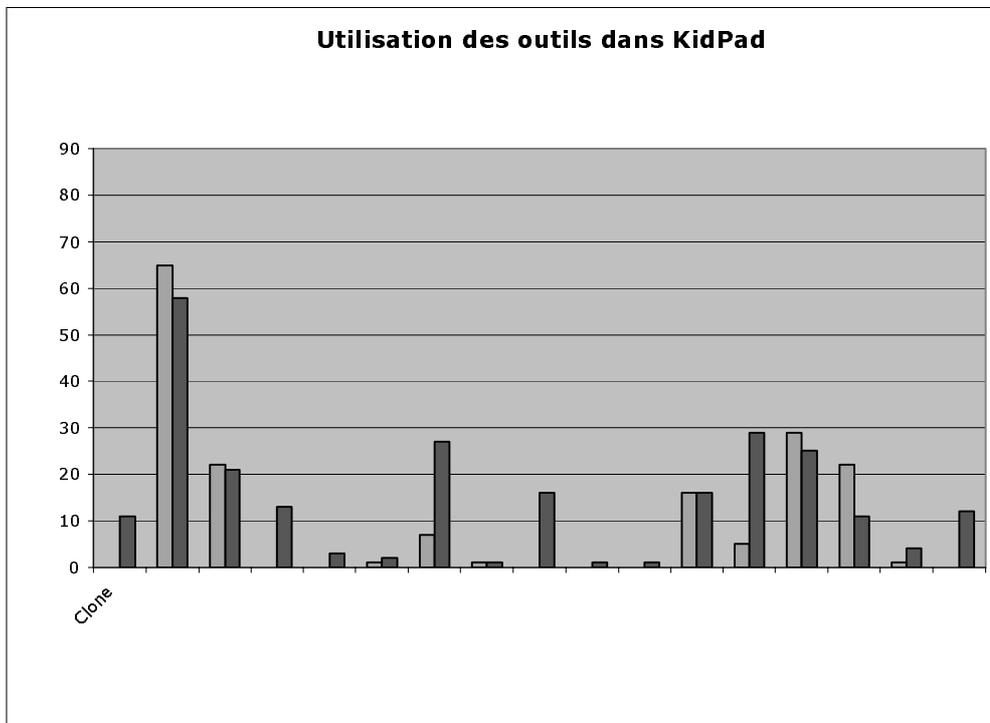
chi-deux	7.32
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.02

Tableau 21 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 10

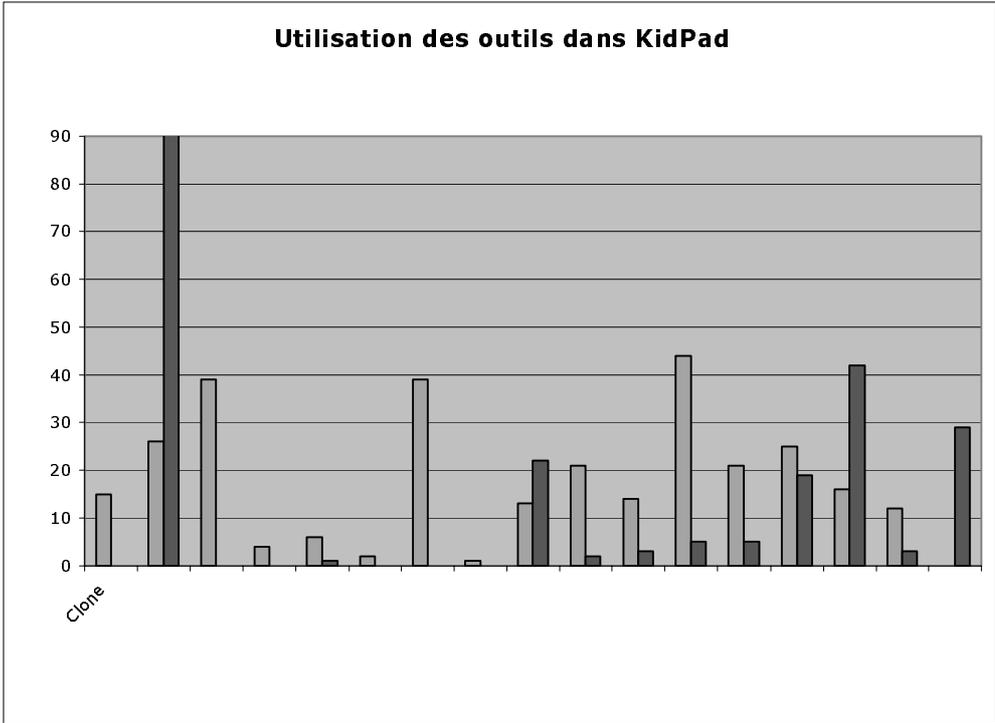
Les *log files* permettent d'appuyer et d'approfondir les résultats ci-dessus en se basant cette fois non plus sur les contenus d'interactions, mais sur l'utilisation des outils dans KidPad, c'est-à-dire sur les interactions des sujets avec la tâche. Voici pour chaque paire, les graphiques générés à partir du tableau des *log files* présenté plus haut (Tableau 8, p.49) :



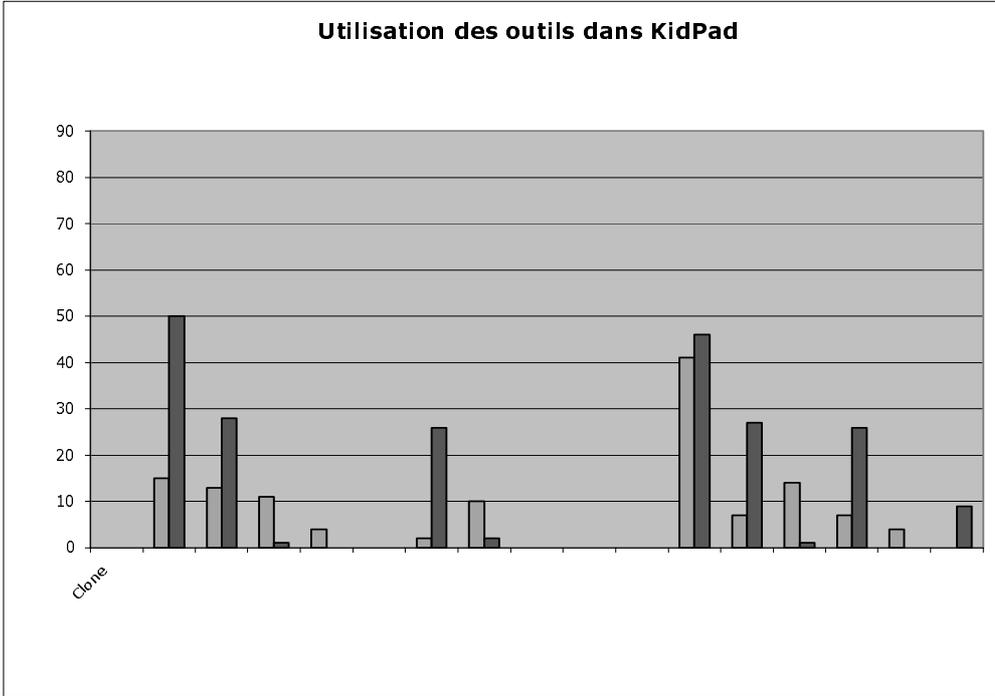
Graphe 4 : Répartition des outils pour la paire 6



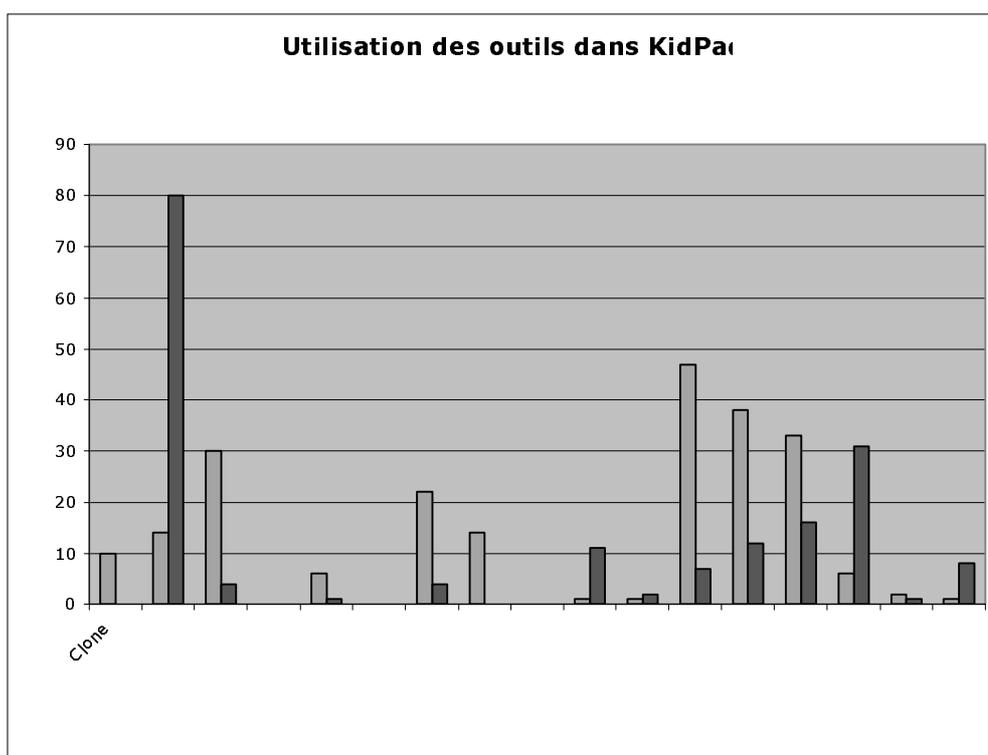
Graphe 5 : Répartition des outils pour la paire 7



Graphe 6 : Répartition des outils pour la paire 8



Graphe 7 : Répartition des outils pour la paire 9



Graphe 8 : Répartition des outils pour la paire 10

Interprétation

Pour chaque paire bi-souris, nous avons effectué un test chi-deux afin de déterminer si les différences de contenu entre les deux sujets sont significatives (Tableaux p.58-58). Il s'avère que pour 4 paires sur 5 ces résultats sont significatifs ($.001 < p < .05$). Sur les quatre paires dont les différences sont significatives, nous avons constaté que ces dernières vont toujours dans le même sens, à savoir qu'il y a toujours un sujet dont les interventions sont nettement plus « meta ». Pour trois d'entre-elles, cette différence est supérieure au double ! Ces mêmes sujets qui élaborent beaucoup d'interventions « meta » en font en revanche moins de type « off », sans pour autant en faire moins de type « task ».

A ce stade déjà, ces résultats montrent que dans une paire bi-souris, bien que chaque sujet possède le même accès à l'activité, leur attention n'est pas forcément focalisée sur le même aspect de l'activité. Souvent (4/5), il y en a un dont les contenus d'interactions reflètent une attention plus forte de type « meta », c'est-à-dire sur la planification, l'évaluation et la régulation de l'activité. Cette centration ne se fait pas au détriment des interactions centrées sur la tâche, mais des interactions de type « off ». Les tableaux ci-dessous montrent pour les quatre paires bi-souris dont les différences sont significatives un détail de toutes les interactions.

Gp6	t-act	t-compt	t-coo	t-rap	m-plan	m-eval	m-reg	o-emo	o-tech	o-reste	somme
s0	70	8	46	9	9	6	2	11	15	9	185
s1	81	11	76	18	16	25	7	11	10	10	265
Total	151	19	122	27	25	31	9	22	25	19	450

Tableau 22 : Quantités d'interactions par type pour la paire 6

Gp7	t-act	t-compt	t-coo	t-rap	m-plan	m-eval	m-reg	o-emo	o-tech	o-reste	somme
s0	56	10	48	29	11	19	7	1	15	6	202
s1	56	12	47	23	20	10	4	0	4	4	180
Total	112	22	95	52	31	29	11	1	19	10	382

Tableau 23 : Quantités d'interactions par type pour la paire 7

Gp9	t-act	t-compt	t-coo	t-rap	m-plan	m-eval	m-reg	o-emo	o-tech	o-reste	somme
s0	82	13	49	34	28	19	11	12	3	0	251
s1	58	15	41	47	10	15	3	15	14	1	219
Total	140	28	90	81	38	34	14	27	17	1	470

Tableau 24 : Quantités d'interactions par type pour la paire 9

Gp10	t-act	t-compt	t-coo	t-rap	m-plan	m-eval	m-reg	o-emo	o-tech	o-reste	somme
s0	30	3	10	7	3	3	0	12	8	2	78
s1	25	3	5	8	3	12	2	8	4	0	69
Total	55	6	15	15	6	15	2	20	12	2	151

Tableau 25 : Quantités d'interactions par type pour la paire 10

Dans la revue, nous avons vu que les sujets experts activaient plus facilement leurs processus métacognitifs, en partie grâce au fait que leur mémoire de travail est moins chargée (Veenman & Elshout, 1999 ; Withebread, 1999). Or dans notre étude nous constatons que dans tous les groupes hormis le 7, les sujets qui ont le plus de problèmes techniques sont ceux qui ont le moins d'interactions de type « meta ». On peut alors risquer l'interprétation selon laquelle pour pouvoir interagir sur des aspects plus « meta », il faut d'abord être à l'aise, sinon maîtriser les aspects techniques. On peut en effet considérer qu'en maîtrisant les aspects techniques, le sujet libère de la mémoire de travail et peut plus facilement se concentrer sur la tâche et donc mettre en action des processus « meta ».

Suite à ces résultats, nous avons eu recours au *log files* pour voir si les différences de centration de contenus se concrétisent dans des différences de centration des actions. Autrement dit, est-ce que les deux sujets des paires bi-souris utilisent équitablement les mêmes outils dans KidPad.

Les graphiques présentés plus haut (p.59-61) montrent une nette différence d'utilisation chez 3/5 paires. Un des sujets monopolise quasiment la gomme. Chez certaines paires, la monopolisation de la gomme par un sujet correspond à un monopole du pinceau (*Filler*) et de la flèche (*Select*) chez l'autre sujet (paires

8 et 10). Alors que pour les trois autres paires, les sujets qui effacent sont de manière proportionnelle, également ceux qui sélectionnent et qui peignent. Pour les crayons de couleur, toutes les paires (hormis la paire 7) les utilisent de manière très distribuée. Ce n'est pas vrai pour tous les crayons. Certaines couleurs (dont le noir) sont utilisées pareillement par les deux sujets (pour 3/5 paires).

Au-delà des paroles, les paires bi-souris semblent se donner des rôles jusque dans la réalisation de l'activité, alors même qu'ils en ont exactement le même accès. A titre tout à fait tendanciel, il semble donc y avoir une propension naturelle à se répartir des rôles, même si rien dans les consignes ou dans le matériel ne le suggère. Deux sujets collaborant à une tâche et ayant exactement les mêmes consignes et le même accès à l'activité vont se répartir les rôles et ne feront pas, a fortiori ne parleront pas de la même chose. Cela ne s'explique que par des raisons intra-personnelles. En fonction des personnalités de chacun, une relation particulière s'installe entre les deux camarades, relation qui définira le rôle de chacun.

Il serait intéressant de savoir si ces rôles sont explicitement distribués aux niveaux des interactions ou si au contraire, il s'agit d'une distribution émergente. Les résultats trouvés pour les interactions de « coordination » montrent qu'effectivement une distribution prend place explicitement entre les sujets.

"Je m'occupe du Salève"

"Bon ben moi je colorie le lac"

"Oups, j'ai raté ! Tu peux effacer s'il te plait ?"

Comme nous l'avons dit plus haut, ce type d'interactions sur le « qui fait quoi » est totalement dépendant du dispositif et n'advient de ce fait qu'avec les paires bi-souris. En effet, chez les paires mono-souris, il n'y a pas lieu de se distribuer les tâches puis que le fait d'avoir ou non la souris assume ce rôle. Rappelons que cette distribution explicite se fait exclusivement au niveau de la résolution de la tâche et non entre les niveaux cognitif et métacognitif.

Conclusion

Notre deuxième hypothèse est en partie infirmée, car les observations montrent que bien qu'ayant exactement le même accès à l'activité, les deux sujets d'une paire bi-souris ne sont pas concentrés sur le même aspect de l'activité, visibles par une différence dans les contenus d'interactions. Cependant cette différence n'a pas lieu entre les types d'interactions définis dans notre méthodologie, mais à l'intérieur de ceux-ci, notamment dans les interactions d'action, qui prouve qu'une certaine distribution semble avoir lieu entre différentes parties de la tâche.

Question 2b

Chez les mono-souris, y'a-t-il une différence dans les contenus d'interaction entre deux sujets d'une même paire ?

Analyse

Pareillement au bi-souris, nous avons observé s'il existait une distribution des rôles entre les sujets des paires mono-souris. Nous avons procédé de la même manière avec un test de chi-deux pour valider les résultats. Par contre, les *log files* n'étaient ici d'aucun soutien dans la mesure où toutes les données sont stockées en un seul utilisateur (une seule souris en fait). Rien ne permet de déterminer qui tenait la souris au moment de chaque action. Donc notre analyse repose uniquement sur les contenus d'interactions.

Groupe 1

	Task	Meta	Off	somme
s0	79	25	43	147
s1	86	49	39	174
total	165	74	82	321

chi-deux	6.05
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.05

Tableau 26 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 1

Groupe 2

	Task	Meta	Off	somme
s0	142	61	12	215
s1	115	71	11	197
total	257	132	23	412

chi-deux	2.86
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.3

Tableau 27 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 2

Groupe 3

	Task	Meta	Off	somme
s0	99	28	10	137
s1	83	38	4	125
total	182	66	14	262

chi-deux	4.95
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.1

Tableau 28 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 3

Groupe 4

	Task	Meta	Off	somme
s0	143	35	11	189
s1	114	35	14	163
total	257	70	25	352

chi-deux	1.75
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.5

Tableau 29 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 4

Groupe 5

	Task	Meta	Off	somme
s0	125	51	38	214
s1	101	53	24	178
total	226	104	62	392

chi-deux	2.46
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.3

Tableau 30 : Quantité d'interactions par catégorie pour la paire 5

Interprétations

Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a qu'une seule paire sur cinq où les différences observées sont significatives ($p < .05$). Pour toutes les autres paires, le pourcentage de chance que les différences observées soient dues au hasard est trop élevé. Cela signifie qu'il n'est pas possible d'attribuer les éventuelles différences de contenu d'interactions à la seule différence entre les sujets d'une même paire.

Ce résultat ne doit pas étonner outre mesure, car finalement il n'y a pas de raison qu'il en soit autrement. Le passage de la souris a tendance à faire disparaître les différences de rôle. Par contre cette question du rôle prend tout son sens si on le met en relation avec justement la possession de la souris.

Conclusion

Notre hypothèse est infirmée, car les résultats ne mettent en évidence aucune distribution des rôles entre les deux sujets. Ce résultat a besoin d'être complété par le suivant.

Question 3

Chez le mono-souris, est-ce que le contrôle de la souris a une influence sur les contenus d'interaction, par rapport à la distribution de rôles entre deux sujets d'une même paire ?

Analyses

Dans la situation des paires mono-souris, il est pertinent de compléter notre raisonnement en se demandant si la possession de la souris – indépendamment du sujet – n'induit pas une distribution des rôles, toujours en se basant sur les contenus d'interaction. Nous avons ainsi pu élaborer le tableau ci-dessous, à partir duquel nous avons effectué un test chi-deux.

	task	meta	off	somme
souris	596.3	191	116	903.3
pas souris	456.7	225.8	92	774.5
total	1053	416.8	208	1678

chi-deux	14.37
degré de liberté	2
p (Fisher)	< 0.001

Tableau 31 : Quantité d'interaction par catégorie en fonction de la possession de la souris

Interprétations

Dans le tableau ci-dessus, nous avons opposé chez les mono-souris le détenteur et le non-détenteur de la souris. Nous y avons constaté des différences significatives ($p < 0.001$) dans les contenus d'interactions, selon que les sujets possèdent ou non la souris. D'une manière générale, le détenteur de la souris fait l'objet d'un plus grand nombre d'interactions de type « task » (31%) et « off »

(26%), alors que celui qui ne la possède pas privilégie les interactions de type « meta » (18%). Pour mieux comprendre ces résultats voici le tableau détaillé :

	t-act	t-comp	t-coo	t-rap	m-pla	m-eva	m-reg	o-emo	o-tec	o-aut
a la souris	363	58	91	96	63	97	31	37	34	45
n'a pas la souris	145	59	167	58	44	134	58	33	18	42
total	508	117	258	154	107	231	89	70	52	87

Tableau 32 : Quantité d'interactions par type en fonction de la possession de la souris

Pour ce qui est des interactions de type « task », le résultat le plus éloquent vient des discours portant sur l'action. Le sujet qui a la souris y a recours deux fois et demie de plus que celui qui ne la possède pas. Ce résultat s'explique facilement : le sujet qui possède la souris a plus tendance à parler de ce qu'il est en train de faire (action). Pour le reste, notons en outre que le sujet qui n'a pas la souris coordonne plus (84%). Cela s'explique par le fait que c'est une activité qui n'exige pas forcément le contrôle de la souris.

Pour les interactions de type « meta », ce sont les sujets sans souris qui se manifestent le plus. La différence la plus visible réside dans les contenus de régulation (87%). Elle confirme notre hypothèse. Le fait de ne pas contrôler la souris offre au sujet le recul nécessaire à ce genre de discours. Cette situation est propice à des réflexions (donc à des discours) sur la régulation de l'activité. Le même raisonnement peut être fait pour les contenus d'évaluation (38%). Une irrégularité dans les contenus de planification donne l'avantage aux sujets qui contrôlent la souris (43%). Nous attribuons cela au fait qu'en contrôlant la souris, les sujets contrôlent plus facilement le déroulement de l'activité donc sa planification.

Enfin pour les contenus de type « off », les résultats sont également très explicites. Tout d'abord, le fait de posséder ou non la souris n'a aucune influence sur la densité émotionnelle. On aurait pu s'attendre à ce que les sujets possédant la souris expriment plus d'émotions, mais cela n'est pas le cas. Peut-être que les émotions se partagent plus avec un camarade qu'avec un ordinateur. D'autre part, en ce qui concerne les contenus hors sujet, il s'avère également que la possession de la souris n'a aucune influence. Encore une fois, on aurait pu s'attendre à ce que les sujets ne possédant pas la souris puissent plus facilement se distraire de la tâche. Nous expliquons cela à l'aide des conclusions de Smith (2002), qui estime que le fait d'alterner les rôles entre les sujets suffit à garder leur attention. C'est le cas dans notre situation à une souris. En outre, précisons qu'il ne s'agit ici que des manifestations verbales, et qu'une grande partie des manifestations de ce genre est concentrée dans le non verbal. Malheureusement, pour des raisons de temps, toutes les informations de ce genre n'ont pas été codées. Nous devons donc considérer ce résultat comme incomplet. Finalement, la seule différence de la catégorie « off » en faveur des possesseurs de la souris réside dans les contenus techniques (88%). Ce type de contenus concerne avant tout l'interaction entre le sujet et la tâche et donc le contrôle de la souris est déterminant.

Conclusion

Notre dernière hypothèse est confirmée. Il y a une relation forte entre la possession de la souris et les contenus d'interaction, donc la distribution des rôles.

QUESTIONS SECONDAIRES

Les données recueillies ont permis de poser un certain nombre de questions secondaires, dans l'optique d'explorer certaines des pistes estimées pertinentes. Comme les différents tests ont été effectués sur des échantillons de 5 paires par condition, la valeur significative des résultats est toute relative. Il faut y voir avant tout des tendances intéressantes à approfondir avec des échantillons plus importants. Pour ces questions, nous ne faisons aucune hypothèse.

Question 4

Y a-t-il une différence d'intensité émotionnelle dans les contenus d'interaction entre les paires mono et bi souris ?

Analyse

D'une manière très générale, nous avons tenu à isoler ce résultat, dans la mesure où les précédentes recherches sur les SDG l'ont particulièrement mis évidence (Inkpen *et al.* 1999 ; Scott *et al.* 2002 ; Stewart *et al.* 1997). Bien que nous ne l'ayons pas fait au moyen d'un questionnaire post-test, mais en observant chez les sujets les manifestations émotionnelles, les résultats sont suffisamment éloquentes pour s'y attarder. Il s'agit des interactions « émotion » de la catégorie « off », qui représentent concrètement des rires.

	Emotion
Mono-souris	70
Bi-souris	120

Tableau 33 : Quantité d'interactions de type "émotion"

Interprétations

Les paires bi-souris ont une intensité émotionnelle plus élevée que les paires mono-souris.

Si nous estimons la densité émotionnelle par le nombre d'interactions codées dans la catégorie « émotion », nous constatons que dans leurs échanges, les paires bi-souris rient plus. Comme nous l'avons déjà précisé, la littérature spécialisée sur les SDG accorde une importance particulière au plaisir et à la motivation (Inkpen *et al.* 1999 ; Scott *et al.* 2002 ; Stewart *et al.* 1997). Tous ces chercheurs ont mis en évidence par un questionnaire post-test une préférence indéniable des sujets pour les situations à deux souris. Dans notre étude, le dispositif ne permettait pas de le faire, car il eut fallu que les sujets expérimentent

les deux situations pour pouvoir s'exprimer sur leur préférence. Ces données étaient subsidiaires lors du recueil. Quoi qu'il en soit, avec 70%¹⁵ de manifestation en plus chez les paires bi-souris, nos résultats vont totalement dans le même sens que ceux des recherches précédemment citées. La différence réside dans le fait que nous ne nous appuyons pas sur les réponses des enfants à questionnaire post-test, mais sur des expressions manifestes : les rires. Sans trop nous risquer, nous prétendons que ces rires témoignent d'un certain plaisir.

Ce plaisir accru des sujets bi-souris n'est pas comme une cerise sur le gâteau, un petit plus. Au contraire, c'est peut-être l'élément le plus important et c'est pourquoi les autres chercheurs le mettent autant en évidence. Quand bien même les applications SDG auraient pour seul et unique effet d'augmenter le plaisir des deux sujets pendant le travail, cela vaudrait la peine de s'y intéresser. Car pour beaucoup de chercheurs, le plaisir n'est pas sans rapport avec la motivation que peut avoir un enfant à la réalisation d'une tâche.

Nous tenons à nuancer ce résultat en attirant l'attention sur le fait qu'il peut être passablement induit par l'effet de nouveauté de la situation. En effet, dans une situation nouvelle, les enfants ont tendance à être montrer beaucoup d'enthousiasme. Mais cette manifestation est souvent éphémère et après l'effet de nouveauté passé, l'engouement retombe pour laisser place à la réalité de la tâche.

Question 5

Est-ce qu'il y a une différence dans la qualité des dessins produits entre les paires mono et bi souris ?

Analyse

Afin de déterminer s'il y a une différence de « performance » entre les paires mono et bi souris, nous avons procédé à un test des rangs. Trois adultes¹⁶ ont dû réaliser elles-mêmes les deux tâches à partir des consignes. Puis elles ont classé les différentes productions de la meilleure (1) à la moins bonne (10), en prenant comme unique critère le respect des consignes. En plus du rang, nous leur avons demandé d'attribuer à chaque dessin une note allant de 100 (parfait) à 0 (mauvais). Ces notes peuvent être utiles en cas de résultats significatifs. Pour chaque tâche, puis pour les deux réunions, voici les résultats obtenus¹⁷ :

¹⁵ Attention, il s'agit ici à chaque fois de % d'augmentation. Par exemple, 100% d'augmentation signifie qu'il y a eu le double d'interactions.

¹⁶ Un enseignant primaire, une enseignante secondaire II et une assistante d'enseignement à l'université.

¹⁷ Il s'agit de la moyenne des 3 experts.

Pour la tâche 1

Classement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Test U de Mann-Whitney U = 10 p = 0.345
Note sur 100	93	63	63	57	54	48	57	50	45	41	
Paire	9	2	3	6	7	10	5	1	8	4	
Situation ¹⁸	B	M	M	B	B	B	M	M	B	M	

Tableau 34 : Classement des productions pour la tâche 1

Pour la tâche 2

Classement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Test U de Mann-Whitney U = 7 p = 0.155
Note sur 100	87	78	77	72	74	73	66	66	61	60	
Groupe	6	1	3	4	10	2	5	8	9	7	
Situation	B	M	M	M	B	M	M	B	B	B	

Tableau 35: Classement des productions pour la tâche 2

Pour les tâches 1+2

Classement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Test U de Mann-Whitney U = 12 p = 0.5
Note sur 100	72	70	77	68	64	61	57	57	62	56	
Groupe	6	3	9	2	1	10	4	7	5	8	
Situation	B	M	B	M	M	B	M	B	M	B	

Tableau 36 : Classement des productions pour les deux tâches

Pour chaque cas, nous avons effectué un test U de Mann-Whitney permettant d'évaluer si les deux « échantillons » sont significativement différents. Comme le signale d'Hainaut (1975, p.219), « *le test U doit être préféré au test T lorsque les moyennes ne sont pas représentatives des groupes ; par exemple, lorsque des données extrêmes pèsent exagérément sur la moyenne.* » Ce qui est parfaitement le cas dans notre étude, vu la taille des échantillons. Nous avons pu ainsi déterminer si le classement des productions est bien dû aux deux situations (mono ou bi souris).

Interprétations

Les paires bi-souris ne font pas de meilleurs dessins que les paires mono-souris.

Nous avons tenu à faire ce test car il n'était encore que trop rarement le cas dans les différentes études liées aux applications SDG. Or s'il y a une mesure capitale dans un dispositif de collaboration, c'est bien celle de la performance des sujets. En d'autres termes, est-ce que les sujets travaillent mieux avec une ou deux souris ? Les tests U de Mann-Whitney ne permettent pas d'attribuer une relation

¹⁸ B = Bi-souris et M = Mono-souris

significative entre la performance de production et le fait d'avoir une ou deux souris.

Bien que ce résultat n'ait aucune valeur significative, gardons tout de même à l'esprit qu'il ne donnait qu'une information partielle, à savoir si les paires travaillent mieux (en termes de performance) avec deux souris. Cela ne dit pas si chaque sujet dans une même paire travaille mieux. Il se pourrait fort bien que la production d'une paire jugée excellente, soit le fruit d'un seul sujet, alors que l'autre n'a pas pu intervenir et participer à la production finale. Ce risque est d'autant plus grand dans les dispositifs asymétriques comme c'est le cas chez les mono-souris, où un seul sujet peut facilement imposer sa volonté. Comme l'ont signalé certains chercheurs, ce qui fait la qualité d'un dispositif collaboratif, ce n'est pas la qualité des produits (ou des apprentissages) du groupe, mais de chaque personne à l'intérieur d'un groupe (Soller *et al.* 1999).

Question 6

Est-ce qu'il y a une différence de temps dans la réalisation de la tâche, entre les paires mono et bi souris ?

Analyses

A partir des enregistrements vidéos, nous avons pu isoler le temps mis par chaque paire pour réaliser les deux activités. N'ayant pour seule contrainte de ne pas dépasser les vingt minutes par activité, voici les résultats obtenus (en secondes) :

Tâche 1

	Mono	bi
Paire 1/6	1168	912
Paire 2/7	1057	1076
Paire 3/8	800	815
Paire 4/9	932	1025
Paire 5/10	1046	461
Moyenne	1001	857.8
Ecart type	139.8	243.82

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 $t = 1.2$ $p = 0.297$ $t(.05) = 2.776$
--

Tableau 37 : Temps réalisé pour la tâche 1

Tâche 2

	Mono	bi
Paire 1/6	1029	1391
Paire 2/7	1176	838
Paire 3/8	914	1335
Paire 4/9	1397	1060
Paire 5/10	866	664
Moyenne	1076	1058
Ecart type	215.4	312.75

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 $t = 0.11$ $p = 0.915$ $t(.05) = 2.776$

Tableau 38 : Temps réalisé pour la tâche 2

Interprétations

Les paires bi-souris ne sont pas plus rapides

Dans notre plan expérimental, la seule contrainte liée au temps était de ne pas dépasser 20 minutes par tâche. Il n'y avait donc aucune consigne portant sur la rapidité d'exécution, du genre « *faite le plus rapidement possible la tâche suivante* ». Les paires devaient surtout gérer au mieux ces 20 minutes sans les dépasser. Lorsqu'elles estimaient avoir fini et qu'il leur restait encore quelques minutes, certaines paires ont choisi de revoir une fois le tout pour s'assurer de n'avoir rien oublié.

Les tests T de Student effectués montrent que les résultats obtenus ne sont pas du tout significatifs. Pourtant, essayons tout de même d'analyser ces résultats à partir du graphique ci-dessous qui reprend les données des deux tableaux présentés précédents (Tableau 37 et Tableau 38) :



Graphe 9 : Temps moyens réalisés par les paires mono et bi souris pour chaque tâche

D'une manière générale, la tâche 2 prend plus temps que la tâche 1. Nous attribuons simplement ce résultat au fait que de part les énoncés, la tâche 2 est objectivement plus longue que la tâche 1. Nous sommes même surpris du peu de différence entre les tâches chez les paires mono-souris.

Le résultat le plus net est la différence de temps entre les paires mono et bi souris pour la tâche 1 (1057 contre 857). Sur 20 minutes, les paires mono souris mettent 200 secondes de plus, soit 3 minutes et 20 secondes. On pourrait penser que ce résultat s'explique par le fait qu'à deux souris, les sujets peuvent se répartir le travail et donc aller plus vite. En fait, en regardant le détail de chaque paire, nous avons constaté qu'une paire bi-souris (la paire 10) est à

l'origine de cette différence. Cette paire a mis la moitié moins de temps que les autres paires pour réaliser la première tâche. Ci-dessous, les mêmes moyennes sans cette paire pour la tâche 1. La différence avec les paires mono-souris n'est plus que de 4 secondes, autant dire nulle.

Tâche 1

	Mono	Bi
Paire 1/6	1168	912
Paire 2/7	1057	1076
Paire 3/8	800	815
Paire 4/9	932	1025
Paire 5/10	1046	
Moyenne	1001	957
EcartType	139.8	116.9

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 $t = 0.53$ $p = 0.63$ $t(.05) = 2.276$
--

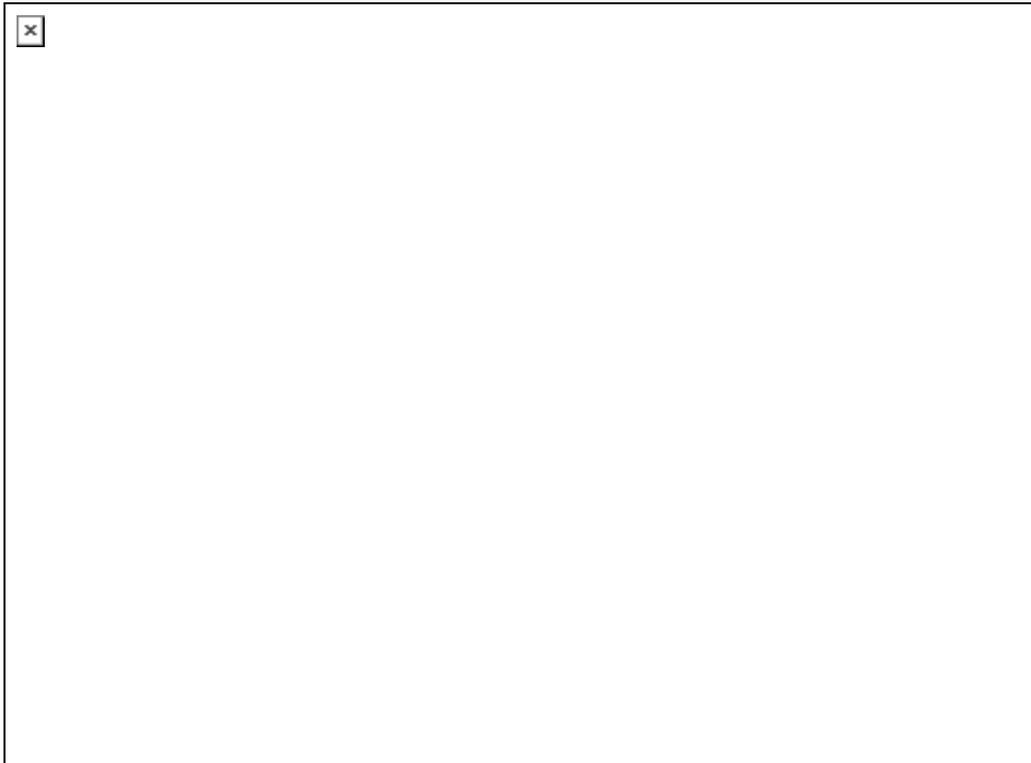
Tableau 39 : Temps réalisé pour la tâche 1 (sans la paire 10)

Tâche 2

	Mono	Bi
Paire 1/6	1029	1391
Paire 2/7	1176	838
Paire 3/8	914	1335
Paire 4/9	1397	1060
Paire 5/10	866	
Moyenne	1076	1156
EcartType	215.4	256.65

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 $t = 0.51$ $p = 0.63$ $t(.05) = 2.276$
--

Tableau 40 : Temps réalisé pour la tâche 2 (sans la paire 10)



Graphe 10 : Temps moyens réalisé par les paires mono et bi souris pour chaque tâche (sans la paire 10)

Nous pouvons affirmer sur la base de nos observations que le fait d'avoir deux souris pour réaliser une activité n'affecte en rien le temps mis à sa résolution, dans la situation particulière où il n'y avait pas de consignes explicites sur la rapidité d'exécution. Par contre le pourcentage de hasard est trop élevé pour rendre ce résultat significatif. Quoi qu'il en soit, ce résultat infirme l'hypothèse de Stewart *et al.* (1997), selon laquelle le fait de travailler avec deux souris devrait augmenter le temps de travail, puisqu'il n'y a plus la possibilité que le sujet qui contrôle la souris impose sa solution. Tout se discute et prend plus de temps.

Question 7

Est-ce qu'il y a une différence de quantité d'interactions entre les paires mono et bi souris ?

Analyse

Il semble intéressant de déterminer s'il existe une différence significative quant à la quantité verbale produite entre les deux conditions. Nous avons pour cela le choix comme unité verbale entre le tour de parole, le mot ou la lettre. Le tour de parole est une unité trop générale et donc pas assez sensible. A l'extrême opposé, la lettre n'a pas vraiment de sens, en particulier puisqu'il s'agit d'interactions orales que nous avons retranscrites. Nous avons donc choisi le mot, qui en plus d'être une unité verbale possède également une unité sémantique. Nous avons fait l'hypothèse que les paires bi-souris échangent plus, d'où un test t de Student à une issue. Il s'agit la même hypothèse que Stewart *et*

al. (1997). En effet, nous supposons que deux enfants possédant chacun une souris s'impliquent plus dans la réalisation de la tâche. Ils doivent plus discuter et plus argumenter pour « imposer » leurs choix. A l'inverse avec une seule souris, celui qui en a le contrôle peut faire comme il veut, sans vraiment discuter avec son camarade qui du coup peut plus facilement se désintéresser de la tâche et donc moins intervenir. Voici trois tableaux montrant le nombre de mots par condition et par tâche avec les différents tests effectués :

Tâche 1

Groupe	Mono	Bi
Paire 1/6	1182	1761
Paire 2/7	1457	2093
Paire 3/8	1007	1328
Paire 4/9	992	2269
Paire 5/10	2445	592
Moyenne	1417	1609
Ecart Type	605	672

Test T de Student Issue = 1 Degré de liberté = 4 $t = 1.124$ $p = 0.324$ $t(.05) = 2.132$
--

Tableau 41 : Nombre de mots pour la tâche 1

Tâche 2

Groupe	Mono	Bi
Paire 1/6	1935	2420
Paire 2/7	1961	2698
Paire 3/8	1223	2492
Paire 4/9	2096	2462
Paire 5/10	1973	852
Moyenne	1838	2185
Ecart Type	349	752

Test T de Student Issue = 1 Degré de liberté = 4 $t = 1.56$ $p = 0.194$ $t(.005) = 4.604$
--

Tableau 42 : Nombre de mots pour la tâche 2

Total

	Mono	Bi
Paire 1/6	3117	4181
Paire 2/7	3418	4791
Paire 3/8	2230	3820
Paire 4/9	3088	4731
Paire 5/10	4418	1444
Moyenne	3254.2	3793
Ecart Type	786.9	1373

Test T de Student Issue = 1 Degré de liberté = 4 $t = 1.39$ $p = 0.237$ $t(.01) = 3.747$

Tableau 43 : Nombre de mots pour les deux tâches

Pour chacun de ces résultats, nous avons réalisé un test T de Student afin de décider si la différence observée entre les moyennes des deux échantillons est attribuable à la variable indépendante (situation mono ou bi souris) ou si elle peut être considérée comme l'effet de fluctuations dues au hasard.

Nous avons complété les résultats ci-dessus par un indice de densité verbale, en divisant le nombre de mots par le nombre de seconde. Pour chacun d'entre eux, nous avons également calculé un test T de Student.

Tâche 1

	Mono	Bi
Paire 1/6	1.012	1.931
Paire 2/7	1.378	1.945
Paire 3/8	1.259	1.629
Paire 4/9	1.064	2.214
Paire 5/10	2.337	1.284
Moyenne	1.416	1.875
Ecart type	0.539	0.355

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 t = 2.1 p = 0.104 t(.05) = 2.776
--

Tableau 44 : Nombre de mots/seconde pour la tâche 1

Tâche 2

	Mono	Bi
Paire 1/6	1.880	1.740
Paire 2/7	1.668	3.220
Paire 3/8	1.338	1.877
Paire 4/9	1.500	2.323
Paire 5/10	2.278	1.283
Moyenne	1.707	2.076
Ecart type	0.365	0.734

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 t = 1.5 p = 0.205 t(.05) = 2.776
--

Tableau 45 : Nombre de mots/seconde pour la tâche 2

Total

	Mono	bi
Paire 1/6	1.419	1.815
Paire 2/7	1.531	2.503
Paire 3/8	1.301	1.777
Paire 4/9	1.326	2.269
Paire 5/10	2.311	1.284
Moyenne	1.567	1.980
Ecart type	0.420	0.474

Test T de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4 t = 2.3 p = 0.087 t(.05) = 2.776
--

Tableau 46 : Nombre de mots/seconde pour les deux tâches

Interprétations

Les paires bi-souris parlent plus

A première vue, les résultats sont non significatifs, mais une fois encore le comportement « anormale » de la paire 10 chez les bi-souris semble expliquer ce résultat. En effet, voici les mêmes tableaux (Tableau 41, Tableau 42 et Tableau 43) sans la paire 10 :

Tâche 1

Paire	Mono	Bi
Paire 1/6	1182	1761
Paire 2/7	1457	2093
Paire 3/8	1007	1328
Paire 4/9	992	2269
Paire 5/10	2445	
Moyenne	1417	1609
EcartType	605	414.1

Test T de Student
 Issue = 1
 Degré de liberté = 4
 t = 2.001
 p = 0.116
 t(.05) = 2.132

Tableau 47 : Nombre de mots pour la tâche 1, sans la paire 10

Tâche 2

Paire	Mono	Bi
Paire 1/6	1935	2420
Paire 2/7	1961	2698
Paire 3/8	1223	2492
Paire 4/9	2096	2462
Paire 5/10	1973	
Moyenne	1838	2518
EcartType	349	123.6

Test T de Student
 Issue = 1
 Degré de liberté = 4
 t = 5.744
 p = 0.005
 t(.05) = 2.132

Tableau 48 : Nombre de mots pour la tâche 2, sans la paire 10

Total

	Mono	Bi
Paire 1/6	3117	4181
Paire 2/7	3418	4791
Paire 3/8	2230	3820
Paire 4/9	3088	4731
Paire 5/10	4418	
Moyenne	3254.2	4381
EcartType	786.9	463.8

Test T de Student
 Issue = 1
 Degré de liberté = 4
 t = 3.945
 p = 0.017
 t(.05) = 2.132

Tableau 49 : Nombre de mots pour les deux tâches, sans la paire 10

Il est intéressant à constater ici que le fait d'avoir deux souris augmente la quantité verbale (quantité de mots) échangée par les sujets, ce qui revient à dire que les sujets bi-souris parlent plus. Les tests t de Student montrent que cela est significativement vrai ($p < .005$) pour la seconde activité et pour l'ensemble des deux activités ($p = .034$). Ce résultat nous amène à confirmer notre hypothèse émise plus haut quant à l'issue du test t, selon laquelle deux sujets contrôlant chacun une souris discutent davantage et qu'à l'inverse, avec une seule souris, celui qui en a le contrôle peut plus rapidement imposer sa volonté sans vraiment discuter avec son camarade (Stewart *et al.*, 1997).

Question 8

Est-ce que les sujets des paires bi-souris se répartissent équitablement la parole ?

Analyse

A partir du tableau mettant en scène la quantité d'interactions de chaque paire, nous avons calculé un indice de symétrie entre les deux sujets de chaque paire. Nous voulons savoir si selon la condition (mono ou bi souris), les deux sujets se répartissent équitablement la parole ou si au contraire l'un semble prendre le dessus sur l'autre. Cet indice a été calculé pour chaque paire en soustrayant le nombre d'interactions du sujet 1 à celui du sujet 0 et en divisant le tout par le nombre total d'interactions de la paire. Plus simplement, voici la formule obtenue :

$$\text{Indice de symétrie} = \frac{|\text{total s0} - \text{total s1}|}{\text{total s0} + \text{total s1}}$$

Cet indice a été calculé pour chaque catégorie et pour chaque paire. Le tableau ci-dessous reprend les moyennes des paires mono et bi souris, ainsi que la probabilité du test t de Student¹⁹.

Symétrie	Mono	Bi	p	t
TASK	0.09	0.11	0.333	1.1
action	0.17	0.11	0.170	1.7
compréhension	0.17	0.16	0.478	0.8
coordination	0.27	0.18	0.282	1.2
rappel	0.24	0.14	0.132	1.9
META	0.11	0.33	0.030	3.3
planification	0.20	0.29	0.188	1.6
évaluation	0.13	0.40	0.022	3.6
régulation	0.25	0.50	0.107	2.1
OFF	0.17	0.27	0.187	1.6
émotion	0.20	0.31	0.298	1.2
technique	0.36	0.40	0.416	0.9
reste	0.20	0.47	0.148	1.8
TOTAL	0.07	0.12	0.152	1.8

Test t de Student Issue = 2 Degré de liberté = 4
--

Tableau 50 : Moyenne des symétries par type d'interaction

Interprétations

Les sujets se répartissent équitablement la parole

Le seul résultat (Tableau 50, p.77) significatif réside dans la dissymétrie des interactions « meta » chez les bi-souris (p = .03). Cela signifie que chez les paires bi-souris, il y a une réelle différence de contenus « meta » entre les deux sujets d'une même paire, toute chose étant pourtant égale par ailleurs. A ce stade, il est difficile d'interpréter ce résultat, mais il va certainement s'éclairer de lui-même à la lumière des autres résultats. Les indices de symétrie des autres catégories ne sont pas significatifs.

¹⁹ Le tableau détaillé est disponible en annexe.

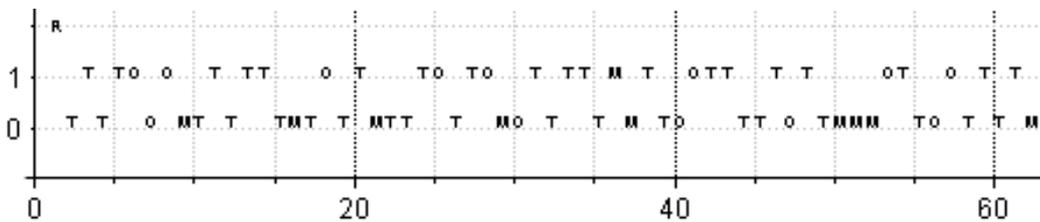
Question 9

Peut-on voir dans la chronologie des interactions, des différences d'organisation et de comportement entre les paires mono et bi souris ?

Analyse

Comme nous l'avons déjà signalé plus haut, Atlas.ti permet de générer facilement une chronologie des interactions d'une paire dans un fichier texte. Malheureusement la visualisation de ces données n'est absolument pas pertinente. Il s'agit d'une mise à plat ligne par ligne avec pour informations le locuteur, le type d'interaction et la catégorie.

Grâce à un détour par un éditeur de texte (Xemacs), nous avons pu simplifier ces données et les insérer dans Graphis²⁰, un logiciel de visualisation graphique qui a permis d'obtenir la visualisation suivante :

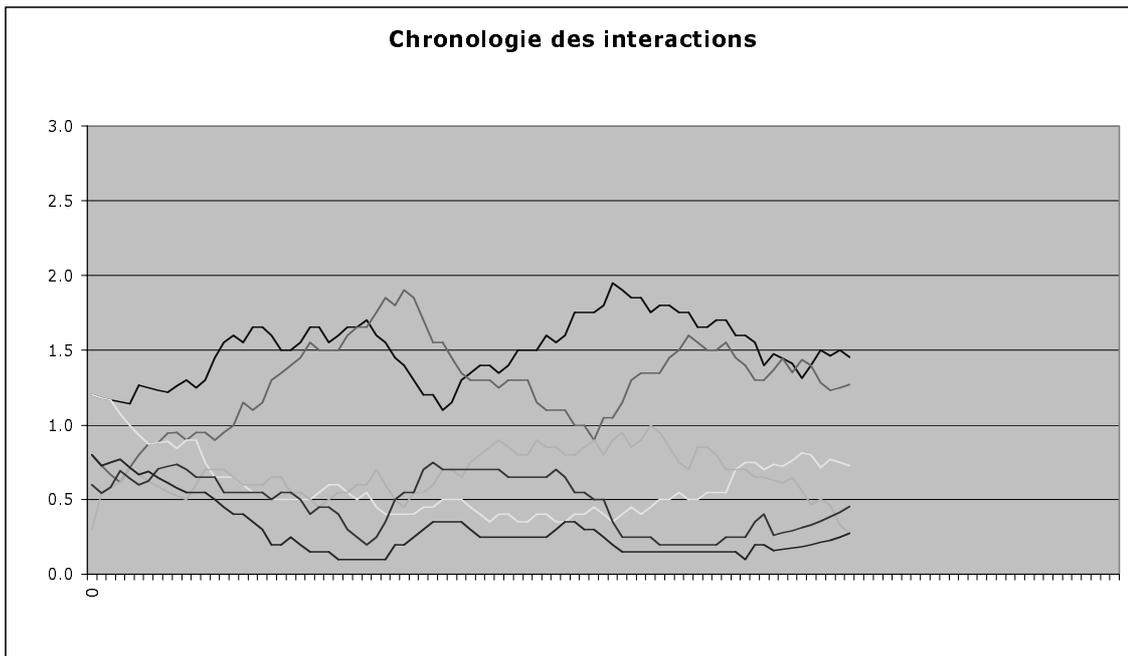


Graphe 11 : Extrait du graphique tiré de Graphis pour la paire 9 bi-souris

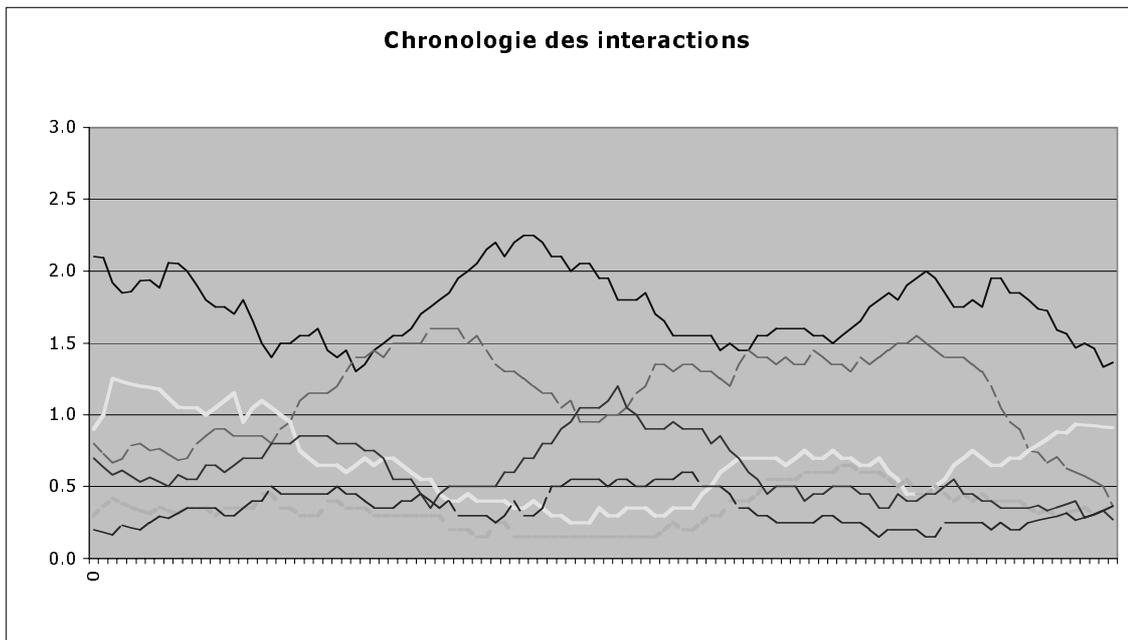
Ces données ont permis déjà de mieux visualiser la chronologie, mais il s'est avéré tout de même difficile d'en extraire des tendances. Afin de mettre du relief dans ces données, nous avons opéré une condensation du temps en épisodes de cinq événements. Puis, nous avons calculé la moyenne mobile des différentes courbes d'interaction. Moyennant quelques calculs dans un tableur nous avons pu obtenir pour chacune des paires un graphique semblable aux graphiques pris en exemple ci-dessous²¹ :

²⁰ Graphis 1.1.1 ©Kylebank Software 2002

²¹ L'ensemble des graphes sont disponibles en annexe et en couleur.



Graphe 12 : Moyenne mobile des interactions de la paire 5 mono-souris²²



Graphe 13 : Moyenne mobile des interactions de la paire 8 bi-souris

²² L'axe des abscisses représente une approximation du temps respectant l'écoulement chronologique.

Interprétations

A partir des graphiques montrant la chronologie des interactions, nous constatons certains effets intéressants à relever. Pour ce qui est des interactions de type « task », nous avons relevé deux types de déroulement. Le premier décrit une progression relativement proportionnelle des deux sujets (mode parallèle, Figure 19). Ainsi quand les interactions « task » augmentent chez l'un, elles augmentent chez l'autre sujet également. Ce qui donne des courbes d'interactions plutôt parallèles, comme dans les paires 1, 3, 5, 7 et 9. A l'inverse, chez les paires 2, 4, 6 et 8, lorsque les interactions « task » augmentent chez un sujet, elles diminuent chez l'autre (mode complémentaire, Figure 20). Ce qui donne des courbes qui s'entrechoquent ou s'entrecroisent suivant que le rapport change ou non entre les sujets. La paire 10 fonctionne de manière complémentaire durant la première activité, puis de manière totalement parallèle. Ces résultats montrent assez nettement deux manières de fonctionner. Ils signifient concrètement que dans le premier cas, lorsqu'un sujet parle beaucoup de « task », l'autre lui répond avec le même type de discours. Alors que pour les autres paires, lorsqu'un sujet discourt sur la tâche, l'autre en parle moins. Est-ce qu'il se tait (et agit) ou est-ce qu'il intervient plus sur un autre type ? Rien ne se dégage distinctement des courbes.



Figure 19 : Mode parallèle



Figure 20 : Mode complémentaire

Pour les autres types d'interactions, la tendance générale est plutôt à l'homogénéité entre les sujets. Nous avons par ailleurs constaté que les interactions « meta » étaient souvent inversement proportionnelles aux interventions « off ». C'est plus ou moins nettement le cas chez toutes les paires excepté les paires 2 et 7. Cela signifierait que le temps « perdu » à parler d'autres choses interfère avant tout avec le temps consacré à tout ce qui tourne autour de la réflexion sur la tâche (interactions « meta »). Cela semble tout à fait plausible dans la mesure où c'est effectivement cette réflexion qui demande le plus grand effort de concentration et donc, lorsque cette concentration diminue, c'est au détriment de ces interactions. Concrètement, nous imaginons le déroulement suivant : lorsqu'un sujet a réalisé un objet ou un bout d'objet dans KidPad, ou en termes pédagogiques lorsqu'il a atteint un but intermédiaire (Hurme & Järvelä, 2001), il peut soit relâcher sa concentration, dans quel cas il sera amené à parler d'autre chose (y compris les émotions) (catégorie « off »), ou soit il peut continuer son effort de concentration et réfléchir sur ce qu'il vient d'accomplir et donc avoir des discours plutôt « meta » (Hurme & Järvelä).

Voilà ce que nous pouvons dire de ces graphiques. D'autres comportements ont été observés de manière ponctuelle chez certaines paires, notamment en début de tâche, mais sans que cela retienne notre attention. Par ailleurs, relevons que les éléments observés ci-dessus ne permettent pas de différencier des comportements chez les paires mono ou bi souris, mais qu'ils relèvent selon nous plutôt de différences (et de points communs) intra-paires.

EXPLORATION APPROFONDIE DE DEUX PAIRES

Les résultats obtenus se basent exclusivement sur les manifestations verbales des sujets. Pourtant, dans notre étude, les aspects non verbaux de la communication sont tout à fait importants. Nous avons donc tenu à affiner nos analyses à travers deux paires (une mono et une bi souris) en y explorant dans les données recueillies certains aspects de la communication non verbale. Nous avons choisi pour les mono-souris, la paire 2 et pour les bi-souris, la paire 9, qui ne présentent, l'une comme l'autre, aucune spécificité particulière. Pour ces deux paires en particulier, nous nous sommes posé les questions suivantes :

Question 10

Comment une paire mono et bi souris s'y prend-t-elle pour gérer la feuille des consignes ?

Analyses

Nous avons observé pendant les expériences, un phénomène qui pourrait permettre d'affiner notre réflexion sur la distribution des rôles. Durant la réalisation de l'activité, les deux sujets ont dû, en plus du contrôle de la ou les souris, gérer la feuille des consignes, à savoir si elle restait posée sur la table entre les deux sujets, si elle circulait entre les deux sujets ou si l'un d'entre eux se l'accapare. Les résultats présentés jusqu'à maintenant ne permettent pas d'analyser ce phénomène car nous avons pris l'option de coder la lecture des consignes comme une « action » de type « task », indifférenciable des autres interactions de cette catégorie comme la verbalisation d'une action à l'écran. Nous allons donc tenter de comprendre comment les sujets s'y sont pris pour se répartir « la gestion » de la feuille des consignes.

Nous avons pour cela recodé les protocoles des paires 2 et 9 en mettant en évidence dans la catégorie « action » :

E : les pointages à l'écran

"((sur l'écran))=La porte elle fait ça !" (paire 2)

"((sur l'écran)) là faut ajuster avec la gomme, ou prends la main." (paire 2)

C : les lectures de consignes

"((lisant les consignes)) "A gauche de la maison se trouve un arbre dont le tronc est brun et le feuillage vert"." (paire 2)

K : Les verbalisation d'actions dans KidPad

"Voilà ! Hop." (paire 9)

"Hop, hop et hop." (paire 9)

Ces indicateurs ont été en partie trouvés dans la recherche de Scott *et al.* (2002). Les tableaux ci-dessous résument les résultats obtenus :

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
s0 souris						
Ecran	2	2	0	1	2	1
Consignes	3	4	0	0	3	4
KidPad	29	1	13	1	16	0

Tableau 51 : Détail des "actions" pour la paire 2 lorsque s0 a la souris

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
s1 souris						
Ecran	17	4	7	2	10	2
Consignes	4	7	1	0	3	7
KidPad	1	25	1	11	0	14

Tableau 52 : Détail des "actions" pour la paire 2 lorsque s1 a la souris

total	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
Ecran	19	6	7	3	12	3
Consignes	7	11	1	0	6	11
KidPad	30	26	14	12	16	14

Tableau 53 : Détail des "actions" pour la paire 2

total	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
Ecran	0	0	0	0	0	0
Consignes	28	20	4	7	24	13
KidPad	53	36	25	13	28	23

Tableau 54 : Détail des "actions" pour la paire 9

Interprétations

Pour la paire 9 bi-souris, les trois tableaux ne montrent aucune différence entre les sujets. Que ce soit pour la tâche 1 ou 2, le sujet 0 lit plus les consignes et verbalise plus ses actions dans KidPad. Pour cette paire, le temps passé à lire les consignes ne se fait pas au détriment du temps passé à verbaliser ses actions dans KidPad. Le visionnement de la vidéo confirme ce résultat. La feuille circule beaucoup entre les deux sujets.



Figure 21 : On voit le sujet 1 prendre la feuille des consignes qui était posée devant le sujet 0.

Pour la paire 2 mono-souris, lorsque le sujet contrôle la souris, il verbalise plus (presque exclusivement) ses actions dans KidPad. Ce qui est tout à fait logique. Ce qui étonne par contre, c'est le très faible accès aux consignes du sujet qui ne possède pas la souris. Nous supposons en effet que ce serait justement à ces moments-là que les sujets liraient le plus les consignes. Notons cependant que lorsqu'il n'a pas la souris, le sujet 0 compense en pointant du doigt l'écran, ce qui est moins le cas du sujet 1. Le visionnement de la vidéo montre en effet que la feuille des consignes n'a pas l'air de faire partie de l'activité. Celui qui n'a pas la souris ne s'en soucie pas plus pour autant, sauf, lorsqu'il faut « faire la suite ». Comme nous l'avons signalé dans la description des paires, celle-ci en particulier est composée de deux enfants qui manifestaient une grande impatience de prendre la souris pour faire quelque chose.



Figure 22 : Le sujet 0 (au deuxième plan) accompagne ses propos d'un geste de la main sur l'écran. On aperçoit à la droite de l'ordinateur, les feuilles de consignes dont personne ne

Finalement, le résultat le plus net est dans la différence d'accès aux consignes entre les deux paires. La paire 9 y a recours 48 fois pour seulement 18 chez la paire 2. La gestion des consignes est un élément important dans une activité. Il constitue un bon indicateur de la manière dont les sujets se répartissent les rôles. Bien qu'il n'ait rien montré chez les deux paires pris en exemple ici, nous pensons qu'il vaudrait la peine d'en tenir compte dans de futures recherches.

Question 11

Dans une paire mono ou bi souris, est-ce que les sujets parlent plus d'eux-mêmes ou de leur camarade ?

Analyse

Un autre élément que les données ne dévoilent pas, c'est qui est visé dans chaque interaction. Cette question fait sens dans notre problématique car elle permet de mettre en évidence une manière de collaborer. En effet, on peut imaginer d'un côté des paires dont toutes les remarques d'un sujet sont destinées à l'autre sujet, et de l'autre des paires dont toutes les remarques sont destinées au sujet qui parle. Un scannage des données indique que ces résultats sont spécialement pertinents pour les interactions de type « planification » et « coordination ». Nous les avons donc codées de la manière suivante :

A : intervention porte sur le sujet qui parle

"Je peux faire le Rhône ?" (paire9)

"Je colorie () en noir." (paire 2)

B : intervention porte sur l'autre

"Non mais t'as effacé mon truc !" (paire9)

"Oui mais attends. Tu prends la flèche." (paire 2)

AB : intervention porte sur les deux

"Alors en fait, on devrait faire juste le bout du lac." (paire9)

"Ben on a fait. Il nous reste à faire les rivières qu'on connaît. " (paire9)

C : autre

s0 a la souris

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
A	8	2	5	1	3	1
B	3	10	1	3	2	7
AB	7	0	4	0	3	0
C	8	3	2	2	6	1

Tableau 55 : Intentions pour la paire 2 lorsque s0 a la souris

s1 a la souris

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
A	3	11	2	7	1	4
B	24	8	16	4	8	4
AB	2	3	2	3	0	0
C	5	3	3	0	2	3

Tableau 56 : Intentions pour la paire 2 lorsque s1 a la souris

Total

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
A	11	13	7	8	4	5
B	27	18	17	7	10	11
AB	9	3	6	3	3	0
C	13	6	5	2	8	4

Tableau 57 : Intentions pour la paire 2

Total

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
A	40	25	22	8	18	17
B	31	18	12	9	19	9
AB	22	5	12	2	10	3
C	8	11	2	5	6	6

Tableau 58 : Intentions pour la paire 9

Interprétations

Chez la paire 2 mono-souris, les sujets parlent plus de l'autre alors que chez la 9 bi-souris, ils parlent plus d'eux-mêmes

Derrière cette donnée se cache encore une fois une manière de collaborer. En effet, ce n'est pas la même chose, lorsqu'on collabore de tenir des propos sur soi ou sur l'autre. On pourrait même dire que collaborer, c'est surtout parler de l'autre. Deux sujets côte à côte qui se retrouvent à ne parler que d'eux-mêmes, peut-on réellement dire qu'ils collaborent ? Tout au plus, ils coopèrent.

Les résultats montrent que chez la paire 2 mono-souris, les sujets ne parlent presque exclusivement que de celui qui a la souris. Ce résultat tombe sous le sens. Le sujet qui n'a pas la souris ne va que très rarement parler de ce qu'il est en train de faire. Chez la paire 9 bi-souris, il s'avère que chaque sujet parle avant tout de lui-même. Mais en revanche ils ne parlent pas moins de l'autre que la paire 2. Le « on » est utilisé pareillement par les deux paires, sauf par le sujet 0 de la paire 9 bi-souris qui y a recours beaucoup plus fréquemment.

Le fait de donner une souris par sujet ne favorise pas les échanges sur ce que fait l'autre. Au contraire, il aurait même tendance à favoriser les sujets à parler en priorité d'eux-mêmes. Nous interprétons ce résultat de la manière suivante. Lorsque deux sujets collaborent avec une seule souris, celui qui en possède le contrôle ne se demande pas ce que l'autre est en train de faire, il suppose qu'il est en train de le regarder et donc ne va pas forcément verbaliser ses actions. Evidemment, cela n'est plus le cas lorsque les deux sujets possèdent une souris, car chacun étant occupé à son bout de tâche, il ne peut en même temps avoir les yeux sur ce qu'est en train de faire l'autre. Ainsi chacun va verbaliser ses actions pour donner à son camarade un feedback sur ce qu'il est en train de faire.

Bien qu'elle ne traduise ici qu'un exemple, cette donnée semble primordiale dans la question qui nous intéresse car elle nous semble fortement induite par le dispositif.

Question 12

Dans une paire mono ou bi souris, est-ce que les sujets parlent plus de manière positive ou négative ?

Analyse

Cette information permet de savoir pour les deux paires choisies, s'il y a une différence dans la manière de s'adresser à son camarade ou à soi-même. Cette manifestation est intéressante pour quatre types d'interactions :

« rappel » : distingue les interactions portant sur la mémoire ou sur l'absence de mémoire.

« compréhension » : distingue les interactions portant sur la compréhension ou sur la non compréhension.

« évaluation » : distingue les évaluations positives ou négatives.

« régulation » : distingue les régulations positives ou négatives.

Ces interactions ont été recodées avec :

+ : intervention positive

"Ca c'est le Mont de Sion." (paire 9)

"Voilà, c'est bon là !" (paire 2)

- : intervention négative

"((pose les consignes)) Je comprends pas." (paire 2)

"C'est pas du tout au milieu." (paire 2)

= : intervention autre

Voici pour chaque tâche, puis le total les résultats obtenus :

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	S1	s0	s1
+	25	22	14	15	11	7
-	12	18	10	10	2	8
=	12	9	0	0	12	9

Tableau 59 : Connotations pour la paire 2 lorsque s0 a la souris

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
+	18	16	5	7	13	9
-	5	15	0	6	5	9
=	6	6	0	0	6	6

Tableau 60: Connotations pour la paire 2 lorsque s1 a la souris

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
+	43	38	19	22	24	16
-	17	33	10	16	7	17
=	18	15	0	0	18	15

Tableau 61 : Connotations totales pour la paire 2

	Total		Tâche 1		Tâche 2	
	s0	s1	s0	s1	s0	s1
+	38	36	26	25	12	11
-	33	30	13	12	20	18
=	2	2	0	0	2	2

Tableau 62 : Connotations totales pour la paire 9

Finalement, les deux dernières questions ont permis de recoder l'intégralité des catégories « Task » et « Meta » avec un autre angle de vue.

Interprétations

Il y a plus d'interventions positives chez la paire 2 mono-souris

D'une manière générale, les deux sujets de la paire 2 mono-souris donnent plus de feedbacks positifs que négatifs et ce pour les tâches 1 et 2. Chez la paire 9 bi-souris nous observons autant de feedbacks positifs que négatifs. Par contre, une nette inversion apparaît entre la tâche 1 et 2. En effet, les feedbacks sont nettement positifs pour la tâche 1 et par contre, nettement négatif pour la tâche 2. Il est difficile d'interpréter ce résultat sans le mettre en relation avec d'autres. Le visionnement de la vidéo a permis d'avoir néanmoins un début d'explication. Il semble que les deux sujets soient relativement à l'aise avec le contenu de la première activité. Leur première place incontestée dans notre test de performance confirme cette observation. Lors de la seconde tâche, les avis sont plus divergents ce qui débouche plus souvent sur des feedbacks négatifs.

Il eût été intéressant de croiser cette donnée avec la précédente, afin d'y voir une éventuelle corrélation. Il est certain que le fait de parler de soi (paire 9) permet de le faire plus facilement de manière négative que si l'on parle de quelqu'un d'autre (paire 2). Faute de temps nous n'avons malheureusement pu le faire.

SYNTHESE

Notre étude a mis en évidence plusieurs aspects intéressants de la collaboration. Cette synthèse fait d'abord un tour d'horizon des résultats, avant de revenir sur leurs conséquences dans la problématique générale.

Le résultat le plus manifeste est que dans une activité de collaboration, la centration des interactions sur des contenus cognitifs ou métacognitifs n'est pas la même si les sujets possèdent chacun une souris que s'ils n'en disposent que d'une seule pour les deux. Tout d'abord, le fait d'avoir deux souris implique un plus grand effort de coordination. En effet les sujets doivent coordonner leurs actions à l'écran même. Ce n'est pas le cas avec les mono-souris, puisque finalement la coordination est assurée par le fait d'avoir une seule souris. La coordination concerne alors plutôt le passage de la souris. Notons finalement qu'il s'agit dans le premier cas de coordination virtuelle (de curseur à curseur) et dans le second de coordination réelle (de main à main). Ensuite, nous avons mis en évidence que les mono-souris interagissent plus sur des contenus « meta ». Une fois encore c'est le fait de ne pas avoir deux souris qui est déterminant, puisque ce sont les interactions des sujets sans souris dont les contenus sont centrés sur l'évaluation et la régulation (catégorie « meta »). Les *log files* ont montré au passage que les paires bi-souris « effacent » beaucoup plus, sans que nous ne sachions préciser s'ils effacent leurs propres actions ou celles de leur camarade.

Si l'on observe les paires bi-souris uniquement, nous avons constaté que les sujets se sont réellement donné des tâches. Ils se sont répartis le travail et cela de manière souvent explicite.

Les paires mono-souris n'ont pas eu à le faire, puisque cela se faisait en fonction de si le sujet détenait ou non la souris. Par contre, cette possession de la souris a défini des rôles différents.

En résumé, dans les deux situations une distribution a eu lieu. Chez les bi-souris, cela c'est fait sur les tâches et en fonction des personnes, alors que chez les mono-souris, cela c'est produit sur les rôles et en fonction de la possession de la souris. Cette distinction est déjà présente chez Jermann (2001), qui met en évidence une différenciation des rôles (*observer, doer, measurer*) et une différenciation des tâches (parties du problème).

Tournés autrement, nos résultats confirment les résultats de Miyake (1986) et Smith (2001). Les sujets (mono ou bi souris) qui possèdent une souris sont plus concentrés sur des problèmes directement liés à la résolution de la tâche (cognition), alors que les sujets, ou plutôt les moments où les sujets n'ont pas la souris favorisent une centration de l'attention (donc des contenus d'interaction) sur des problèmes plus liés à la gestion, l'évaluation et la régulation de l'activité (métacognition).

Incidentement, nos résultats confirment également le plaisir occasionné chez les sujets dans la situation à deux souris, déjà mis en évidence par les recherches

de Inkpen *et al.* (1999), Scott *et al.* (2002) et Stewart *et al.* (1997). Bien que nos données sur ce sujet soient incomplètes (elles ne tiennent compte que des manifestations verbales de plaisir), elles n'en sont pas moins éloquentes. Ce résultat est important, car comme nous l'avons vu dans la revue de questions, le plaisir est un facteur de motivation non négligeable, qui a surtout des répercussions significatives sur le degré d'engagement et d'activité des élèves. Contrairement aux adultes ou aux étudiants, motivés par des contraintes de temps ou de cursus, les enfants ne sont motivés que par le moment de la tâche (Scott *et al.*, 2002). C'est donc dans ce moment-là qu'il faut investir pour les motiver en trouvant des systèmes de collaboration qui permettent de capter et de maintenir leur motivation. Les systèmes SDG en font partie. Ce résultat doit néanmoins être modéré par l'effet de nouveauté qui a pu jouer un rôle déterminant dans le plaisir occasionné par le système SDG.

Enfin rappelons que nos résultats n'ont pas permis de faire un lien entre les situations mono et bi souris et des performances de travail. Insistons encore une fois que ce qui est réellement important ici n'est pas de savoir si la paire travaille mieux (en termes de performance), mais si chaque sujet d'une même paire travaille mieux (Soller *et al.* 1999). Ce n'est pas la même chose. Nos données ne permettent d'avoir que des informations sur la paire (dessin produit) et non sur chaque sujet. Au final, il semblerait que les paires ne travaillent pas mieux avec une ou deux souris.

Par rapport à l'ensemble de ces résultats, plusieurs limites doivent être prises en compte. La plupart sont d'ordre méthodologique.

Tout d'abord, la taille de l'échantillon fragilise les résultats. La faiblesse n'est pas dans leur justesse, mais dans leur portée. Il est fort possible que la taille limitée de l'échantillon ait masqué certains phénomènes ou rendu d'autres trop importants. Nous en étions conscient et c'est pour cela que nous avons compensé avec une analyse plus approfondie.

Le codage par un seul juge constitue une autre limite de notre recherche. Sa subjectivité peut en effet complètement fausser les résultats. Ainsi pour une plus grande objectivité, il eut été indispensable de soumettre le traitement des données à au moins deux juges et de mesurer le degré de concordance des résultats obtenus. Bien que nous ayons gardé tout au long du codage une extrême rigueur, il nous est difficile de garantir que ce genre de biais n'ait pas corrompu les résultats.

L'activité créée pour l'expérimentation peut être considérée comme une limite. Bien que nous ayons expressément choisis de réaliser deux tâches suffisamment distinctes, les résultats ne sont valides que pour ces types de tâche.

Gardons finalement à l'esprit que le choix du logiciel (ici KidPad) peut exercer une grande influence sur la manière de collaborer des enfants (Arnseth, Ludvigsen, Wasson & Morch, 2001). En effet, les outils disponibles et la manière dont ils le sont, peut orienter le contenu des interactions, tout comme le fait d'avoir une ou deux souris.

CONCLUSIONS

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, les applications SDG s'inscrivent dans une tendance de la recherche actuelle en technologies éducatives de réconciliation du réel et du virtuel. On a plus besoin de choisir entre une collaboration « équilibrée » à distance ou du moins sur des postes séparés (*groupwares*) et une collaboration déséquilibrée mais côte à côte. Grâce aux applications SDG, les enfants peuvent communiquer en même temps dans et hors de l'écran. Ainsi toute une partie de cette communication peut à nouveau passer par le langage des corps (*eye-contact, pointing screen, body check*).

Avec deux souris, les enfants ne se répartissent pas des rôles, mais des tâches. Cela comporte le désavantage que les enfants ont tendance à prendre moins de distance avec la résolution de la tâche ce qui diminue la quantité d'interactions d'évaluation ou de régulation. Par contre, dans les paires déséquilibrées, un enfant qui domine complètement l'autre pourra difficilement imposer son rythme, ses objectifs et ses solutions. Ce qui implique qu'avec deux souris, les enfants discutent plus. C'est un élément important puisque la communication est à la base de la collaboration. Il s'avère enfin qu'avec deux souris, les enfants manifestent plus de plaisir et trouvent dans le dispositif (ou plutôt dans la relation) une motivation pour réaliser l'activité.

Aux vues de nos résultats, nous désirons conclure par une série d'aspects liés aux applications SDG que nous trouverions intéressants à traiter.

D'une manière générale, un des intérêts des applications SDG est de favoriser la communication entre les enfants, cela en leur permettant d'interagir à l'intérieur et à l'extérieur de l'écran.

Ce qui nous amène à un premier élément de prime importance : l'écran. Bien que nous n'ayons pas beaucoup insisté dans nos réflexions, le fait d'interagir avec un seul écran est une composante principale de l'intérêt des applications SDG. En effet, cela permet une plus grande perception commune de l'activité, de ses objectifs et des problèmes à surmonter. Cette conception partagée est un élément difficile à établir et les applications SDG semblent mieux y parvenir que les dispositifs classiques. Si l'on consent que l'écran est un facteur qui joue un rôle important dans la conception partagée, il serait intéressant de réfléchir sur l'impact de sa dimension sur les contenus d'interactions et surtout sur le rapport des enfants à l'espace (donc à l'autre).

Comme nous l'avons dit au début de la conclusion, le fait de posséder chacun une souris assure un équilibre entre les enfants d'une même paire. Qu'en est-il des groupes plus grands, dans lesquels souvent, certains enfants se désintéressent complètement de l'activité ou n'osent s'imposer ? Les applications SDG ne connaissent pas de limites techniques à ce sujet. Il est possible de brancher autant de souris, qu'il y a de ports USB disponibles sur l'ordinateur.

Un autre aspect mis en avant dans les applications SDG est la motivation. Pour les enfants dont il est important que la motivation soit directement perceptible, les

systèmes SDG représentent un plus. Qu'en est-il d'un public d'adultes dont la motivation peut très bien être différées ou dont l'effet de nouveauté ne déclenche pas nécessairement un tel enthousiasme ?

Cela nous conduit à une autre question. Au-delà de la motivation, que peut-on dire réellement des applications SDG en termes de performances ou d'efficacité ? Est-ce que chaque individu d'un groupe travaille mieux ? Est-ce que chaque individu d'un groupe apprend mieux ?

Enfin, un dernier point que nous désirons proposer à une future réflexion. Nous avons vu que les systèmes classiques (mono-souris) comportaient au moins le net avantage de favoriser des interactions sur des aspects plus métacognitifs de la résolution de la tâche. Si la communication est importante pour la collaboration, la métacognition l'est tout autant, si ce n'est plus, pour l'apprentissage. Ne serait-il alors pas envisageable de tirer le meilleur profit des deux modèles ? En effet, ne sommes-nous pas passé trop vite d'un extrême (un enfant fait tout l'autre rien) à l'autre extrême (les deux enfants font tout) ? Ne serait-il pas judicieux par exemple de créer des applications SDG avec des outils connotés pédagogiquement ? Nous voulons dire par là qu'il serait possible de distribuer les rôles par exemple en fonctions des souris. Nous pourrions avoir ainsi une souris « meta » et une souris « task » qui n'accéderaient pas aux mêmes outils dans l'application. Ou alors rendre disponibles des fonctions « meta » que lorsque les deux sujets s'accordent à utiliser conjointement un outil.

-- § --

Les applications SDG offrent un réel potentiel pour les situations d'apprentissage ou de travail collaboratif. Elles se détachent complètement du modèle CSCL classique dans lequel les interactions entre les enfants et l'ordinateur sont au centre du dispositif pour remettre à sa place l'importance des interactions entre les enfants.

Ce qui est dit entre les enfants est aussi important que ce qui est fait à l'écran.

BIBLIOGRAPHIE

GENERALE

- ABNETT, C., STANTON, D., NEALE, H. & O'MALLEY, C. (2001). The Effect of Multiple Input Devices on Collaboration and Gender Issues. In Distributed Collaborative Learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings & K. Hakkarainen (eds). (2001). *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Maastricht. (pp. 29-36)
- ARNSETH, H. Ch., LUDVIGEN, S., WASSON, B. & MORCH, A. (2001). Collaboration and Problem Solving. In Distributed Collaborative Learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings & K. Hakkarainen (eds). (2001). *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Maastricht. (pp. 75-82)
- CLARK, H. H. & BRENNAN, S. E. (1991). Grounding in communication. In L. B. Resnick, J. Levine and S. D. Teasley (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*. Washington, DC.: American Psychological Association. (pp. 127-149).
- COLLINS, A. & BROWN, J. S. (1988). The Computer as a Tool for Learning Through Reflection. In H. Mandl & A. Lesgold (eds). *Learning Issues for Intelligent Tutoring Systems*. New-York : Springer-Verlag. (pp. 1-18)
- CROOK, Ch. (1995). On Resourcing a Concern for Collaboration Within Peer Interactions. *Cognition and Instruction*, 13(4), 541-547.
- DILLENBOURG, P., BAKER, M., BLAYE, A. & O'MALLEY, C. (1996) The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada & P. Reinman (Eds.), *Learning in Humans and Machine : Towards an interdisciplinary learning science*. Oxford : Elsevier. (pp. 189-211)
- DILLENBOURG, P. (1994). Internalization and Learning Environments. In S. Vosniadou, E. De Corte & H. Mandl. (1994). *Technology-Based Learning Environments*. Berlin : Springer-Verlag. (pp. 48-54)
- DOLLE, J.-M. (1974/1991). *Pour comprendre Jean Piaget*. Toulouse : Privat
- FLAVELL, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem-solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* , (pp. 231-235). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- GAMA, C. (2000). The Role of in Learning Environment: Can graphical representations improve reflective activities ? In *International Conference in Intelligent Tutoring Systems*, June 2000, Montreal, Canada. (pp. 25-28)
- HURME, T.-R. & JÄRVELÄ, S. (2001). Metacognitive processes in problem solving with CSCL in Mathematics. In P. Dillenbourg, A. Eurelings & K.

Hakkarainen (eds). (2001). *European Perspectives on Computer-Supported Collaborative Learning*. Maastricht. (pp. 301-307)

INKPEN, K., HO-CHING. W-L., KUEDERLE, O., SCOTT, S. D. & SHOEMAKER, G. B. D. (1999). This is fun. We're all best friends and we're all playing!: Supporting Children's Synchronous Collaboration. In C. M. Hoadley and J. Roschelle (Eds.), *Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning (CSCL) 1999 Conference* (pp. 252-259). Palo Alto, CA: Stanford University.

JERMANN, P. (2001). Task and Interaction Regulation in Controlling a Traffic Simulation. In *Proceedings of CSCL 2002*, January 7-11 2002, Boulder, Colorado, USA.

LEHTINEN, E., HAKKARAINEN, K., LIPONNEN, L., RAHIKAINEN, M. & MUUKKONEN, H. (1998). Computer supported collaborative learning: A review of research and development. *CL-Net. A report for European Commission*.

MANION, V. & ALEXANDER, J. M. (1997). The Benefits of Peer Collaboration on Strategy Use, Metacognitive Causal Attribution, and Recall. *Journal of Experimental Child Psychology*, 67, 268-289.

MIYAKE, N. (1986). Constructive interaction and the iterative process of understanding. *Cognitive Science*, 10, 151-177.

MYERS, B., STIEL, H. & GARGUILO, R. (1998). Collaboration Using Multiple PDAs Connected to a PC. *Proceedings of ACM CSCW'98 Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, 285-294.

PEKLAJ, C. & VODOPIVEC, B. (1999). Effects of cooperative versus individualistic learning on cognitive, affective, metacognitive and social processes in students. *European Journal of Psychology of Education*, 14(3), 359-373.

SCOTT, S. D., MANDRYK, R. L., & INKPEN, K. M. (2002) Understanding Children's Interactions in Synchronous Shared Environments. *Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*. Boulder, Colorado, USA : January 7-11, 2002. 333-341.

SETWART, J., BEDERSON, B. & DRUIN, A. (1997). Single Display Groupware: A Model for Co Present Collaboration. *Proceedings of ACM CHI 99 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1, 286-293.

SMITH, G. G. (2001). *Effects of High, Low and Alternating Levels of Computer Interactivity on Verbal and Non-verbal Collaborative Learning of Spatial Visualization*. Manuscript submitted for publication.

SOLLER, A., LESGOLD, A., LINTON, F. & GOODMAN, B. (1999). What Makes Peer Interaction Effective? Modeling Effective Communication in an Intelligent CSCL. In *American Association for Artificial Intelligence (www.aaai.org)*.

STANTON, D., NEALE, H., & BAYON, V. (2002). Interfaces to Support Children's Co-present Collaboration ; Multiple Mice and Tangible Technologies. *Computer Support for Collaborative Learning: Foundations for a CSCL Community*. Boulder, Colorado, USA : January 7-11, 2002. 342-351.

SWELLER, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 4, 295-312.

VEENMAN, M. & ELSHOUT, J.-J. (1999). Changes in the relation between cognitive and metacognitive skills during the acquisition of expertise. *European Journal of Psychology of Education*, 14(4), 509-523.

VEZIN, J.-F. (1990). Activité métacognitive de l'enfant et difficulté de la tâche cognitive. *International Journal of Psychology*, 25(3), 317-335.

WITHEBREAD, D. (1999). Interactions between children's metacognitive abilities, working memory capacity, strand performance during problem-solving. *European Journal of Psychology of Education*, 14(4), 489-507.

METHODOLOGIE

BARRY, C. A . (1998). Choosing Qualitative Data Analysis Software : Atlas.ti and Nudist Compared. *Sociological Research Online*, 3(3), www.socresonline.org.uk/socresonline/3/3/4.html

BLANCHET, A. & al. (1985). *L'entretien dans les sciences sociales*. Bordas : Paris.

BLANCHET, A., GHIGLIONE, R., MASSONNAT, J. & TROGNON, A. (1998). *Les techniques d'enquête en sciences sociales*. Dunod : Paris.

BRUGIDOU, M., ESCOFFIER, C., FOLCH, H., LAHLOU, S., Le ROUX, D, MORIN-ANDEANI, P. & PIAT, G. (2000). Les facteurs de choix et d'utilisation de logiciels d'Analyse de données textuelles. In *JADT 2000 : 5^{ème} Journées Internationales d'Analyse Statistique des Données Textuelles*.

DEPOVER, Ch. & NOEL, B. (1999). *L'évaluation des compétences et des processus cognitifs*. De Boek & Larcier : Bruxelles.

D'HAINAUT, L. (1975). *Concepts et méthodes de la statistique (Tome 1 et 2)*. Labor : Bruxelles.

LEWIS, R. B. (2000). Atlas/ti and Nud-ist : A Comparative Review of Two Leading Qualitative Data Analysis Packages. *Cultural Anthropology Methods* 10(3), 41-47.

POURTOIS, J.-P. & DESMET, H. (1997). *Epistémologie et instrumentation en sciences humaines*. Mardaga : Sprimont.

PSATHAS, G. (1995). Conversation analysis : the study of talk-in-interaction. In J. VAN MAANEN. *Qualitative Research Methods Series*, 35. USA : MIT.

QUIVY, R. & VAN CAMPENHOUDT, L. (1998). *Manuel de recherche en sciences sociales*. Bordas : Paris.

SILLARS, A. DUN, T. & ROBERTS, L. J. (1999). *Interaction cognition coding scheme (ICCS)*. Unpublished manuscript, University of Montana.

ANNEXES

TABLEAU DES SYMETRIES PAR PAIRE

Groupe/code	Mono-souris					Bi-souris				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TASK	0.04	0.11	0.09	0.11	0.11	0.17	0.02	0.21	0.05	0.10
action	0.28	0.11	0.31	0.14	0.02	0.07	0.00	0.20	0.17	0.09
comprehension	0.05	0.19	0.08	0.26	0.25	0.16	0.09	0.48	0.07	0.00
coordination	0.63	0.13	0.52	0.03	0.02	0.25	0.01	0.22	0.09	0.33
rappel	0.14	0.25	0.45	0.05	0.31	0.33	0.12	0.00	0.16	0.07
META	0.32	0.08	0.15	0.00	0.02	0.48	0.04	0.33	0.35	0.48
planification	0.36	0.07	0.27	0.11	0.17	0.28	0.29	0.39	0.47	0.00
evaluation	0.30	0.11	0.03	0.07	0.15	0.61	0.31	0.36	0.12	0.60
regulation	0.33	0.13	0.58	0.22	0.00	0.56	0.27	0.11	0.57	1.00
OFF	0.05	0.04	0.43	0.12	0.23	0.06	0.47	0.28	0.33	0.19
emotion	0.06	0.20	0.43	0.29	0.04	0.00	1.00	0.24	0.11	0.20
technique	0.00	0.23	0.43	0.75	0.40	0.20	0.58	0.50	0.65	0.07
reste	0.10	0.20	0.00	0.33	0.36	0.05	0.20	0.08	1.00	1.00
TOTAL	0.08	0.04	0.05	0.07	0.09	0.18	0.06	0.25	0.07	0.03

Tableau 63 : Symétries par paire

TABLEAU DETAILLE DES LOG FILES DES PAIRES BI-SOURIS

	6			7			8			9			10		
	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot	s0	s1	Tot
t1	5	0	5	7	0	7	0	0	0	0	5	5	0	8	8
t2	10	0	10	3	0	3	0	0	0	0	6	6	0	5	5
tot Clone	15	0	15	10	0	10	0	0	0	0	11	11	0	13	13
t1	9	127	136	11	56	67	10	36	46	28	31	59	54	8	62
t2	17	25	42	3	24	27	5	24	29	37	27	64	37	15	52
tot Eraser	26	152	178	14	80	94	15	60	75	65	58	123	91	23	114
t1	6	0	6	15	3	18	9	16	25	3	15	18	31	5	36
t2	33	0	33	15	1	16	4	12	16	19	6	25	12	9	21
tot Filler	39	0	39	30	4	34	13	28	41	22	21	43	43	14	57
t1	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	5	5	0	4	4
t2	4	0	4	0	0	0	5	1	6	0	8	8	0	3	3
tot Group	4	0	4	0	0	0	11	1	12	0	13	13	0	7	7
t1	4	1	5	5	1	6	0	0	0	0	3	3	0	3	3
t2	2	0	2	1	0	1	4	0	4	0	0	0	2	2	4
tot Hand	6	1	7	6	1	7	4	0	4	0	3	3	2	5	7
t1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0
t2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
tot Puller	2	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0
t1	12	0	12	9	1	10	0	11	11	1	17	18	0	2	2
t2	27	0	27	13	3	16	2	15	17	6	10	16	0	1	1
tot Select	39	0	39	22	4	26	2	26	28	7	27	34	0	3	3
t1	0	0	0	14	0	14	10	2	12	1	1	2	0	8	8
t2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
tot Text	1	0	1	14	0	14	10	2	12	1	1	2	0	8	8
t1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0
t2	13	22	35	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
tot Turn Alive	13	22	35	0	0	0	0	0	0	0	16	16	0	0	0
t1	17	2	19	1	5	6	0	0	0	0	0	0	1	0	1
t2	4	0	4	0	6	6	0	0	0	0	1	1	2	0	2
tot ZoomIn	21	2	23	1	11	12	0	0	0	0	1	1	3	0	3
t1	13	3	16	1	2	3	0	0	0	0	0	0	2	0	2
t2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
tot ZoomOut	14	3	17	1	2	3	0	0	0	0	1	1	3	0	3
t1	30	3	33	16	1	17	7	41	48	15	2	17	9	4	13
t2	14	2	16	31	6	37	34	5	39	1	14	15	19	25	44
tot black Crayon	44	5	49	47	7	54	41	46	87	16	16	32	28	29	57
t1	14	0	14	28	11	39	5	16	21	5	28	33	12	29	41
t2	7	5	12	10	1	11	2	11	13	0	1	1	4	3	7
tot blue Crayon	21	5	26	38	12	50	7	27	34	5	29	34	16	32	48
t1	25	14	39	21	14	35	0	0	0	12	14	26	12	22	34
t2	0	5	5	12	2	14	14	1	15	17	11	28	5	31	36
tot brown Crayon	25	19	44	33	16	49	14	1	15	29	25	54	17	53	70
t1	2	36	38	1	11	12	7	13	20	14	7	21	13	5	18
t2	14	6	20	5	20	25	0	13	13	8	4	12	14	1	15
tot green Crayon	16	42	58	6	31	37	7	26	33	22	11	33	27	6	33
t1	0	0	0	2	1	3	3	0	3	0	1	1	0	1	1
t2	12	3	15	0	0	0	1	0	1	1	3	4	0	0	0

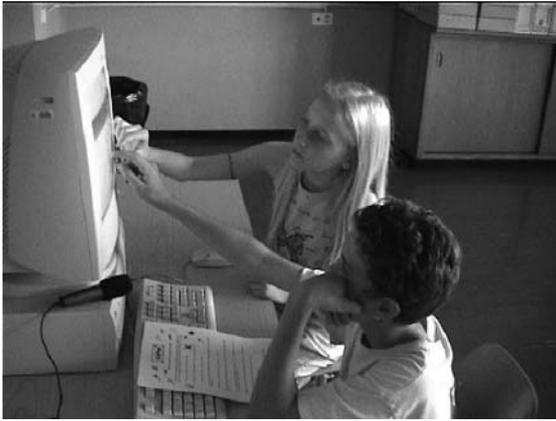
tot	red Crayon	12	3	15	2	1	3	4	0	4	1	4	5	0	1	1
t1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0
t2		0	29	29	1	8	9	0	9	9	0	0	0	0	0	0
tot	yellow Crayon	0	29	29	1	8	9	0	9	9	0	12	12	0	0	0

Tableau 64 : Détail des *log files* pour les paires bi-souris

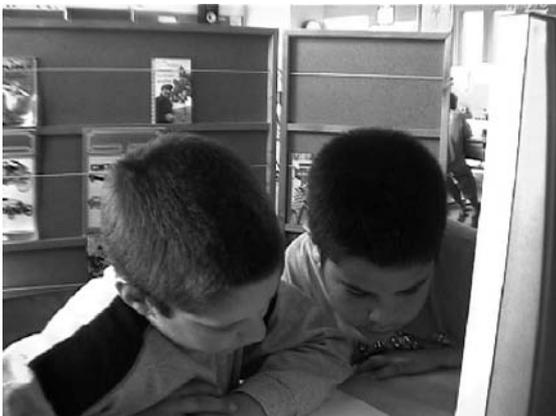
GALERIE D'IMAGES



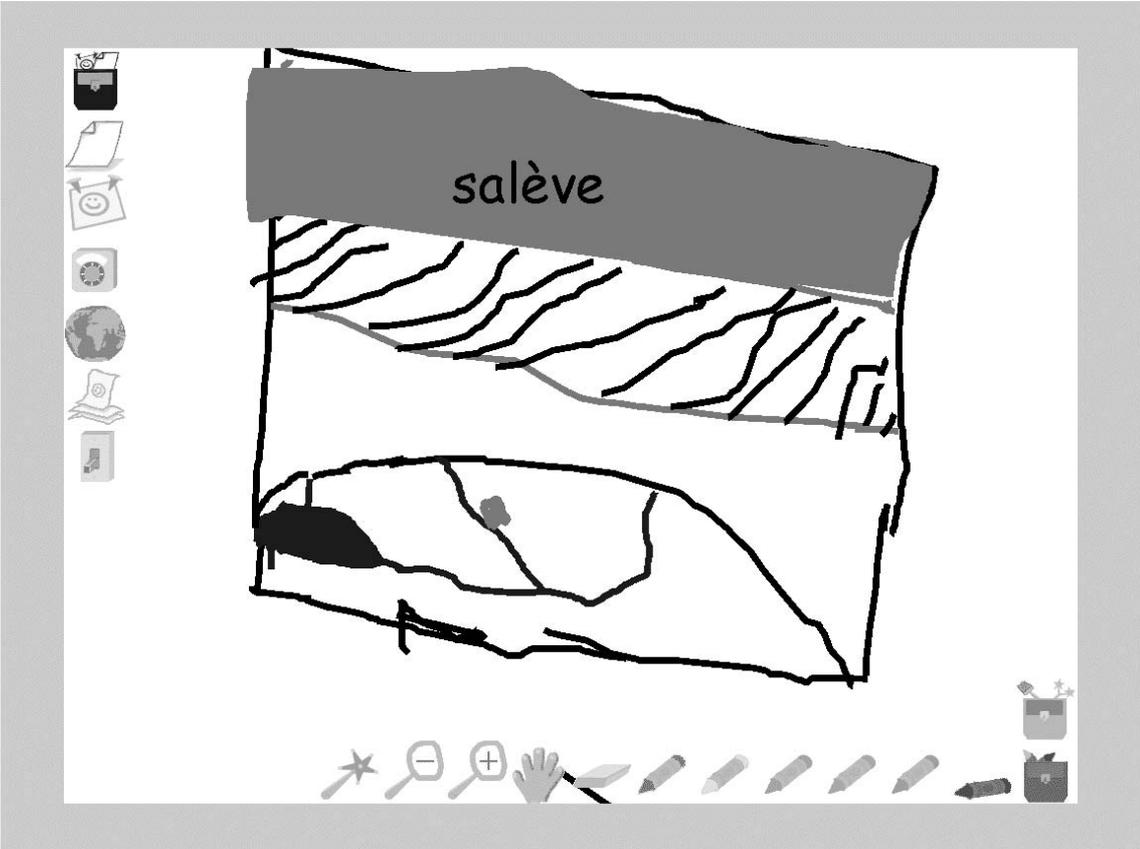








DESSINS PRODUITS



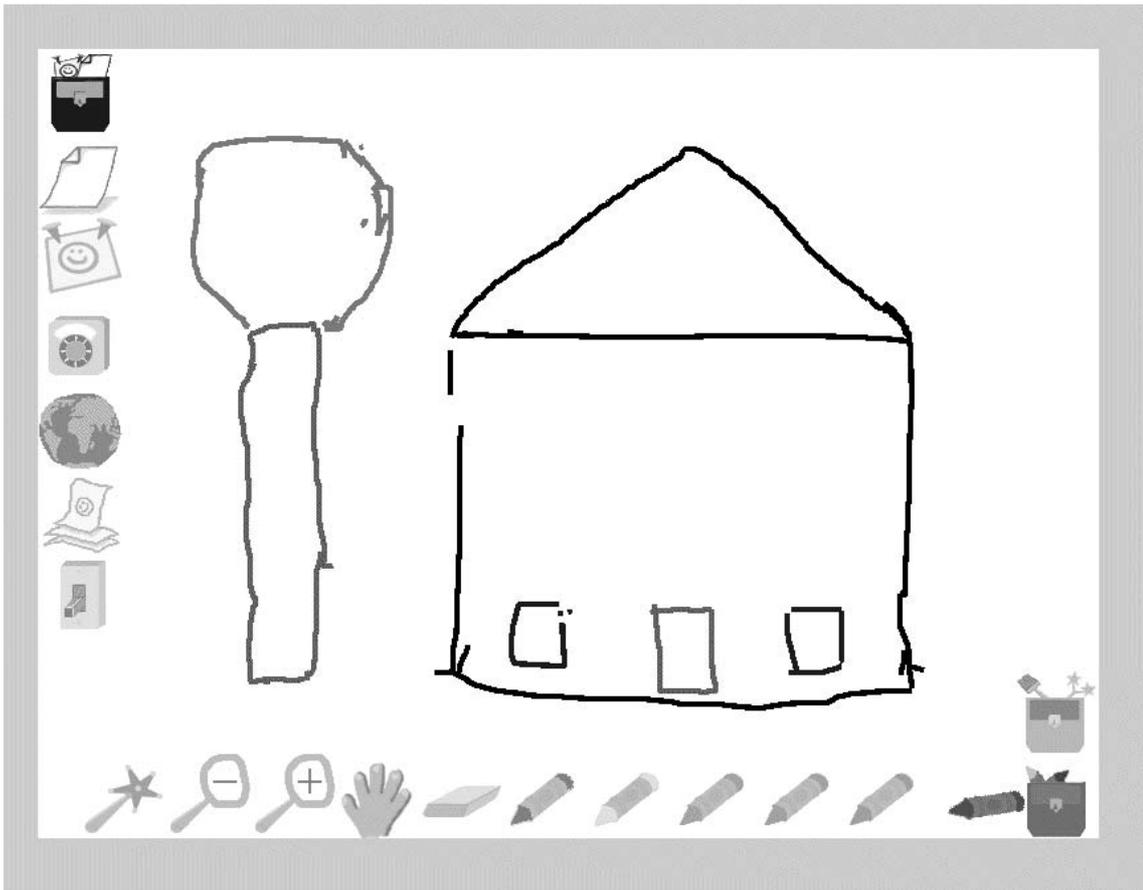




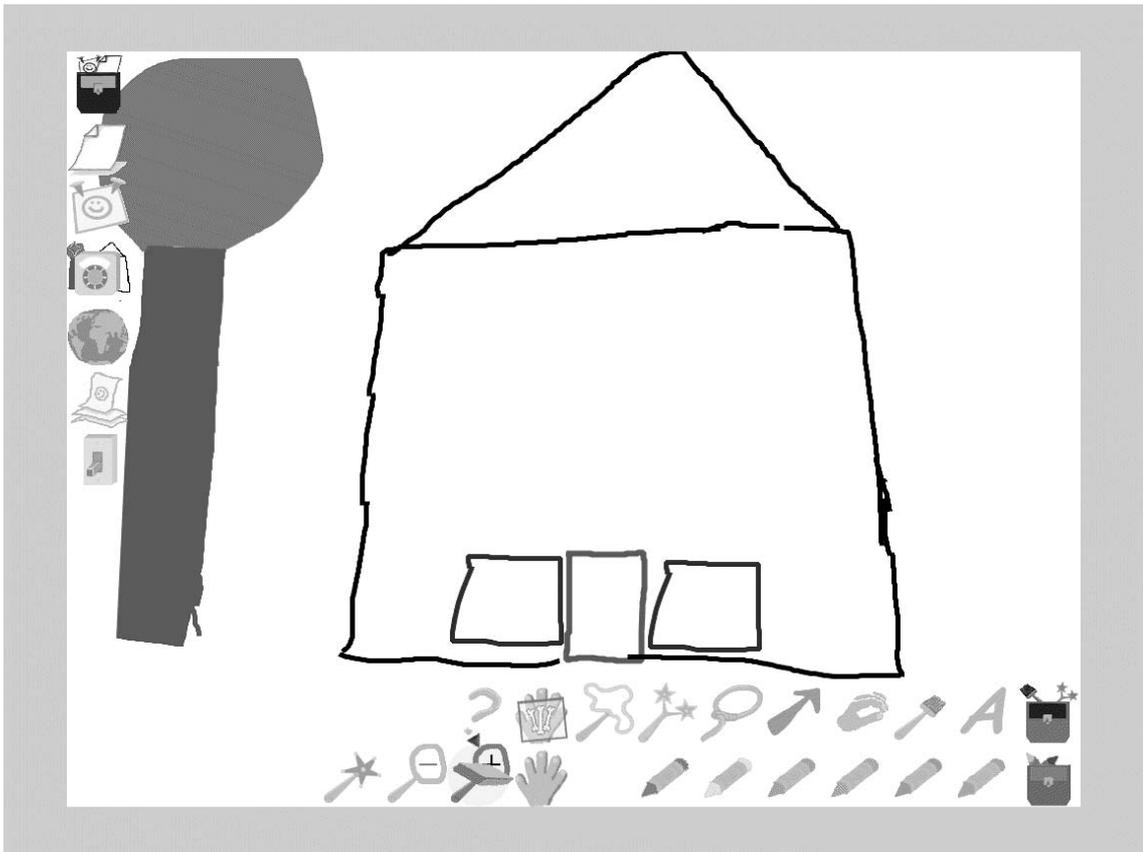




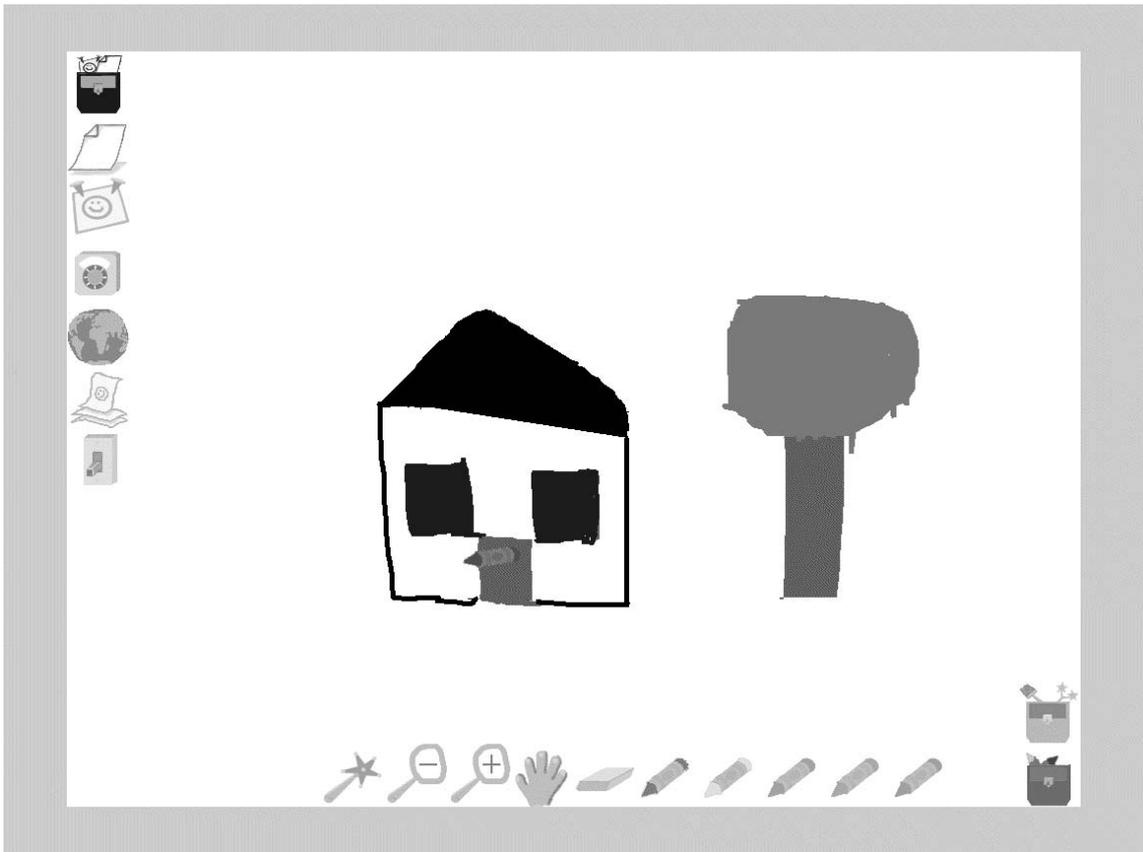


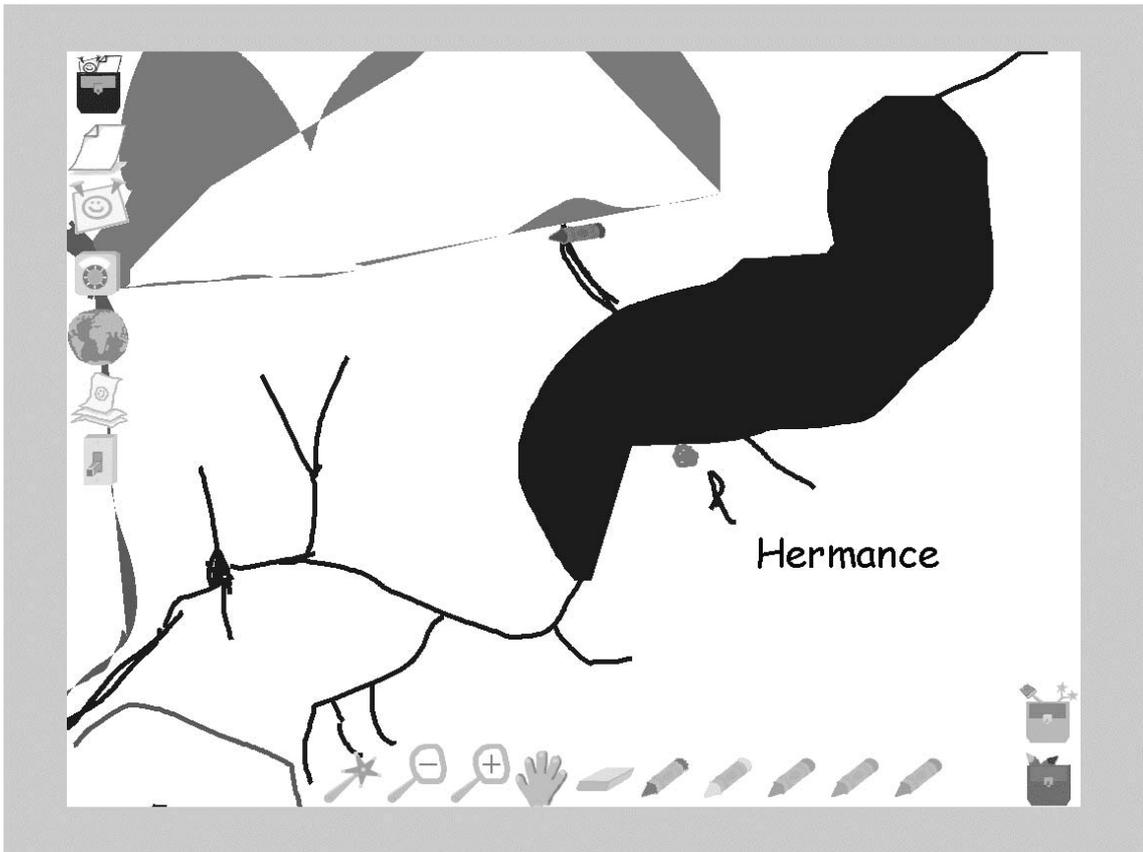




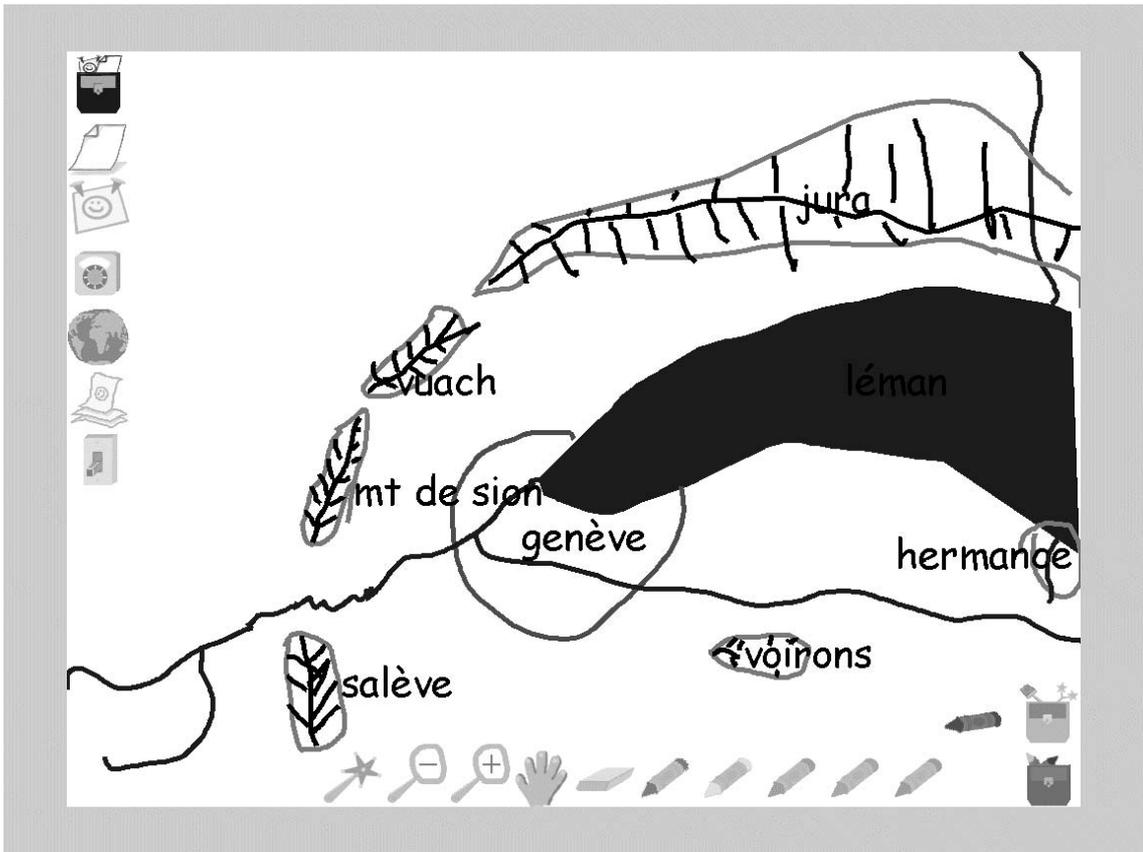


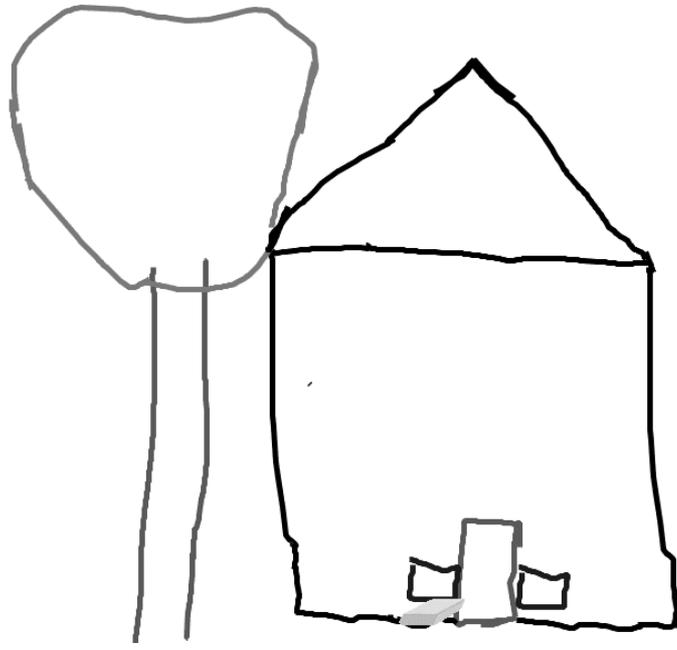


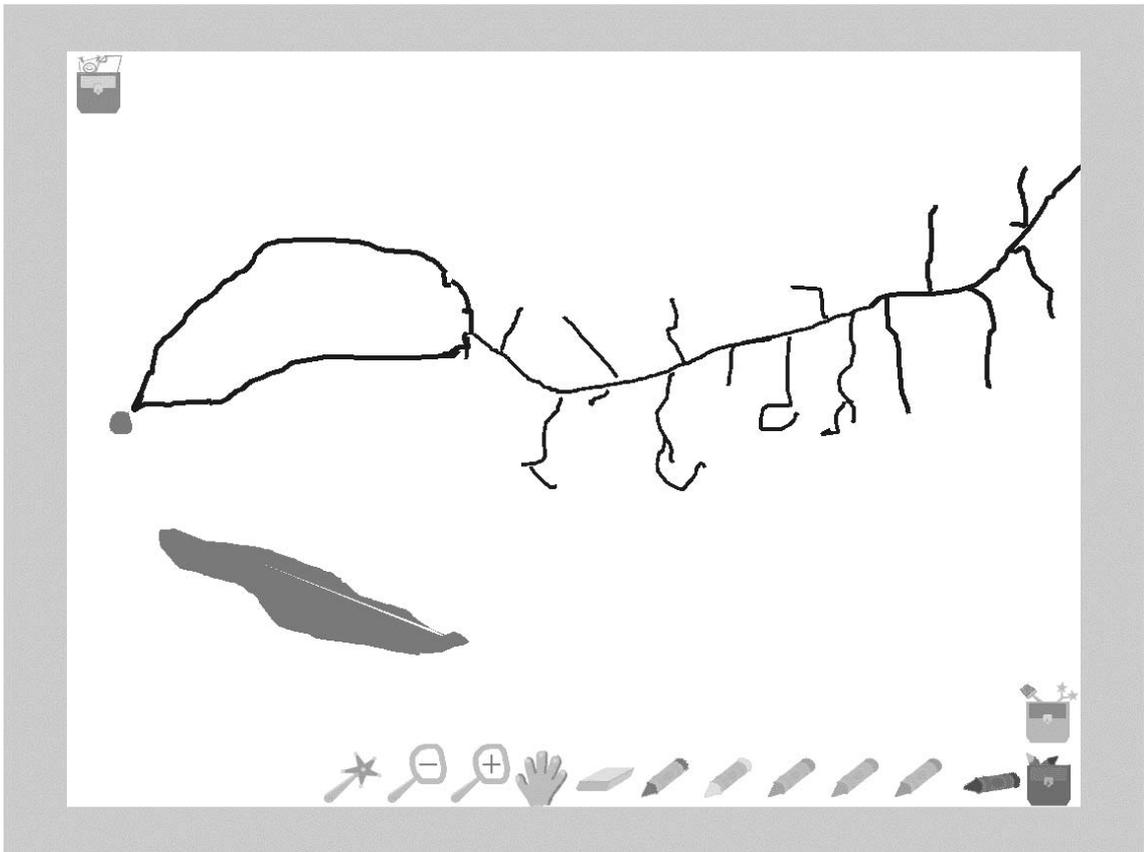






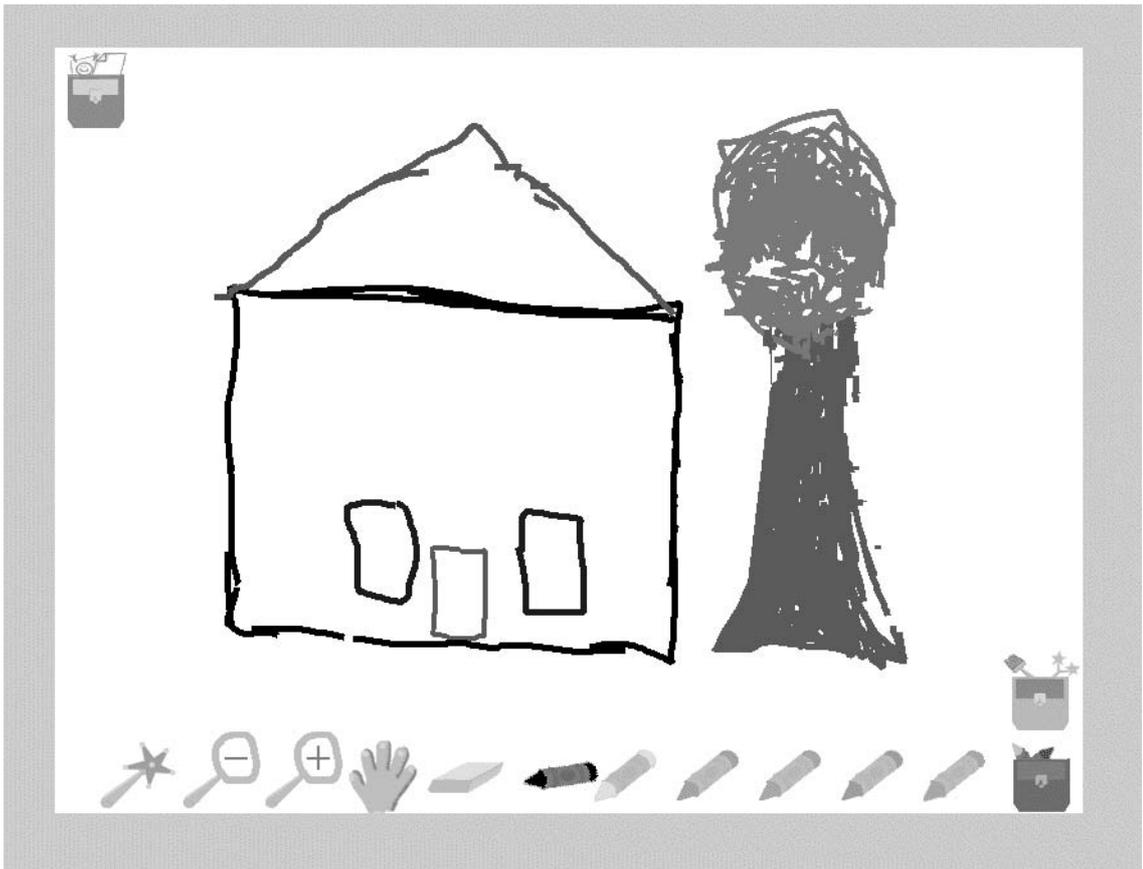




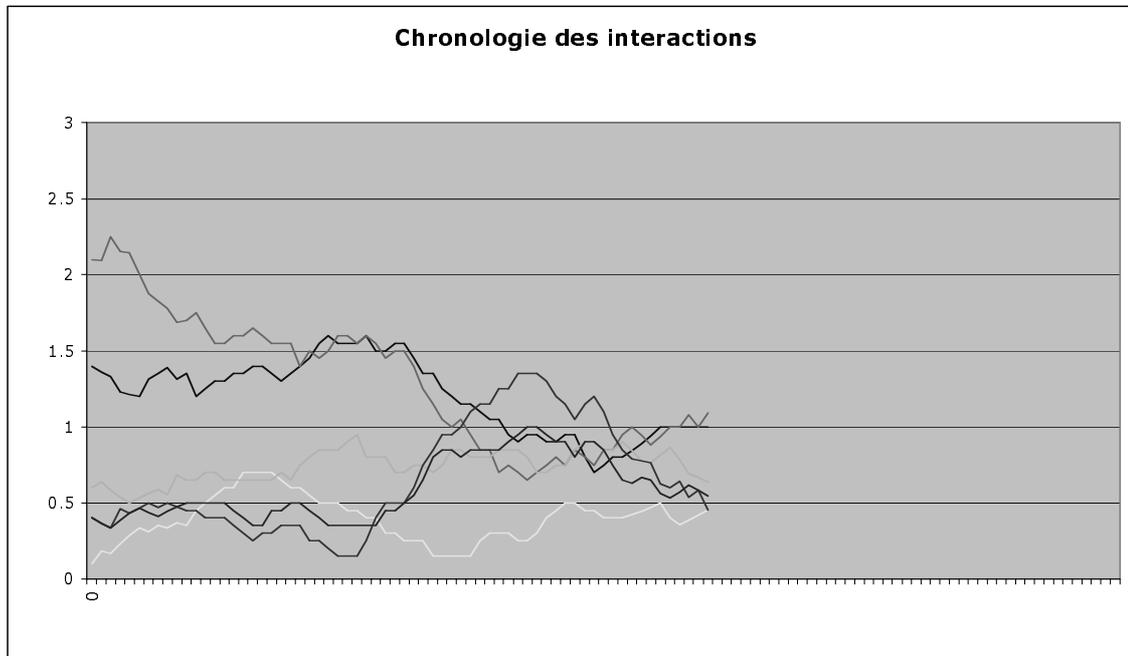




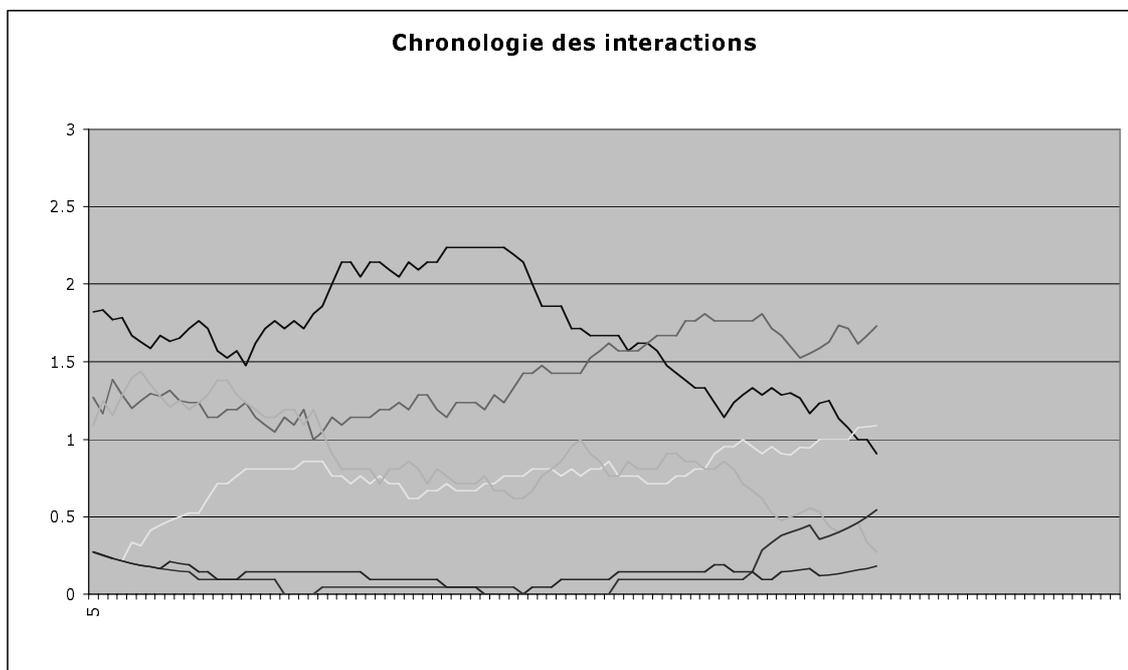




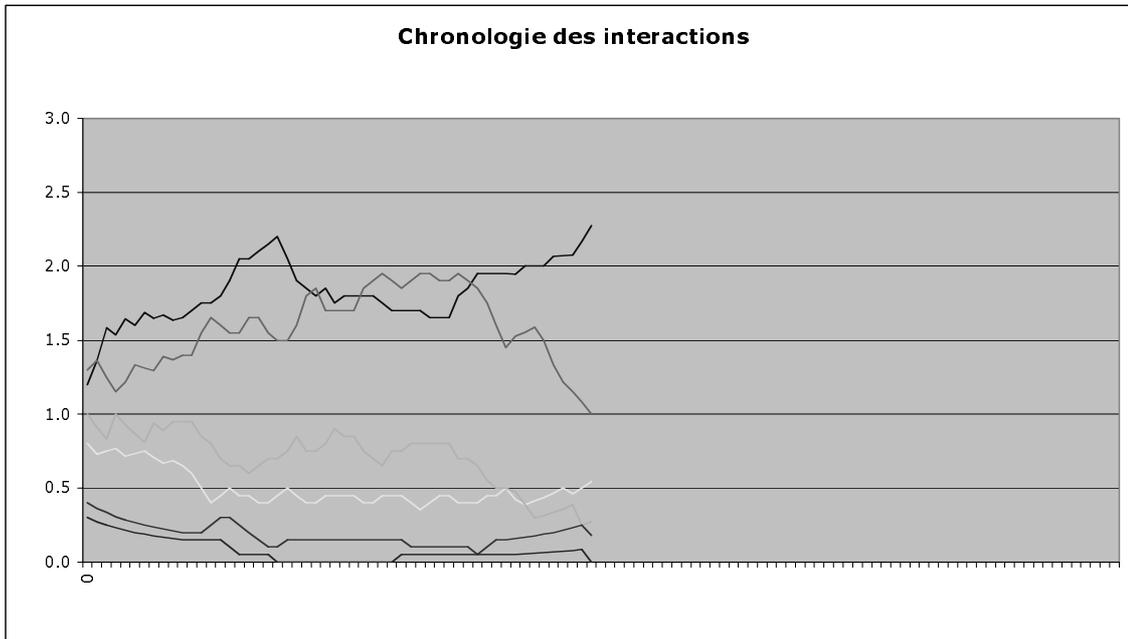
CHRONOLOGIE DES INTERACTIONS



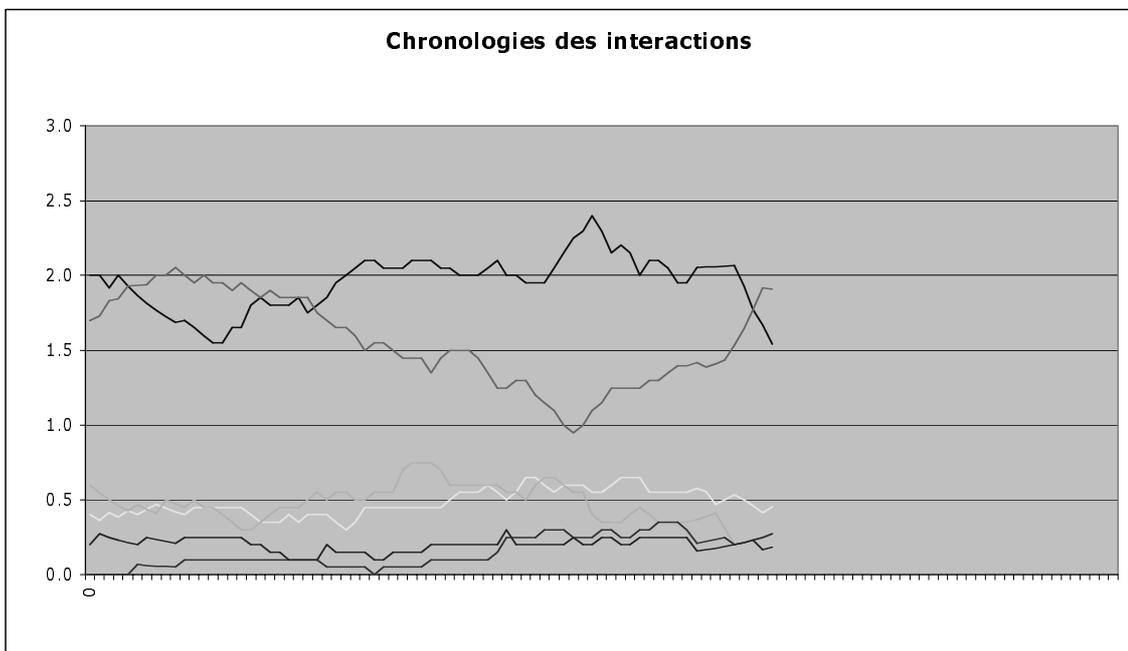
Graphe 14 : Chronologie des interactions de la paire 1 mono-souris



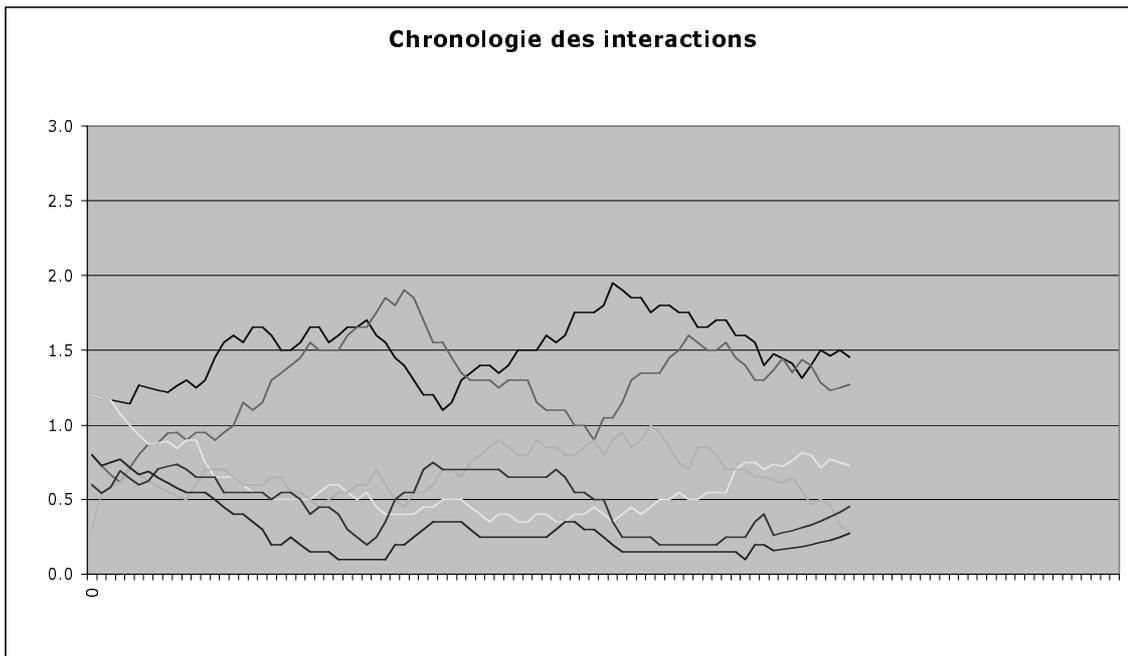
Graphe 15 : Chronologie des interactions de la paire 2 mono-souris



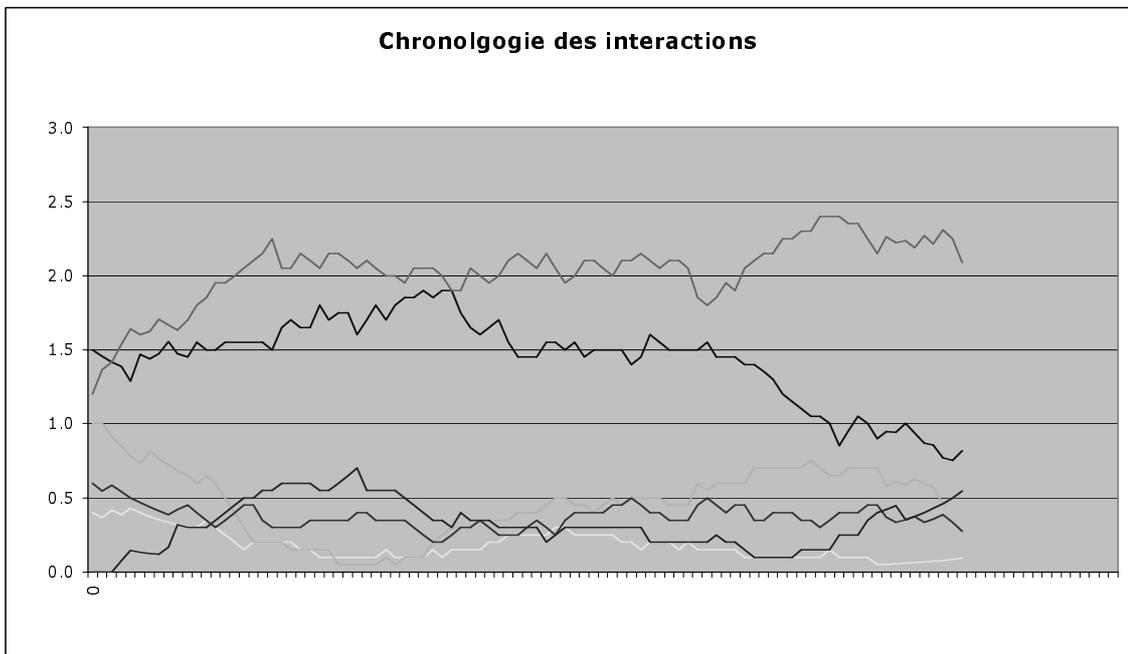
Graphe 16 : Chronologie des interactions de la paire 3 mono-souris



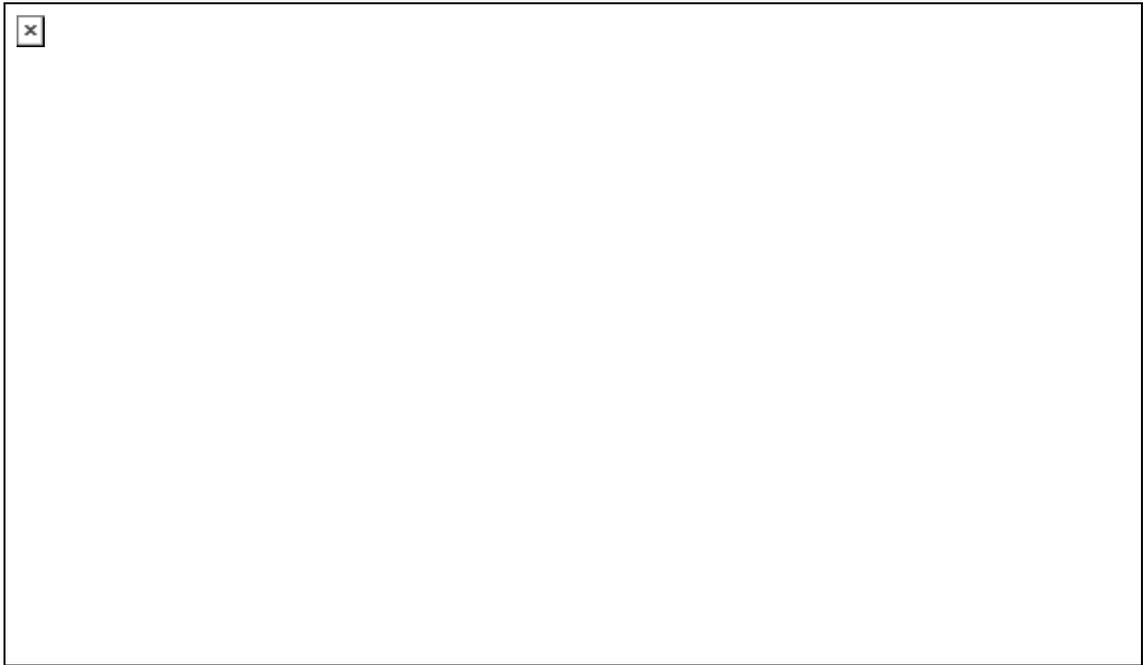
Graphe 17 : Chronologie des interactions de la paire 4 mono-souris



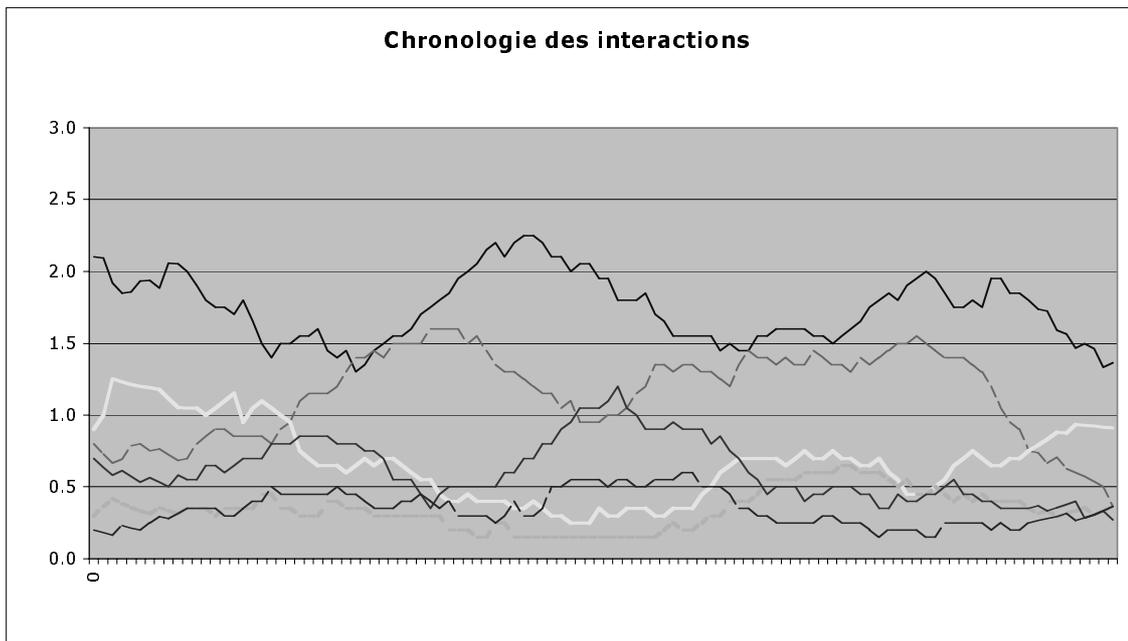
Graphe 18 : Chronologie des interactions de la paire 5 mono-souris



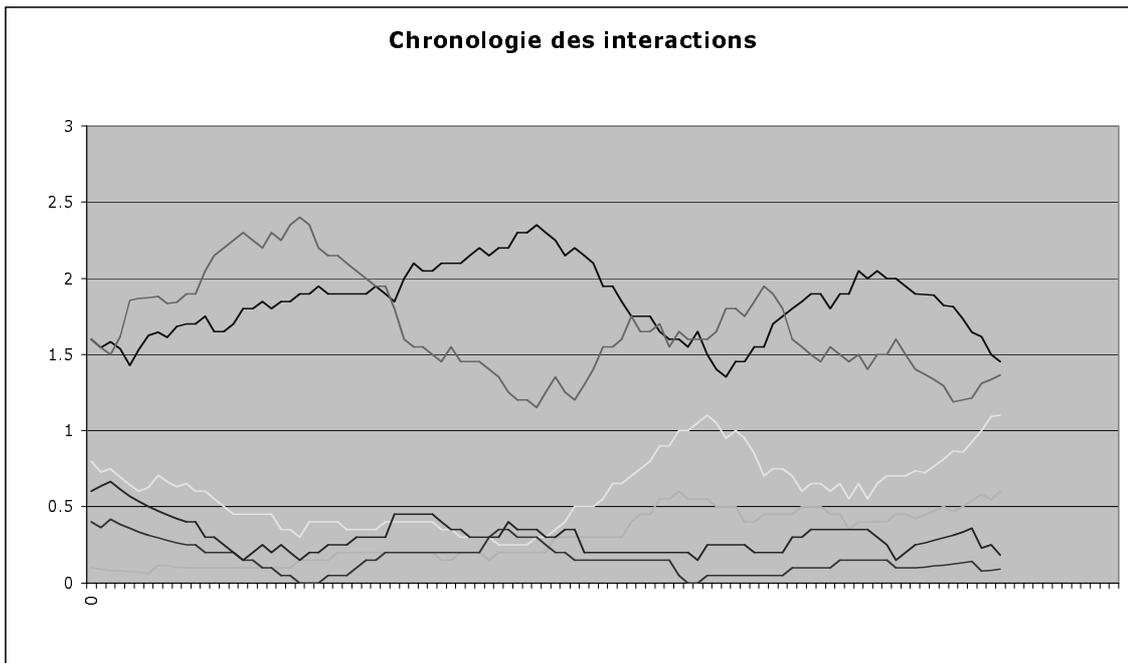
Graphe 19 : Chronologie des interactions de la paire 6 bi-souris



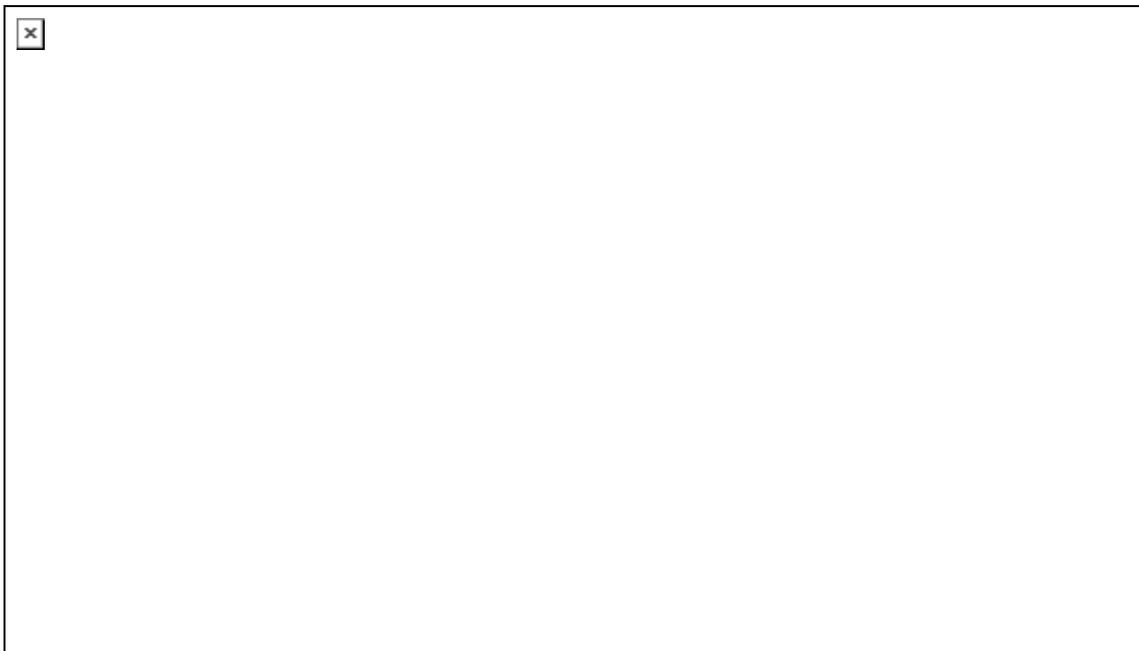
Graphe 20 : Chronologie des interactions de la paire 7 bi-souris



Graphe 21: Chronologie des interactions de la paire 8 bi-souris



Graphe 22 : Chronologie des interactions de la paire 9 bi-souris



Graphe 23 : Chronologie des interactions de la paire 10 bi-souris