



National Library
of Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Canadian Theses Service

Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada
K1A 0N4

NOTICE

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

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

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

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

AVIS

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

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

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

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



National Library
of Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Canadian Theses Service Service des thèses canadiennes

Ottawa, Canada
K1A 0N4

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

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

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

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

ISBN 0-315-59175-7

Micro-Monde des Angles avec Logo

Marie-France Lavallée

Mémoire

présenté

au

Département de

Mathématiques et Statistiques

comme exigence partielle en vue de l'obtention
du grade de Master in the Teaching of Mathematics (M.T.M.)
Université Concordia
Montréal, Québec, Canada

Avril 1989

© Marie-France Lavallée, 1989

SOMMAIRE

Micro-monde des angles avec Logo

Marie-France Lavallée

Cette recherche consiste à expérimenter un micro-monde conçu spécialement pour l'apprentissage de la notion d'angle. Les commandes utilisées ainsi que les activités dirigées sont orientées pour développer une compréhension de base du concept d'angle.

Un Projet Pilote nous a permis d'évaluer le matériel et les activités, en les expérimentant avec quatre élèves de la 2e année du primaire (9 séances d'une heure). Nous avons ensuite amélioré notre micro-monde des angles et procédé à une seconde expérimentation, c'est-à-dire le Projet Final, avec quatre autres élèves de la 2e année du primaire (12 séances d'une heure).

L'analyse que nous avons effectuée des dessins réalisés par les deux groupes d'élèves ainsi que des résultats des trois évaluations devraient convaincre le lecteur de la pertinence et de l'utilité de notre micro-monde des angles pour un enseignement dynamique du concept d'angle.

DÉDICACE

Ce mémoire est dédié à
Rubis et William Chaput,
mes chers amours!

REMERCIEMENTS

L'auteur aimerait remercier particulièrement certaines personnes qui ont contribué à rendre possible l'élaboration de ce mémoire. D'abord, mon directeur, **M. Joël Hillel**, sa grande réceptivité face à la recherche, son envoiement pour Logo et ses encouragements m'ont permis de réaliser ce micro-monde qui répond à des besoins réels pour l'enseignement des angles. A **M. Nicolas Hercovics** pour m'avoir fait découvrir, dans ces cours, la joie de faire avancer la recherche et ce particulièrement pour la pensée algébrique et la "notion d'angle".

Merci aux deux directeurs d'écoles, **M Ivan Sinclair**, **Mme Suzanne Bérubé** et **Mme Suzanne Le Floch** professeur, pour leur grande collaboration dans la réalisation des expérimentations ainsi qu'à **Martine Desautels** et **Francine Charest** pour leur patience et leur travail au traitement de texte. A mon conjoint, **Marcel Chaput** pour son soutien moral et technique au cours de ces trois années de recherche, d'expérimentation et d'analyse à temps partiel, qu'a nécessité ce mémoire, merci de s'être si bien occupé de nos deux enfants.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
LISTE DES TABLEAUX	viii
CHAPITRE I INTRODUCTION	1
CHAPITRE II SYNTHÈSE DE QUELQUES RECHERCHES SUR LA NOTION D'ANGLE	4
2.1 Étude #1 <u>Children understanding of Angle at the primary/secondary stage</u> par Gillian Susan Close.....	4
2.2 Étude #2 <u>Logo et la notion d'angle en qua- trième année</u> , par Carolyn Kieran et Alain Taurisson	10
2.3 Étude #3 <u>The Evolution of Geometric Thinking among 10 and 11 year olds using logo</u> , par Carolyn Kieran.	15
2.4 Étude #4 <u>Les différents aspects du concept d'angle</u> , par Marie-France Lavallée	19
2.5 Résumé des études.	28

CHAPITRE III	PROJET PILOTE	30
3.1	Etat de la question	30
3.2	Définition du problème	33
3.3	Protocole de recherche	34
3.4	Analyse des tâches	35
3.5	Déroulement du Projet Pilote	49
3.6	Analyse des résultats	55
3.7	Conclusion du Projet Pilote	61
CHAPITRE IV	PROJET FINAL	62
4.1	Changements apportés	62
4.2	Déroulement du Projet Final	65
4.3	Analyse des résultats	73
CHAPITRE V	CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE		127
ANNEXE A	Dessins page 1 à 10	129
ANNEXE B	Questionnaires 1ère et 2e évaluations	140
ANNEXE C	Questionnaire 3e évaluation	148

LISTE DES TABLEAUX

LES ANGLES INTÉRIEURS:

VARIANTE I	ORIENTATION DE DÉPART À L'ORIGINE.....	75
	TABLEAU I JULIE	76
	TABLEAU II GENEVIÈVE	78
	TABLEAU III MICHAEL	80
	TABLEAU IV CHARLES	82
	TABLEAU V RÉSUMÉ PAR TÂCHE	84
	CONCLUSION	86
VARIANTE II	ORIENTATION VARIE	87
	TABLEAU VI JULIE	88
	TABLEAU VII GENEVIÈVE	90
	TABLEAU VIII MICHAEL	92
	TABLEAU IX CHARLES	94
	TABLEAU X RÉSUMÉ PAR TÂCHE	96
	CONCLUSION	98
VARIANTE III	LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE	99
	TABLEAU XI JULIE	100
	TABLEAU XII GENEVIÈVE	102
	TABLEAU XIII MICHAEL	104
	TABLEAU XIV CHARLES	106
	TABLEAU XV RÉSUMÉ PAR TÂCHE	108
	CONCLUSION	110

VARIANTE IV	ORIENTATION ET LONGUEUR DES	
	CÔTÉS VARIENT	111
	TABLEAU XVI JULIE	112
	TABLEAU XVII GENEVIÈVE	113
	TABLEAU XVIII MICHAEL	114
	TABLEAU XIX CHARLES	115
	TABLEAU XX RÉSUMÉ PAR TÂCHE	116
	CONCLUSION	116

LES ANGLES "EXTERNÉS"

VARIANTE V	LES ANGLES SPÉCIAUX À DES SITUATIONS-LOGO	117
	TABLEAU XXI JULIE	118
	TABLEAU XXII GENEVIÈVE	119
	TABLEAU XXIII MICHAEL	120
	TABLEAU XXIV CHARLES	121
	TABLEAU XXV CONCLUSION PAR TÂCHE	122

CHAPITRE I

INTRODUCTION

L'objectif principal de cette recherche consiste à créer un environnement propice à l'apprentissage de la notion d'angle, et ce au 1er cycle de l'élémentaire. Ce qui nous intéresse particulièrement, ce sont la **compréhension de base** de la notion d'angle, la **comparaison intuitive** des angles et les activités d'estimation et de mesure avec des **unités non-conventionnelles**. Cette étape est trop souvent négligée dans l'enseignement des angles. Les élèves se voient rapidement confrontés à des termes abstraits comme angle aigu, obtus, droit et les degrés, sans qu'ils aient eu le temps de développer une compréhension de base du concept d'angle par des activités de comparaison et d'estimation des angles. De plus, l'approche utilisée limite souvent la représentation des angles à l'intersection de 2 demi-droites, ce qui contribue davantage à donner un enseignement abstrait plutôt que concret.

Dans le chapitre II, nous allons faire une synthèse de quelques recherches sur la notion d'angle. L'étude #1 "**Children understanding of Angle at the primary/secondary transfer stage**" de G.S. Close nous apportera plusieurs suggestions pour l'enseignement des angles en général. Les recommandations de l'auteur nous aideront à bâtir notre micro-monde des angles puisqu'elles présentent les approches qui favorisent la compréhension de base du concept d'angle.

L'étude #2 de C. Kieran et A. Taurisson ainsi que l'étude #3 de C. Kieran nous donneront un aperçu de recherches spécifiquement axées sur les angles avec le langage Logo. L'étude #4 de M.F. Lavallée se veut une prolongation de l'étude #2 et a pour but de répondre à deux questions auxquelles les auteurs n'avaient pas vraiment répondues, c'est-à-dire: "Quels sont les aspects (d'un angle) qui apparaissent le plus naturel aux enfants de ce niveau? Y en a-t-il qui précèdent les autres?" (Kieran, Taurisson, 1985: p. 2).

Par exemple, s'il s'avère que l'angle présenté comme une rotation amène moins de difficulté que la représentation d'un angle comme l'intersection de 2 demi-droites, il faudra développer une approche plus dynamique que celle qui existe dans nos manuels scolaires, c'est-à-dire une approche où le mouvement des rotations est privilégié.

Ainsi, le langage Logo fonctionnant simultanément avec des rotations et des translations pourrait peut-être devenir l'outil d'apprentissage idéal pour fusionner les différentes approches et rejoindre les divers aspects du concept d'angle.

Au chapitre III, nous tenterons de créer un micro-monde de Logo, le Projet Pilote, dont le fonctionnement et les tâches seront ultérieurement adaptés pour obtenir un véritable micro-monde d'apprentissage pour la notion d'angle. Ce micro-monde modifié sera utilisé pour le Projet Final. Le chapitre IV sera consacré au Projet Final et à l'analyse des résultats alors que le chapitre V fera état des conclusions.

Dans les programmes d'études en mathématiques, l'enseignement des angles débute en 4e année. Cependant, le Projet Pilote et le Projet Final de cette recherche se dérouleront avec des élèves de 2e année, soit avant tout enseignement sur les angles. Nous avons choisi ce niveau car nous pensons qu'il faudrait développer une compréhension de base du concept d'angle, qui pourrait même se réaliser au début du primaire, par des activités d'estimation des angles et de mesure avec des unités non-conventionnelles.

Nous espérons que le micro-monde des angles, créé pour cette expérimentation, pourra servir de modèle aux professeurs qui doivent initier leurs élèves au concept d'angle.

CHAPITRE II

SYNTHÈSE DE QUELQUES RECHERCHES SUR LA NOTION D'ANGLE

2.1 Étude #1: Children's understanding of Angle at the primary/secondary transfer stage (G.S. Close, 1982)

L'auteur classifie la notion d'angle sous les thèmes géométrie et mesure. Elle divise son étude en 3 sections distinctes soit: 1ère section: une définition d'angle relié à la géométrie; 2ième section: la mesure d'angle et les pré-requis et 3ième section: les avantages des différentes approches face au concept d'angle, l'aspect pédagogique et les recommandations pour l'introduction de ce concept.

Du point de vue historique, les philosophes grecs ne semblaient pas s'entendre pour donner une seule définition du concept d'angle et déjà différentes approches existaient. (Apollonius: "a contracting surface or a solid at one point under a broken line or surface"; Plutarch: "rate of divergence of two lines at their point of intersection"; Carpus: "a rotation "; et Euclid: "relationship between two lines") (Close, 1982: p. 6). Ils discutèrent longuement pour classifier un angle comme étant une quantité, une qualité ou une relation. Les définitions modernes se différencient davantage par une approche dynamique ou une approche statique. (Choquet, Hilbert).

L'auteur aborde ensuite la mesure d'angle et l'angle droit qui est présenté comme première unité de mesure fondamentale. Par comparaison à l'angle droit, on obtient les angles obtus et aigus. Puis viennent les degrés, subdivision du tour complet en minute et en seconde, et les radians pour mesurer la longueur d'un arc correspondant à un angle. Elle ajoute une distinction importante: les unités de mesure de longueur, d'aire et de volume sont relatives et arbitraires, alors que la mesure d'angle "as an inbuilt natural measure of a full turn" (Close, 1982: p. 15). Cet aspect est fondamental et amène la possibilité de rendre plus concret l'apprentissage des angles.

L'auteur présente ensuite les implications dans l'enseignement et les recherches en éducation. Le questionnaire de son travail de recherche tient compte des recommandations de ces études en mettant l'accent sur l'angle droit dans différentes orientations ainsi que le sens des rotations.

Le test est administré à 18 élèves de 11 ans provenant de 3 classes de 6ième année durant leur dernière étape de l'année, soit avant de passer au secondaire. Les entrevues sont au nombre de 9, mais 7 font l'objet du rapport. Voici les points principaux qui se sont dégagés de ces tests et entrevues:

- 1) Les angles réflexes dessinés en paire de rayons ne sont pas familiers aux élèves.
- 2) Les mots aigus et obtus sont abordés en classe, mais personne ne se rappelle de ce noms.
- 3) Il semble plus naturel de relier le dessin d'un angle par l'approche statique, celle-ci étant privilégiée au primaire.
- 4) La majorité compare les angles d'après la pointe plutôt que l'arc formé.
- 5) Les élèves manquent de critère pour déterminer la grandeur d'un angle.
- 6) Certains utilisent "the sharpness" ou "the lengths" (la longueur des côtés) pour comparer des angles.
- 7) Les angles ont été abordés selon la mesure en degré et peu en terme d'estimation.
- 8) Les élèves ont préféré utiliser le rapporteur d'angle de 360° et avaient plus de succès même s'ils avaient utilisé des demi-rapporteurs pour mesurer des angles en classe.
- 9) Il n'existe pas de connexion entre la mesure d'angle et le concept de grandeur d'angle (APU-Holloway) Ex: une fille mesure 2 angles égaux et par intuition eïlle continue de croire qu'ils ne sont pas égaux, etc...
- 10) Les degrés ne sont pas considérés comme une unité invariable.

- 11) Beaucoup de confusion existe entre la mesure de l'angle et la position des côtés pour placer le rapporteur et pour lire sur l'échelle graduée.
- 12) Ces élèves ont également de la difficulté à mesurer des longueurs avec une règle.
- 13) **Les angles droits sont associés à une orientation précise.**

L'auteur considère que les réponses des élèves à ces tests et entrevues ne sont pas uniquement dépendantes de leur compréhension de la notion d'angle, mais elles sont également reliées à l'approche et la présentation auxquelles ils sont familiers. C'est pourquoi elle fait l'étude des différents manuels où l'on présente la notion d'angle

En conclusion, elle soutient qu'il existe vraiment une diversité des approches, alors qu'il faudrait associer les expériences impliquant **des rotations avec les représentations statiques** (static ray pairs) pour consolider le développement du concept d'angle. L'utilisation d'un autre "tester" que l'angle droit dans la comparaison des angles, viendrait renforcer le concept de l'angle droit et le concept de grandeur d'angle en général. De même, la comparaison entre les angles aigus et obtus devrait provenir de la perception plutôt que de la mesure. **Il n'y a pas suffisamment d'activités de comparaison intuitive des angles et d'estimation de grandeur d'angle**, alors que

celles-ci sont plus importantes pour la **compréhension de base du concept d'angle**, que les activités de mesure proprement dites.

L'auteur suggère d'utiliser des rapporteurs d'angle avec des **nombres non-standards** et d'encourager les relations entre l'intuition et la mesure de la grandeur d'un angle. Le **concept de mesure** et les techniques doivent être compris avant d'aborder la mesure avec les degrés. À ce moment-là, l'instrument de mesure doit être approprié, et sur ce, elle ajoute: **"The use of a rotatable full protractor would convey the idea of rotation, the essential attribute of an angle"** (Close, 1982: p. 89). Elle suggère une liste de recommandations pour les manuels scolaires et une autre pour les professeurs du primaire. L'étude se poursuit au niveau secondaire faisant l'objet de la dernière partie de son travail.

Cette recherche est vraiment intéressante et bien exposée! L'introduction d'un point de vue historique du développement du concept d'angle, nous permet d'avoir une meilleure connaissance de la notion d'angle, de mieux comprendre les différentes approches utilisées dans l'enseignement de ce concept. En effet, le manque de lien entre les approches entraîne une mauvaise compréhension des différents aspects d'un angle. D'ailleurs, nous pouvons nous demander pourquoi le questionnaire vise uniquement l'approche statique, et non l'approche dynamique avec des rotations ou des angles d'objets, alors que l'auteur privi-

légie une multitude d'expérience et une fusion des approches. Dans ce sens, le questionnaire est boiteux, mais correspond peut-être à la suite logique d'un enseignement incomplet. Toutefois, les conclusions demeurent très révélatrices et les suggestions me paraissent vraiment appropriées pour l'enseignement de la notion d'angle.

D'après les recommandations de Gillian Susan Close, il faudrait fusionner les approches dynamiques et statiques, ce qui permettrait aux élèves de se représenter un angle selon deux aspects soit la rotation et l'intersection de deux demi-droites. L'auteur suggère d'utiliser un rapporteur de 360° pour rendre l'idée du tour complet. Elle ne fait toutefois aucune allusion à l'ordinateur pour exploiter les deux approches.

Voilà où nous pensons que le langage Logo, peut réellement devenir un outil d'apprentissage pour les angles. En effet, le langage Logo et spécifiquement la géométrie de la tortue, possède cette capacité de présenter l'angle comme une rotation par le mouvement de la tortue et également comme l'intersection de deux demi-droites grâce aux dessins produits sur l'écran. Nous pouvons dire que la géométrie de la tortue permet de fusionner les approches dynamiques et statiques. Il ne s'agirait que de modifier le langage Logo en le simplifiant pour qu'il fonctionne avec des unités non-conventionnelles pour les angles et nous serions très près des recommandations de G.S. Close.

Voyons les résultats de deux études sur Logo et la notion d'angle. Soulignons toutefois qu'il s'agissait du langage Logo dans sa version intégrale et que les activités d'utilisation étaient laissées à la liberté des élèves.

2.2 Etude #2: Logo et la notion d'angle en quatrième année (C. Kieran et A. Taurisson (1984-85))

Les auteurs définissent l'objectif général de leur recherche, comme suit: "Dans quelle mesure une utilisation libre du Langage Logo par des élèves de quatrième année pouvait leur permettre d'enrichir leur concept d'angle?" (Kieran, Taurisson, 1985: p.2). Ils précisent que ce concept peut être abordé de différentes façons et qu'il comporte plusieurs éléments.

Ils définissent d'abord le concept d'angle selon 3 aspects, soit: (1) angle et portion de plan, (2) angle et rotation et (3) angle et intersection de demi-droites. Puis, ils énoncent les 4 questions spécifiques de leur recherche, c'est-à-dire: 1) "Logo permet-il de toucher ces divers aspects? 2) Logo permet-il de les intégrer? 3) Quels sont les aspects qui apparaissent le plus naturel aux enfants de ce niveau? 4) Y en a-t-il qui précèdent les autres?" (Kieran, Taurisson, 1985: p. 2).

Dès le début, les auteurs situent le problème au niveau de la **mesure d'angle** qui selon eux, dépasse le niveau mathématique des élèves de 4e année, et préfèrent parler de **moyen de repérer** soit avec un rapporteur, au moyen des rotations et au moyen de recouvrement. Ils déclarent leur "à priori" de Logo par rapport à la notion d'angle. Étant donné que Logo utilise des rotations pour diriger la tortue, et d'autant plus que son repère se transporte avec elle, il pourrait permettre d'aborder la notion d'angle orienté. À noter que cette approche favorise la découverte des angles "extérieurs" ou plutôt de rotation.

L'étude fut réalisée auprès d'une classe de 4e année, de 26 élèves. Un ordinateur Apple 2C est à leur disposition toute l'année. Le travail se fait à tour de rôle, en général par groupe de deux. Les activités normales de la classe continuent.

Un élève a été initié d'abord et agissait à titre de personne-ressource. Le professeur ne connaît pas le Logo au début de l'année, tandis que des affiches donnent les instructions du langage. Les élèves sont libres de faire les dessins qu'ils veulent et les interventions sont **d'ordre purement technique**. Les élèves étaient visités toutes les deux semaines pour faire le point ou pour avoir des précisions.

Ils avaient choisi d'interviewer la moitié du groupe, soit 14 enfants, avant le début de l'expérience, au milieu et à la fin. Ces

élèves forment le Groupe Logo. Ils ont également interviewé 5 élèves d'une autre classe où il n'y a pas d'ordinateur, ce groupe étant le Groupe Témoin. Tous ont été choisis au hasard.

Au début, les élèves se familiarisent avec le Langage et l'ordinateur et font des dessins simples qu'ils sauvegardent sur disquette après quelques séances. Dès la 2e entrevue, certains ont de la difficulté à isoler la rotation de la translation (mouvement trop rapide de la tortue?). Puis, il y a introduction de la tortue Laser qui semble mieux représenter l'idée de rotation puisque celle-ci projette un rayon à intervalle de 5 degrés, jusqu'à ce qu'elle termine sa rotation et son mouvement de rotation est beaucoup plus lent que dans la version originale de Logo.

L'analyse des résultats est donnée par objectif. On indique que 7 enfants du Groupe Logo et 1 enfant du Groupe Témoin peuvent dire que la rotation extérieure est la même, lorsque les angles sont égaux mais que les représentations angulaires sont différentes. C'est ce qui paraît être le plus significatif de toutes leurs comparaisons. Il s'en dégage une conclusion: "On a l'impression que les élèves isolent d'abord la rotation extérieure, puis perçoivent la rotation intérieure. À ce moment-là ils semblent capable de considérer que deux angles sont égaux quelque soit la différence de leur représentation angulaire". (Kieran, Taurisson, 1985: p. 9).

Ils dénoncent les difficultés rencontrées par les élèves comme suit:

- 1) Associer une surface à une représentation angulaire;
- 2) Confusion entre angle et côtés;
- 3) Influence prépondérante des côtés sur la perception des angles;
- 4) Repérage des angles: par recouvrement, par rotation; et
- 5) Associations libres autour du mot angle.

Les auteurs sont déçus de l'influence de Logo sur le développement du concept d'angle. Deux élèves seulement du Groupe Logo ont semblé à l'aise avec cette notion. Toutefois, ils ont remarqué que les élèves du Groupe Témoin semblaient davantage réciter leur livre. Dans ce sens, pourrions-nous dire, qu'il existe une meilleure compréhension du concept d'angle dans le Groupe Logo puisqu'ils peuvent davantage l'expliquer dans leurs "propres mots"?

De plus, ils notent que la rotation extérieure est plus facilement reliée au changement de direction. "La rotation intérieure associée à un angle est plus "abstraite" parce qu'elle ne laisse pas de trace, contrairement à un changement de direction qui se matérialise aussi bien par la tortue qui dessine derrière elle que par le trajet d'une personne qui laisse ses traces dans la neige ou le sable." (Kieran, Taurisson, 1985: p. 15). Par contre, ceux-ci prétendent que les élèves font des dessins libres en Logo sans prendre conscience des concepts sous-jacents de ce qu'ils utilisent c'est-à-dire la notion des degrés.

Dans cette recherche, les objectifs des auteurs n'étaient pas d'évaluer les travaux des élèves à l'ordinateur mais plutôt leur compréhension du concept d'angle en général. D'ailleurs, ils terminent en disant: "Peut-être aussi que le principal intérêt de l'utilisation de Logo à ce niveau n'est pas relié à l'apprentissage des angles". (Kieran, Taurisson, 1985: p. 16). Cette notion est pourtant inévitable avec Logo, mais ne s'aborde pas de la même façon que dans des cahiers ou plutôt dans leur questionnaire.

Il est difficile de comprendre pourquoi la plupart des recherches avec le Langage Logo sont le résultat d'une utilisation libre de Logo? Dans cette recherche où les auteurs s'intéressent à un concept aussi précis et abstrait que la notion d'angle, nous pensons qu'une préparation adéquate telle une expérience dirigée visant la résolution de problèmes ainsi que des outils appropriés en l'occurrence l'ordinateur, pour évaluer la compréhension du concept d'angle avec Logo, deviennent essentiels!

2.3 Étude #3: The evolution of Geometric thinking among 10 and 11 year olds using Logo (C. Kieran, 1985)

Dans cette étude, l'auteur se propose de répondre à la question: "How children who are around 10 or 11 years of age develop a notion of angle within a Logo environment, and whether the Logo experience can be used as a basis for the teaching of geometry" (Kieran, 1985: p. 97).

La première étude se fait dans une école alternative avec 22 élèves d'une classe de 4e, 5e et 6e années. Il y a 3 entrevues durant l'année et le questionnaire compte 50 questions sur différentes notions relatives au concept d'angle en général, et non reliées à Logo. L'ordinateur n'est pas dans la classe, le travail s'évalue à une heure par semaine et les interventions portent uniquement sur la programmation. On les visite chaque semaine.

La deuxième étude s'est déroulée dans une école traditionnelle dans une classe de 28 élèves de 4e année. L'ordinateur est accessible et l'entraînement s'effectue par les élèves eux-mêmes qui font une chaîne. On les visite aux 2 semaines pour répondre aux questions et terminer avec des suggestions d'essai. Le même questionnaire est administré à 14 élèves de cette classe. De plus, cette étude se caractérise par l'utilisation d'un groupe contrôle de 5 élèves qui ne connaissent pas Logo.

L'analyse des résultats est regroupée selon 4 thèmes, soit:

- 1) La notion de base d'un angle;
- 2) La mesure d'angle;
- 3) La dissociation entre la longueur des côtés et la rotation extérieure pour ordonner des angles; et
- 4) La différenciation entre la mesure d'une rotation extérieure et celle d'une rotation intérieure.

Dès la 2e entrevue, la moitié des deux Groupes Logo pensent connaître ce qu'est un angle et la moitié réfère cette notion aux coins d'un objet. Toutefois, ceux-ci éprouvent des difficultés à dessiner des angles de 90° et 45° et affirment ne pas comprendre la signification de "degré". De façon générale, les élèves connaissent les mêmes difficultés pour comparer des angles car ils sont influencés par la longueur des côtés de l'angle. On note toutefois une meilleure flexibilité à passer d'une rotation extérieure à une rotation intérieure du Groupe Logo de la première étude, alors que celui de la deuxième ne faisait pas le transfert nécessaire.

Cette étude me semble beaucoup plus précise que la première de cette auteure réalisée avec Alain Taurisson. Les questions sont plus claires et les mises en situation plus concrètes puisqu'elles se caractérisent par le mouvement. Une question du type: "Où devras-tu tourner le plus, un peu moins ou le moins?", respecte le développement des étapes dans la compréhension du concept d'angle, alors qu'une terminologie

trop abstraite vient tout simplement fausser les résultats. Il est important de parler aux élèves avec des termes qu'ils comprennent lorsqu'on veut évaluer leur compréhension d'un concept aussi abstrait que celui de la notion d'angle. Tout comme pour la première recherche, je pense que l'expérience avec Logo devrait être plus dirigée pour établir un rapport avec le questionnaire.

Avant de s'engager totalement avec le langage Logo, il nous paraît important de s'arrêter à deux questions de l'étude #2 **"Logo et la notion d'angle en quatrième année"** de Carolyn Kieran et Alain Taurisson. Après avoir défini le concept d'angle selon les trois aspects suivants:

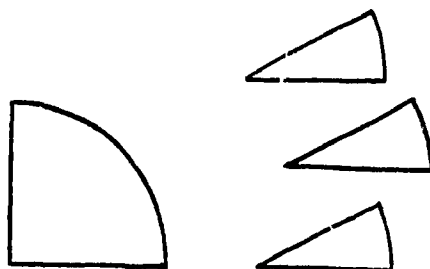
- 1) angle et portion de plan;
- 2) angle et rotation; et
- 3) angle et intersection de demi-droites,

les auteurs énonçaient les quatre questions spécifiques de leur recherche. Les deux dernières questions nous ont particulièrement intéressées, c'est-à-dire: "Quels sont les aspects qui apparaissent le plus naturel aux enfants de ce niveau?". "Y en a-t-il qui précèdent les autres?" (Kieran, Taurisson, 1985: p. 2).

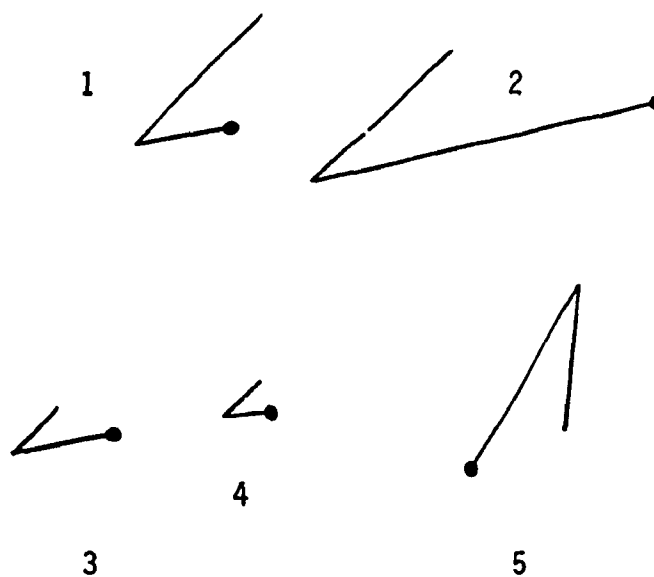
Dans leur conclusions, les auteurs soulignaient que: "Le repérage par recouvrement (portion de plan) semble plus naturel, quoiqu'il ne soit pas évident qu'il y ait besoin d'avoir compris quelque chose à la notion d'angle pour faire un recouvrement tel que nous l'avons demandé" (Kieran, Taurisson, 1985: p. 13). Les auteurs n'ont pas vraiment

répondu aux deux questions par rapport aux différents aspects d'un angle puisqu'ils n'ont fait qu'une comparaison entre le repérage des angles: par recouvrement (1) ou par des rotations (2).

(1) Ils demandaient à l'enfant: "Peux-tu mesurer cet angle avec ceci".



(2) "On se place dans le coin, on regarde dans la direction où il y a le point, on se tourne pour regarder dans l'autre direction. Dans quel cas tourne-t-on le plus?". (Kieran, Tourisson, 1985: p. 12).



Ce test ne nous paraît pas significatif puisque les auteurs ont introduit plusieurs variantes par exemple la grandeur des angles à mesurer entre (1) et (2) et surtout la longueur des côtés dans l'activité (2), ce qui est peut-être l'un des facteurs les plus difficiles à contourner pour eux.

Voilà pourquoi nous avons tenté une autre étude. En découvrant les aspects d'un angle qui semblent le plus naturel, nous pourrions savoir si l'aspect rotation, en référence Logo, devrait précéder les autres aspects dans l'enseignement des angles.

2.4 Étude #4 Les différents aspects du concept d'angle **(M.-F. Lavallée, 1985)**

Dans le programme de mathématique du primaire, l'enseignement de la notion d'angle débute en 4e année. L'approche est générale et on n'utilise pas d'instrument de mesure. Les premières activités consistent à faire l'estimation des angles à partir d'objets. On présente d'abord l'angle droit qui est associé aux coins d'une feuille ou aux coins d'une règle. Ensuite, on identifie des objets à angle droit, angle aigu et angle obtus. L'enseignement des angles suit les étapes suivantes: 1° la ligne, 2° le segment et 3° les angles, par exemple: trouver les angles dans un polygone. On définit l'angle ainsi:

- (1) Ce sont les côtés du rectangle qui forment les angles.
- (2) L'angle est la réunion de 2 segments en un point commun nommé le sommet.

La représentation d'un angle est davantage associée à l'intersection de demi-droites nommées soit les côtés d'une forme ou les segments de droite. On ne présente pas vraiment l'angle comme étant une portion de plan ou une rotation. Cette approche est plutôt statique et ne tient pas compte des différents aspects d'un angle.

Dans ce travail, nous nous proposons d'explorer pour voir quel aspect du concept d'angle semblait le plus naturel non pas en 4e année, mais dans une perspective de développement du concept entre un élève de 1ère année, un élève de 2ième année et un autre en 3ième année, soit avant même tout enseignement sur les angles.

Pour préparer cette expérimentation, nous nous étions référés aux recommandations de Gillian Susan Close dans **"Children's understanding of Angle at the primary/secondary transfer stage"**. C'est pourquoi, nous avons choisi des activités de comparaison provenant de la perception plutôt que de la mesure, ce qui correspond davantage à une compréhension de base de la notion d'angle. En effet, cette comparaison intuitive des angles c'est-à-dire sans aucune mesure devrait précéder les activités de mesure qui elles devraient débiter avec des unités non-conventionnelles pour ensuite mener aux activités de mesure avec les degrés.

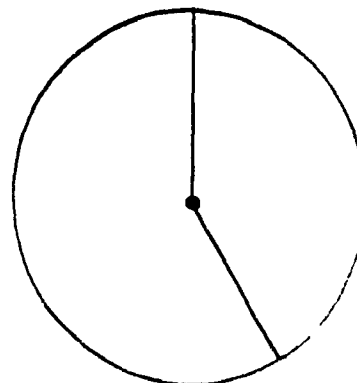
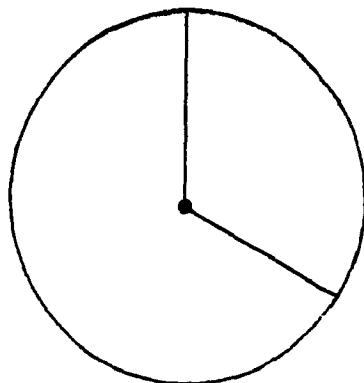
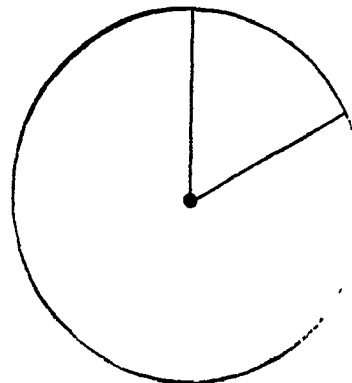
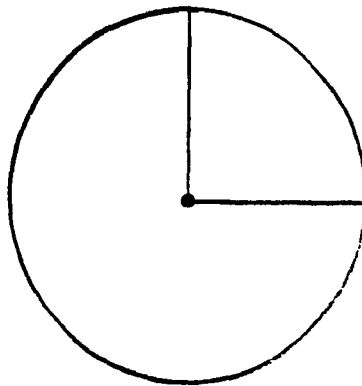
Nous avons également éliminé la variante "longueur des côtés" qui amène beaucoup de problèmes aux enfants pour faire la comparaison des angles. De plus, nous avons présenté un 4e aspect en distinguant l'angle comme étant une portion de plan ou surface "statique" et une autre permettant "la manipulation".

Les résultats de cette étude devaient amener des éléments pour développer une approche pédagogique où les différents aspects d'un angle seraient intégrés et ce d'après les connaissances intuitives des élèves de 1ère, 2e et 3e année, pour ainsi respecter la progression la plus naturelle de la compréhension du concept d'angle pour les élèves du primaire.

Dans cette expérimentation, aucun instrument de mesure standard n'était utilisé, ni de vocabulaire abstrait comme "angle", "droit", "aigu ou obtu". Le but étant de découvrir quel aspect du concept d'angle semblait le mieux compris par des élèves de 1ère, 2e et 3e années, il y avait 4 types de matériel correspondant aux 4 aspects d'un angle. Les habiletés requises se résument à faire des comparaisons intuitives avec des termes courants. Les enfants devaient comparer des angles selon différentes représentations possibles d'un angle pour ainsi nous permettre de déterminer quel aspect ou représentation semblait le plus accessible dépendamment de leur niveau? Nous avons rencontré individuellement un élève de 3e année, un élève de 2e et une élève de 1ère année pour procéder à un questionnement oral. Voici une description des différentes tâches.

Partie IL'angle est présenté comme une rotation

Nous présentons à l'enfant 4 horloges de couleurs différentes. Au début, les aiguilles sont ensemble. Puis, nous faisons tourner une aiguille dans chaque horloge formant ainsi 4 angles différents. Nous disons à l'enfant: "Regarde, je vais faire tourner les aiguilles. Peux-tu me dire... "



Questions Partie I (avec les horloges)

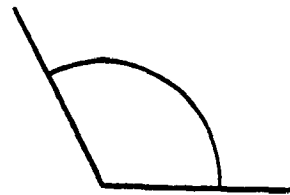
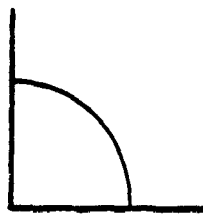
- 1) Quelle aiguille tourne le plus?
- 2) Quelle aiguille tourne le moins?
- 3) Peux-tu les mettre en ordre, celle qui tourne le moins jusqu'à celle qui tourne le plus?

Questions Parties 2 à 6

- 1) Quelle est la pointe la plus petite?
- 2) Quelle est la pointe la plus grande?
- 3) Peux-tu les mettre en ordre de la plus petite jusqu'à la plus grande?

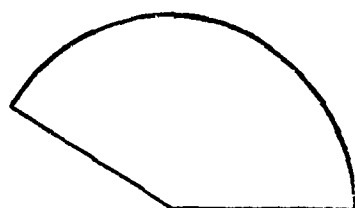
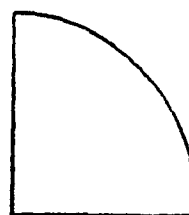
Partie 2 Angle et intersection de demi-droites

Je vais t'en montrer qui ne tournent pas. Celles-là, elles sont déjà dessinées. On va les appeler "les pointes". Il faut que tu me dises...



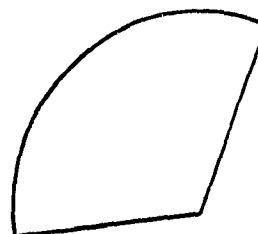
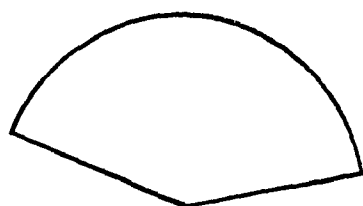
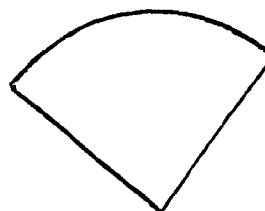
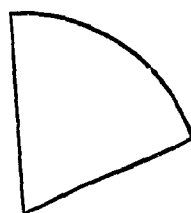
Partie 3: Angle et portion de plan

(A) Les formes sont statiques et ont la même orientation.



Partie 4: Angle et portion de plan

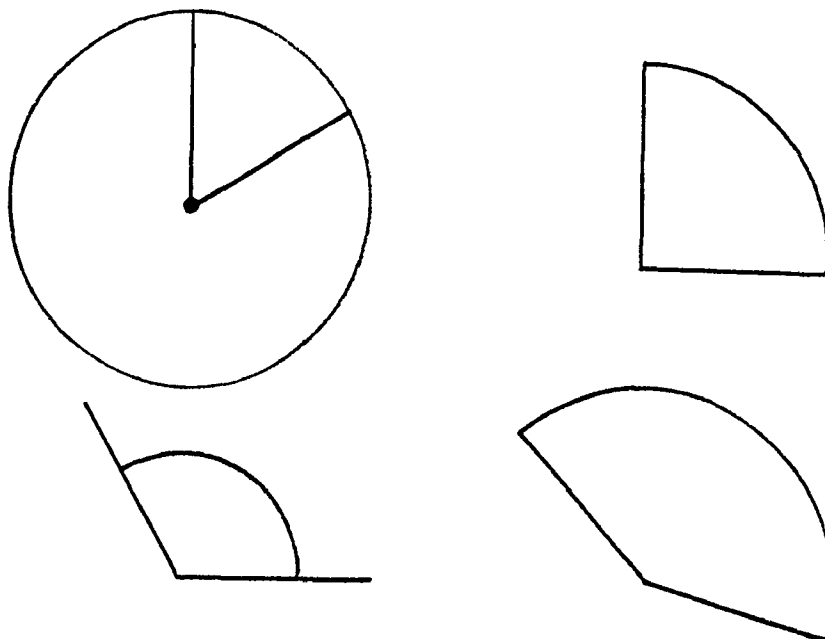
(B) Les formes sont mobiles et peuvent être manipulées.



Partie 5: Angle et 4 aspects différents

Lien entre les 4 aspects

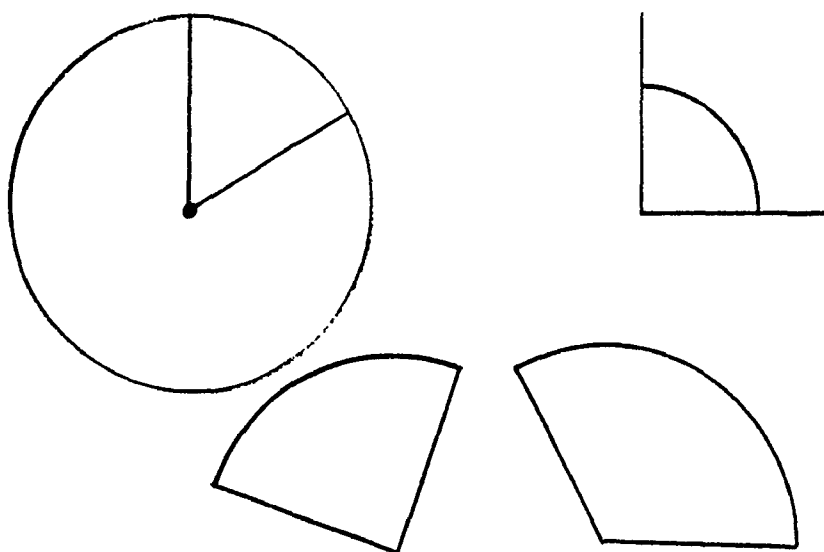
Je prends un exemple de chacun des 4 aspects précédents pour représenter les angles. Je tourne l'aiguille de l'horloge.



Partie 6: Deux angles égaux

Deux représentations différentes du même angle

Lien entre les 4 aspects et question piège.



*Les cartons ne sont pas placés dans l'ordre. Ils sont présentés deux en haut et deux en bas. Le temps pour répondre est noté et les réponses sont enregistrées avec un magnétophone à cassette.

Après avoir analysé les résultats de Patrice en 3e année et de Peter en 2e année, les aspects qui semblaient les plus naturels pour eux, seraient dans l'ordre:

1er: Portion de plan - surfaces manipulables (réponses plus rapides)

2e : Les rotations (aucune difficulté)

3e : Portion de plan - surfaces statiques et

4e : Intersection de demi-droites.

Par contre, pour Brigitte en 1ère année, on doit inverser le 2e et le 3e aspects.

Nous pouvons constater que l'aspect intersection de demi-droites semblent amener le plus de difficulté et ce pour les trois élèves de la 1ère à la troisième année.

Ces résultats viennent démontrer la nécessité de réviser l'approche pédagogique du concept d'angle puisque c'est vraiment l'aspect "angle et intersection de demi-droites" qui semble le moins naturel pour les élèves de 1ère, 2e et 3e années.

En effet les aspects: angles présentés comme une portion de plan ou comme une rotation n'ont amené aucune difficulté dans la comparaison des angles dans les parties 1-3-4.

Ce test semble significatif puisque dans les parties 1-2-3-4, les enfants devaient comparer les mêmes angles, seules les représentations variaient pour démontrer les 4 aspects d'un angle.

De plus, dans les parties 5 et 6, ce sont les aspects (2) intersection de demi-droites et (3) portion de plan - surfaces statiques qui posaient des difficultés.

Notre échantillonnage restreint ne nous permet pas d'affirmer avec certitude qu'une approche dynamique où l'angle est présenté comme une surface manipulable ou une rotation, s'avère essentielle pour une compréhension de base du concept d'angle. Toutefois, nous pouvons croire que ces résultats sont à considérer! Nous devons partir du vécu de l'enfant et non de lignes figées. Ainsi, il serait intéressant de faire d'abord des exercices avec tout le corps avant de passer à des représentations abstraites. Par exemple: faire des ouvertures avec le bras par rapport au corps, ou entre les jambes, faire des gestes avec les mains comme ouvrir une porte, faire des rotations avec la tête, les pieds, etc... pour ensuite utiliser un instrument qui pourrait simuler ces rotations.

Ainsi, on rejoint davantage les recommandations de G. Susan Close qui favorisaient la fusion des approches dynamiques et statiques où les différents aspects devraient être intégrés pour une compréhension globale du concept d'angle.

De plus, suite à cette expérimentation, nous pensons que nous devons considérer les deux aspects qui semblent les plus naturels, soit angle et portion de plan - surfaces manipulables et l'angle comme étant une rotation. Ces deux aspects doivent d'abord faire partie de l'enseignement des angles et ils devraient précéder l'aspect d'un angle qui est l'intersection de demi-droites. D'ailleurs, les aspects portion de plan - surfaces manipulables et rotation, pourraient même être abordés dès le premier cycle du primaire puisqu'ils rejoignent les connaissances intuitives des élèves de 1ère, 2e et 3e années.

2.5 Résumé des études

Selon toutes ces recherches, il apparaît essentiel de tenir compte des différents aspects d'un angle. Ainsi, les quatre aspects suivants doivent être considérés équitablement, soit:

- 1) portion de plan : surfaces manipulables
- 2) rotation
- 3) portion de plan : surfaces statiques
- 4) intersection de demi-droites.

L'aspect intersection de demi-droites semble être le moins naturel pour les élèves de 1ère, 2e et 3e années (étude #4) puisque c'est l'aspect qui amène le plus de difficulté dans la comparaison intuitive des angles. Nos méthodes d'enseignement privilégient pourtant cette approche statique. L'étude de G. Susan Close dénonce également cette lacune. Cette auteur favorise d'abord une approche dynamique qui implique des rotations, pour les relier ensuite à des représentations statiques.

Nous allons donc tenter un Projet Pilote qui sera présenté au chapitre suivant pour fusionner les approches en utilisant le Langage Logo qui présente l'angle: 1° comme une rotation et 2° comme l'intersection de demi-droites résultant des rotations, c'est-à-dire des mouvements de la tortue.

Dans le Projet Pilote, les activités de comparaison relèveront de la perception intuitive plutôt que de la mesure. L'estimation de grandeur d'angle sera plus importante que les activités de mesure pour une compréhension de base du concept d'angle et de mesure. Pour ce faire nous utiliserons des unités non-conventionnelles, soit une version modifiée du Langage Logo. Les activités seront dirigées pour créer un véritable micro-monde d'apprentissage des angles.

CHAPITRE III

PROJET PILOTE

3.1 État de la question

Les recherches spécifiquement axées sur la notion d'angle avec Logo sont peu nombreuses et les résultats n'apportent pas de conclusions significatives qui pourraient inciter les professeurs à utiliser le Langage Logo pour l'enseignement du concept d'angle. Notre objectif premier nous amène d'abord à rechercher la pertinence de l'utilisation du Langage Logo dans un contexte scolaire. Ainsi, nous tenterons de trouver des liens entre les expériences sur ordinateurs et les objectifs du programme de mathématiques.

D'après le rapport "Research on Logo in Education: Is the turtle slow but steady or not even in the race?" de Douglas H. Clements (Paper presented at the Logo 85 Conference, MIT, Cambridge MA, July 1985) dans la partie "Cognitive effects" "Effects on mathematics achievements" l'auteur relate les résultats des recherches avec le Langage Logo, et il revient souvent avec la notion d'angle. Pour ne citer qu'un exemple: "measurable effects were found in ability to estimate angles" (Papert, Di Sessa, Watt et Weir, 1979: p. 6).

Par contre, une étude de la notion d'angle avec Logo s'impose car les déplacements de la tortue en terme de rotation sont très complexes. Même si les entrées pour les commandes "Gauche" et "Droite" se donnent en degrés, la notion d'angle sous-entendue demeure très abstraite. En effet, dans la plupart des cas, l'enfant ne voit pas l'angle formé suite à la rotation de la tortue. Il doit imaginer le côté de départ pour visualiser l'angle qu'il vient de produire par la rotation de la tortue. Il s'agit parfois de l'angle intérieur, parfois de l'angle "extérieur" faisant référence à la notion d'angle complémentaire.

Nous sommes loin de l'enseignement des angles à partir des formes, des objets du milieu ou de la représentation d'un angle par l'intersection de demi-droites, c'est-à-dire l'approche actuelle de l'enseignement des angles. Pourtant, cette dimension d'un angle qu'est la rotation fait partie de la définition même du concept d'angle. Voilà où il y a des lacunes dans les méthodes d'enseignement du concept d'angle.

À cet effet, l'étude de Gillian Susan Close "Children understanding of angle at the primary/secondary transfer stage" apporte de nombreuses suggestions, dont la plus importante: "Overall it is recommended that static and dynamic approaches are interrelated" (Close, 1982: p. 91).

L'auteur dénonce le manque de lien entre les différentes approches, alors qu'il faudrait selon elle, associer les expériences de rotation avec les représentations statiques d'un angle. Nous devons trouver un

moyen de présenter l'angle à la fois comme une rotation et l'intersection de demi-droites. Le Langage Logo fonctionnant simultanément avec des rotations et des translations, pourrait peut-être devenir l'outil d'apprentissage idéal pour fusionner les différentes approches du concept d'angle.

Dans les études axées sur Logo et la notion d'angle, les résultats semblaient plutôt décevants. Peut-être pouvons-nous attribuer ce fait à la trop grande liberté d'utilisation de Logo dans leurs expérimentations? Par exemple, dans "Logo et la notion d'angle en quatrième année" les auteurs avaient comme objectif de trouver "Dans quelle mesure une utilisation libre du Langage Logo par des élèves de quatrième année pouvait leur permettre d'enrichir leur concept d'angle?" (Kieran, Taurisson, 1985: p. 2). Leurs résultats les poussent à croire que les élèves font des dessins en Logo sans prendre conscience des concepts sous-jacents de ce qu'ils utilisent. De plus, ils prétendent que le principal intérêt de l'utilisation de Logo n'est pas relié à l'apprentissage des angles.

Dans la seconde étude de Carolyn Kieran, "The evolution of Geometric thinking among 10 and 11 year olds using Logo" (1985), elle dénote cette fois une plus grande facilité dans le Groupe Logo pour définir ce qu'est un angle. Soulignons que la moitié réfère cette notion aux coins d'un objet. Toutefois, ceux-ci éprouvent des difficultés à dessiner des angles de 90° et de 45° et ne comprennent pas la signification de "degré". De façon générale, les élèves du Groupe Logo et ceux du Groupe

Témoin connaissent les mêmes difficultés pour comparer des angles, car ils sont influencés par la longueur des côtés de l'angle. L'auteur note une meilleure flexibilité à passer d'une rotation extérieure à une rotation intérieure dans le Groupe Logo.

À notre avis, le Langage Logo peut devenir un outil particulièrement intéressant pour l'apprentissage du concept d'angle en autant qu'on adapte son langage aux aspects des angles de façon à le simplifier et que les situations-Logo soient orientées et reliées aux objectifs du programme de mathématique en géométrie. Il faut donc créer un **micro-monde** d'apprentissage pour la **notion d'angle**.

3.2 Définition du problème

La principale question de cette recherche pourrait se lire ainsi: "Comment adapter le Langage Logo, de façon à ce qu'il devienne un véritable outil d'apprentissage pour la notion d'angle?".

Pour essayer de répondre à cette question, il faut d'abord développer et expérimenter un matériel pilote. Ce matériel doit être bâti en tenant compte de l'objectif de base, soit fusionner les approches dynamiques et statiques dans l'enseignement du concept d'angle, ce qui nous amène aux questions suivantes:

"Quelles situations-Logo peuvent correspondre à une fusion des approches dynamiques et statiques du concept d'angle?".

"Est-ce que ces situations-Logo permettent d'atteindre les objectifs pour une compréhension de base du concept d'angle?" Les aspects de la notion d'angle qui nous intéressent ici sont les suivants:

- (1) Comparer des angles de façon intuitive;
- (2) Reconnaître des angles aigus, des angles obtus et des angles droits;
- (3) Reconnaître l'angle droit, l'angle aigu et l'angle obtu dans différentes orientations;
- (4) Estimer la grandeur d'un angle;
- (5) Mesurer des angles selon des unités non-conventionnelles;
- (6) Travailler avec des changements de direction.

3.3 Protocole de recherche

Cette recherche implique d'abord la création d'un micro-monde. Nous allons changer les aspects de la géométrie inhérents à la tortue pour investir spécifiquement dans la notion d'angle. Les commandes de déplacement de translation seront fixées à l'avance et leur utilisation se résumera à presser une touche pour faire avancer la tortue de dix pas et une touche pour la faire reculer de dix pas. Les commandes pour effectuer des rotations seront reliées également à une touche suivie cette fois d'une entrée pour donner une valeur à chaque rotation.

L'utilisation d'unités non-conventionnelles nous semble très appropriée puisque nous visons la **compréhension de base du concept d'angle**. Nous avons choisi le repérage par rapport aux unités de l'horloge, soit de 1 à 12 correspondant aux angles de rotation des aiguilles.

Au début, l'instrument de travail et de mesure sera une horloge en carton manipulable avec l'échelle de 1 à 12, soit "1" représentant 30 degrés et "12", 360 degrés. Après la 2e séance, il y aura modification de l'horloge, suite aux suggestions des élèves pour avoir la possibilité de tourner à gauche soit 1 à 6, et tourner à droite avec les unités 1 à 6.

3.4 Analyse des tâches

1ère Partie: 4 séances: expérimentation libre pour initier les élèves aux commandes de notre micro-monde de Logo.

2ième Partie: 5 séances: expériences dirigées avec dessins précis à réaliser en utilisant le micro-monde.

Nous devons présenter des situations-Logo qui font appel aux aspects précis de la notion d'angle qui nous intéressent, pour évaluer ensuite si ces activités permettent d'atteindre les objectifs pour une compréhension de base. Les tâches suggérées seront très dirigées, chacune correspondant à un aspect précis de la notion d'angle.

(1) L'aspect comparatif

Activités de **comparaison intuitive** entre les angles.

La position de départ ne variant pas.



Le questionnaire suivant a été utilisé lors des 1^{ère} et 2^e évaluations.

Question 1) Dans quel dessin la tortue devra tourner le plus?

Question 2) Dans quel dessin la tortue devra tourner le moins?

Question 3) Peux-tu mettre les rotations en ordre croissant?

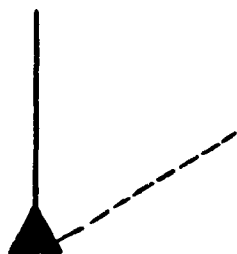
(Voir les angles page 37)

DESSINS page 1

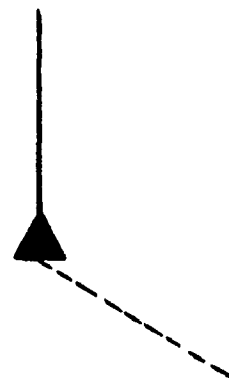
La position de départ ne variant pas.

(1) L'aspect comparatif

(A)
Orange



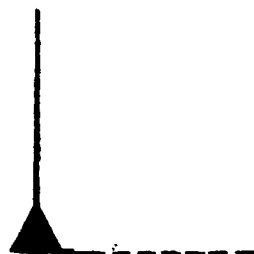
(D)
Brun



(B)
Vert



(E)
Bleu



(C)
Jaune

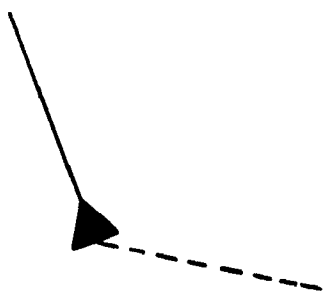


(F)
Noir

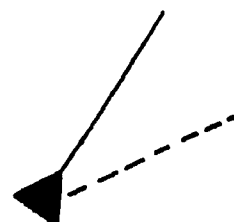


DESSINS page 2
L'orientation des angles varie.

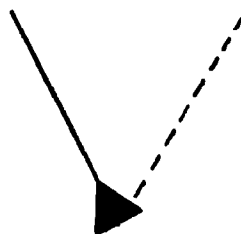
(A)
Brun



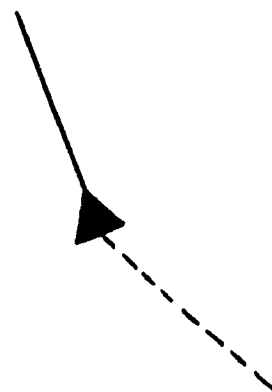
(D)
Bleu



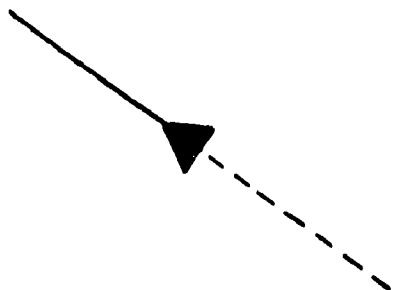
(B)
Vert



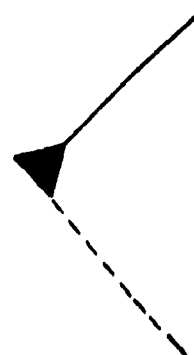
(E)
Jaune



(C)
Noir



(F)
Orange



(2) Reconnaître les angles aigus et les angles obtus.

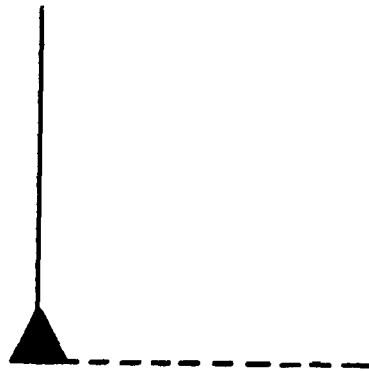
Activités de comparaison à l'angle droit. (les angles p. 37)

(3) Reconnaître l'angle droit et les autres angles dans différentes orientations.

La position de départ varie, donc l'orientation des angles varie également. (Les angles p. 38)

Questions 4 et 5

Voici un dessin:



Question 4) Dans quel dessin la tortue devra tourner **plus que** dans celui-là?

(Voir les angles p. 37 et 38).

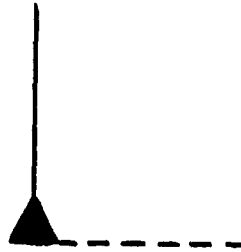
Question 5) Dans quel dessin la tortue devra tourner **moins que** dans celui-là?

(Voir les angles p. 37 et 38).

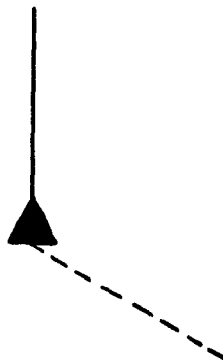
Questions 6, 7 et 8

Voici trois dessins

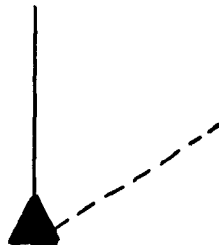
Question 6) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci? (angle droit). (Voir les angles p. 37 et 38)



Question 7) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci? (angle obtu). (Voir les angles p. 37 et 38)



Question 8) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci (angle aigu). (Voir les angles p. 37 et 38)



(4) L'estimation de la grandeur d'un angle

Activité d'estimation de la grandeur d'un angle à partir d'unités non-conventionnelles: Gauche (S) 1 à 6 et Droite (L) 1 à 6 correspondant aux rotations des aiguilles d'une horloge.

Les élèves ont une horloge en carton qui sert d'instrument de mesure. L'une des aiguilles est fixée pour représenter l'orientation ou le côté de départ et l'autre aiguille permet une manipulation pour simuler les rotations.

De combien la tortue devra tourner dans chaque dessin? ou

Quelle rotation devra faire la tortue?

(Voir les angles p. 37-38 et les formes p. 47)

(5) La mesure d'angle avec des unités non-conventionnelles

Vérifie tes estimations des angles en utilisant le micro-monde pour les dessins.

(6) Le travail avec des changements de direction

Dessine les angles pages 37 et 38.

Trace les lignes pointillées pour compléter les dessins suivants:

- a) les rayons des roues de bicyclettes (Voir p. 44)
- b) les rayons du soleil (Voir p. 45)
- c) les étoiles (Voir p. 46).

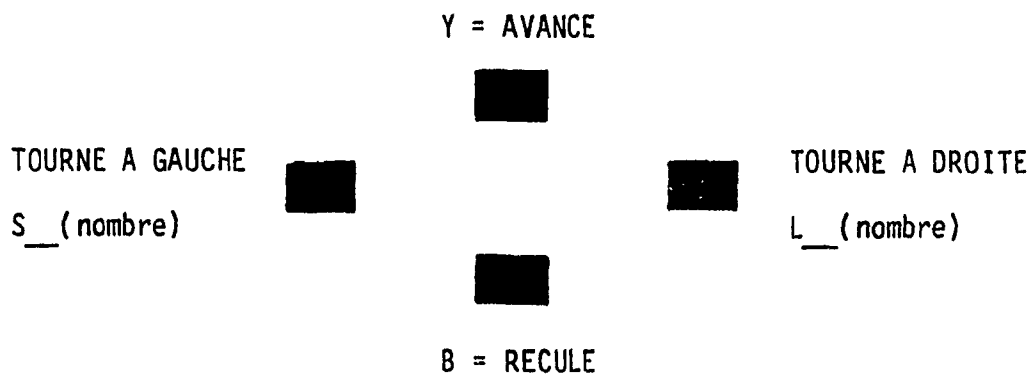
Notre rapporteur est approprié selon G.S. Close puisqu'il représente un tour complet. Ainsi, l'horloge s'avère un outil recommandable.

Cueillette des données

Notre procédé est l'utilisation du "Dribble file". Toutes les commandes que les élèves utilisent sont gardées en mémoire. Elles sont numérotées pour chaque dessin, et feront l'objet de l'analyse des résultats.

LE MICRO-MONDE DES ANGLES: LES COMMANDES

TOUS LES ÉLÈVES ONT UNE CARTE

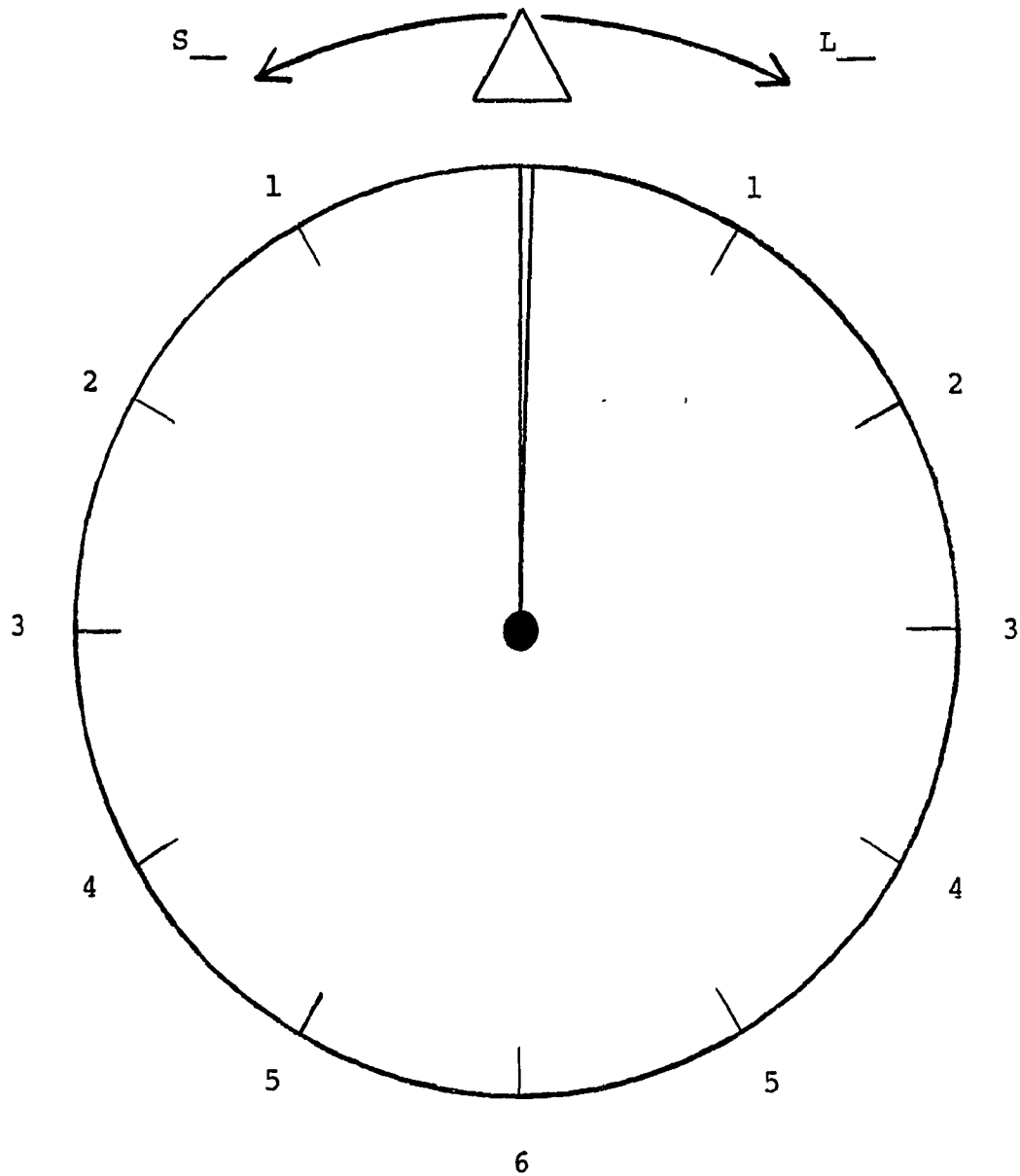


Le choix des commandes fut réalisé en fonction de l'orientation spatiale des touches sur le clavier. "S" se trouve à gauche et servira de commande pour tourner à gauche. "L" se trouve à droite et permettra de tourner à droite. Ces deux commandes devront être suivies d'un nombre qui correspond à l'angle de rotation désiré. Des unités non-conventionnelles seront utilisées pour respecter les recommandations de Gillian Susan Close, selon l'échelle suivante, soit "1" correspondant à "30°". Les deux autres commandes, "Y" et "B" permettent respectivement d'avancer ou de reculer. Chaque fois qu'un élève actionne ces touches, la tortue avancera ou reculera de 10 pas. Nous avons voulu que les élèves se concentrent uniquement sur le choix des unités pour les angles.

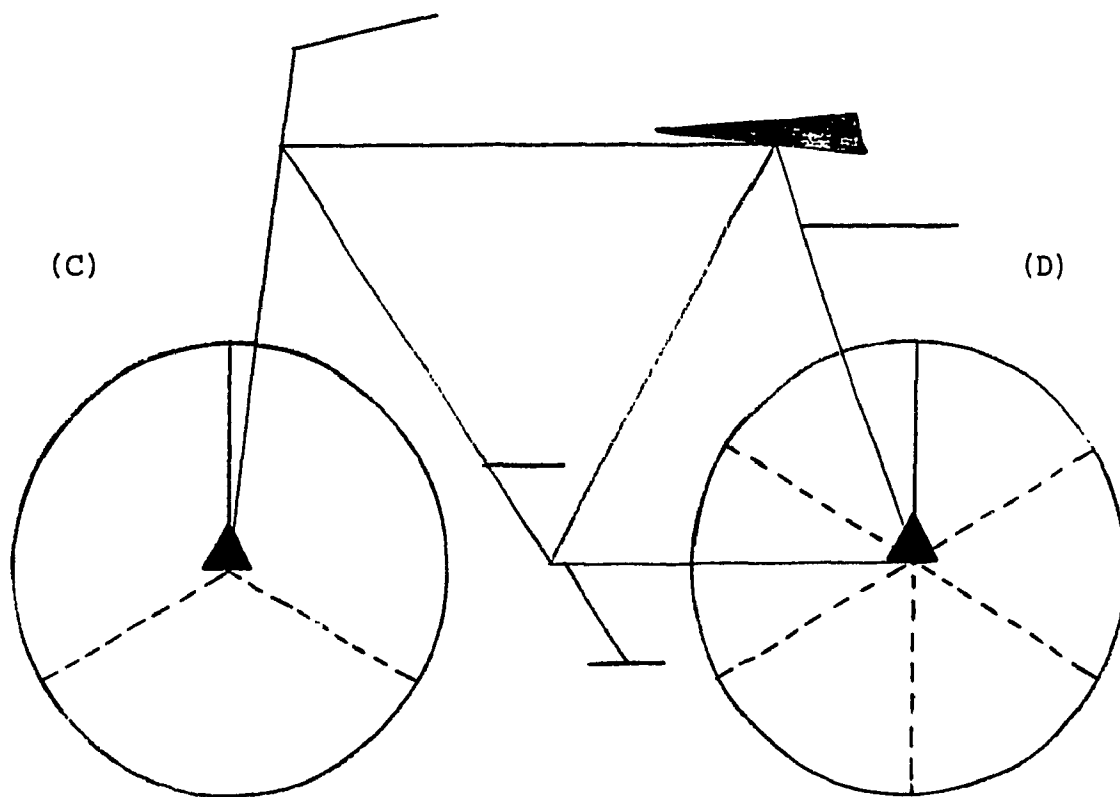
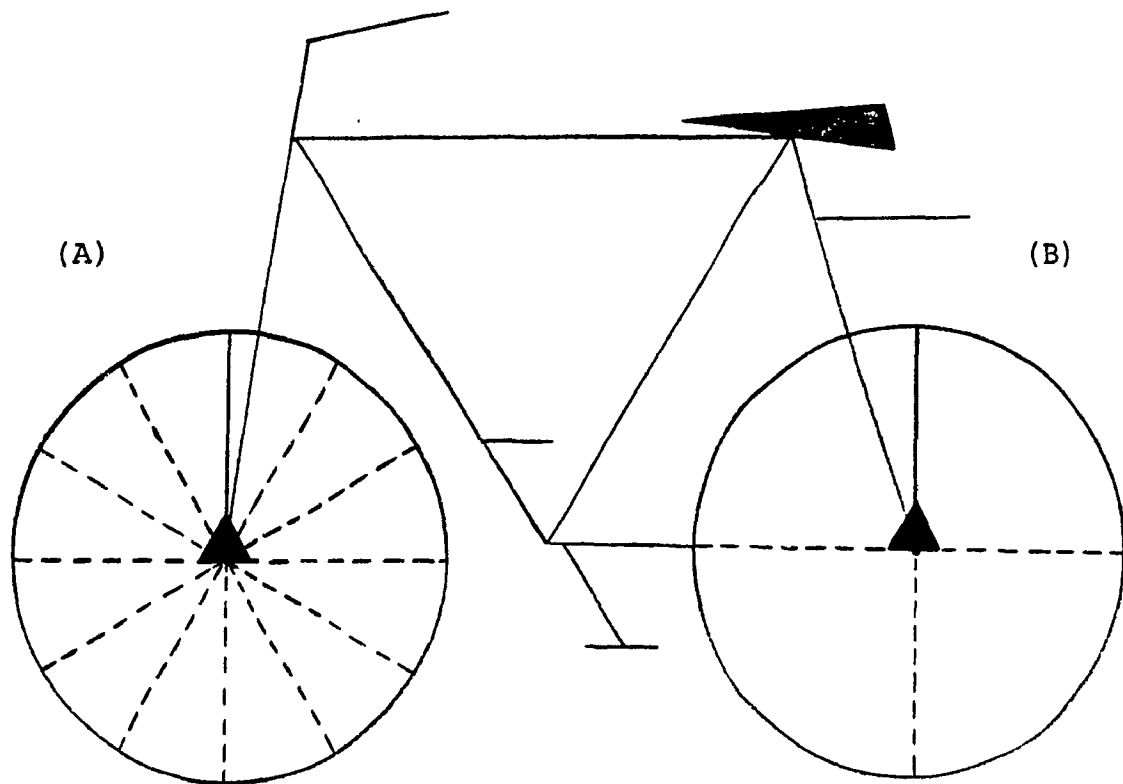
Pour faciliter le repérage, des cartons de couleurs différentes étaient fixés sur les touches "S" "L" "Y" et "B" du clavier. Ces mêmes couleurs apparaissaient sur leur carte indiquant les commandes. Chaque élève possédait cette carte avec les commandes ainsi qu'une horloge servant d'instrument de mesure pour les angles.

L'INSTRUMENT DE MESURE:

L'horloge avec les unités non-conventionnelles.

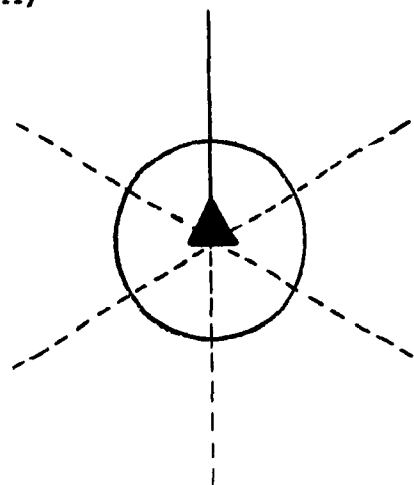


LES ROUES DE BICYCLETTES

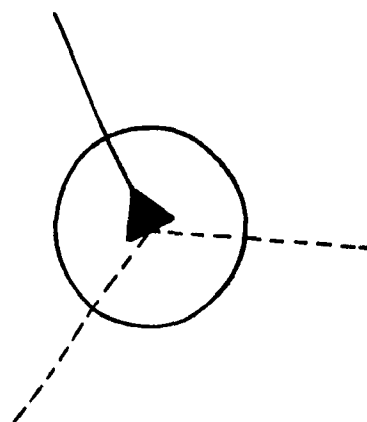


LES RAYONS DU SOLEIL

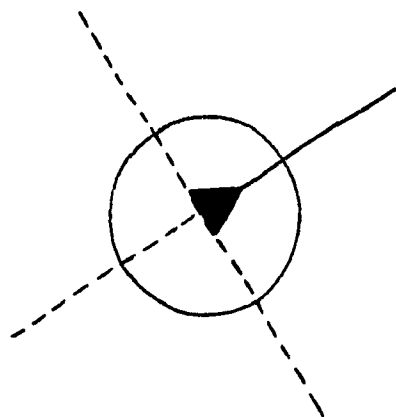
(A)



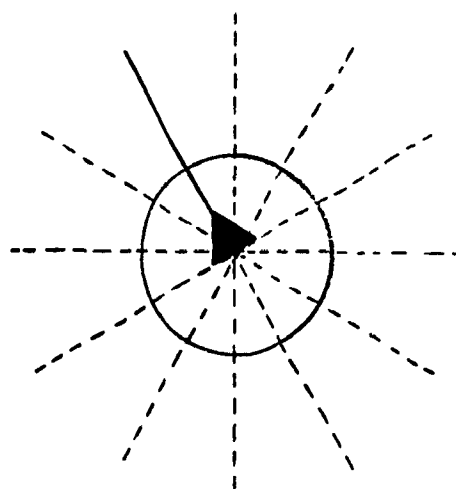
(B)



(C)

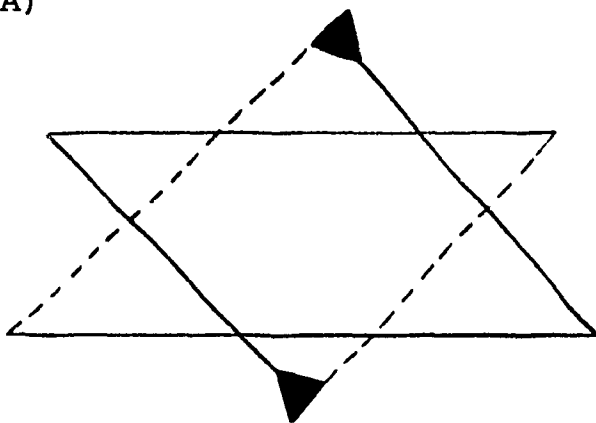


(D)

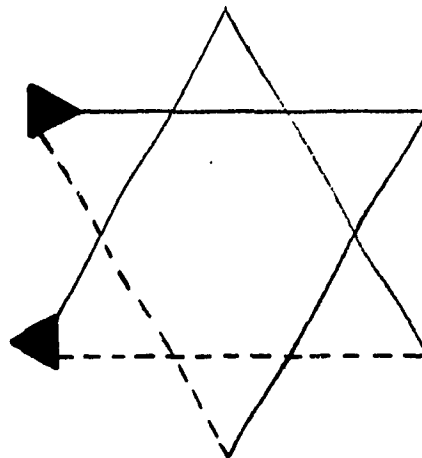


LES ETOILES

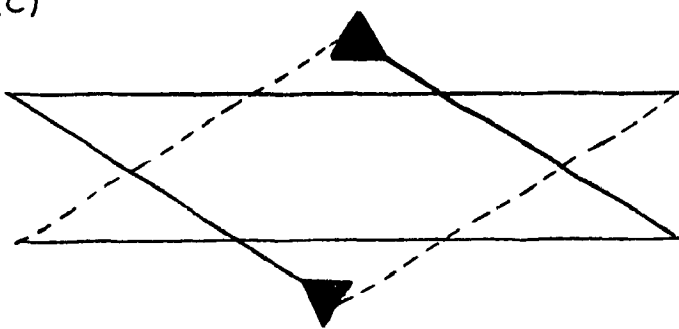
(A)



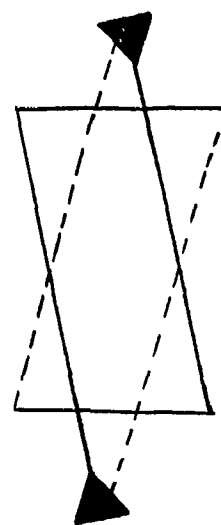
(B)



(C)

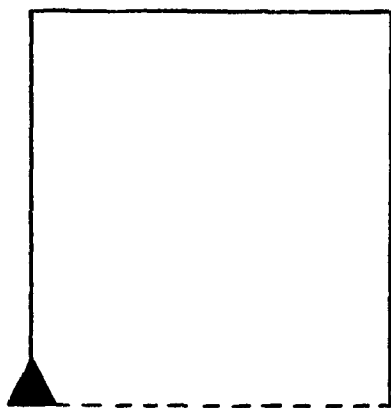


(D)

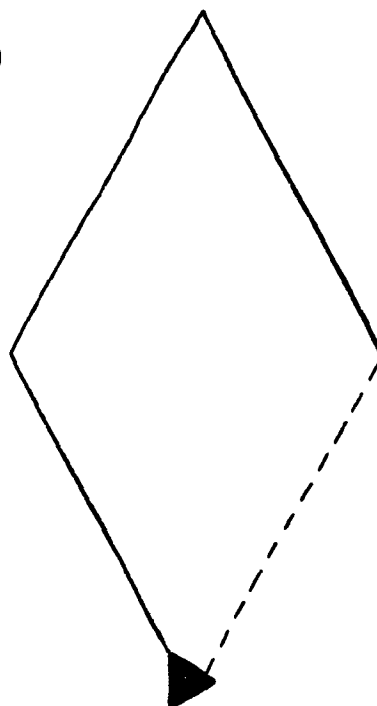


LES FORMES

(A)



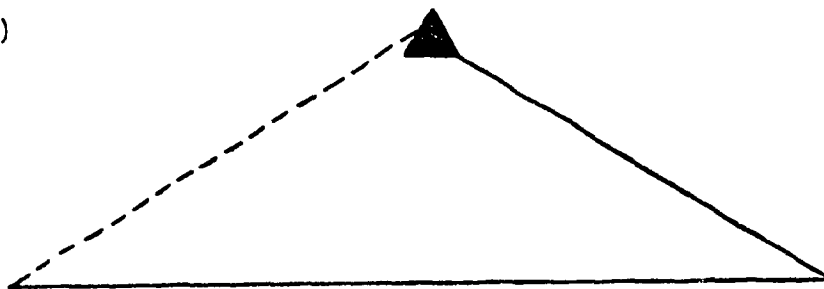
(B)



(D)



(C)



3.5 Déroulement du Projet Pilote

Réalisation d'un Projet Pilote pour expérimenter le matériel et évaluer la pertinence des questions, pour éventuellement modifier le micro-monde des angles et le questionnaire si nécessaire.

Lieu: Ecole Pierre Laporte, Greenfield Park.
Niveau: 2e année
Nombre d'élèves: 4 (soit deux équipes)
Groupe A: Amélie et Thierry
Groupe B: Frédéric et Julie
Durée: 5 semaines, 2 heures par semaine, deux séances d'une heure, lundi et jeudi 8h40 à 9h40
Total: 9 séances
Mai - juin 1986
Début: jeudi le 22 mai 1986
Fin: jeudi le 19 juin 1986
Nombre d'ordinateur: 2 IBM PC Junior

Deux tableaux suivront pour présenter le déroulement des séances avec un résumé des tâches pour chaque séance. Auparavant, voici une description plus précise des séances.

Le Projet Pilote fut réalisé sur une période de 9 séances au laboratoire de l'École Pierre Laporte. Un professeur de 2e année s'est montré intéressé par le projet et a bien voulu nous confier 4 de ses élèves. Le choix des élèves devait respecter une condition pour l'enseignante, soit que ces élèves puissent s'absenter de leur classe deux heures par semaine, et ce pendant cinq semaines. Nous pouvons comprendre pourquoi elle nous confia quatre élèves dont le rendement académique se situe au-dessus de la moyenne.

Voici comment s'est déroulé l'expérimentation.

Les séances 1 à 4 devaient permettre aux élèves de se familiariser avec les commandes de notre Micro-monde des angles. Ces expérimentation libre s'est effectuée en équipe avec une carte des commandes et une horloge manipulable qui indiquait les unités non-conventionnelles. Pendant cette période, l'équipe A nous suggéra de modifier l'instrument de mesure, c'est-à-dire l'horloge pour permettre plus facilement de tourner à gauche. En effet, l'horloge les poussait à tourner à droite de "un" à "douze". Suite à ce commentaire, nous avons introduit le système de "un" à "six" qui correspondait davantage à leurs besoins de faire des rotations à gauche ou à droite car les élèves choisissent plus souvent le côté où la tortue tourne le moins. (Par exemple: ils préféreront faire S3 à gauche plutôt que L9 à droite).

Les élèves ont réalisé des dessins vraiment personnels qu'ils avaient parfois planifiés sommairement ou qu'ils découvraient simplement en expérimentant les commandes et ces deux méthodes se chevauchaient continuellement. Notre objectif devant cette expérimentation libre était centré sur l'apprentissage des commandes et l'utilisation de l'instrument de mesure (l'horloge). Ainsi, nos interventions relevaient plutôt du domaine technique de notre Micro-monde.

Avant de cheminer vers l'expérimentation dirigée, nous avons voulu évaluer les habiletés des élèves à comparer des angles de façon intuitive c'est-à-dire sans les mesurer, et leurs habiletés à faire l'estimation des angles avec les unités non-conventionnelles qu'ils avaient utilisées pour l'expérimentation libre. À la séance 5, ils ont fait en équipe l'estimation des angles des Dessins pages 1 et 2 (voir l'annexe A). Ensuite, ils devaient répondre individuellement au questionnaire de la 1ère évaluation pages 1 et 2 (voir l'annexe B) avec ces mêmes dessins. À la fin, nous leur demandions de les reproduire à l'ordinateur et ce travail s'effectuait en équipe.

À la séance 6, nous nous sommes repris pour une 2e évaluation puisque les Dessins pages 1 et 2 présentaient les angles en ordre croissant ce qui venait fausser nos résultats. Les élèves devaient faire l'estimation des angles, les reproduire à l'ordinateur puis répondre à un questionnaire sur la comparaison des angles (voir annexe B). Nous avons ajouté une tâche qui consistait à faire l'estimation des angles

dans les dessins des pages 4 à 8 (voir annexe A). Ils inscrivaient les commandes correspondant à ces angles sur une feuille de réponse prévue à cette fin.

Pour les séances 7-8-9, soit l'expérience dirigée, nous demandions aux élèves de reproduire les angles des dessins pages 4-5-6-8-9-10 en utilisant les commandes de notre Micro-monde des angles. Toutes ces données étaient conservées grâce au Dribble File pour nous permettre d'analyser les résultats.

DÉROULEMENT DU PROJET PILOTE

SEANCE	GROUPE A	GROUPE B
1	Apprentissage des commandes Projet libre . Ils dessinent un camion	Apprentissage des commandes Projet libre
2	. Lettres de leur prénom	. Ils dessinent une croix, puis un triangle
3	Introduction des horloges 1 à 6	Tourne à gauche et à droite
	. Un cert-volant . Un "A"	. Une tente . Un drapeau
4	. Une note de musique	. Un chaudron
	Fin de l'expérimentation libre	
5	<u>1ère ÉVALUATION</u> 1) Estimation des angles: dessins pages 1 et 2 2) Questionnaire: Comparaison des angles dessins pages 1 et 2 3) Reproduire à l'ordinateur: Les angles des dessins pages 1 et 2	

Voir Annexe A: les dessins pages 1 à 10
 Annexe B: les questionnaires

DÉROULEMENT DU PROJET PILOTE

SÉANCE	GROUPE A	GROUPE B
6	<p><u>2e ÉVALUATION</u></p> <p>1) Estimation des angles: dessins pages 1 et 2. (Les angles ne sont pas placés en ordre) et les reproduire à l'ordinateur.</p> <p>Vérifier les estimations à la fin avec les feuilles acétates qu'on place sur l'écran.</p> <p>Logo devient un instrument de mesure des angles.</p> <p>2) Questionnaire: . Comparaison des angles dessins pages 1 et 2 . Orientation des angles dessins page 2 . Estimation des angles dessins pages 4 à 8</p>	
7	<p>Amélie (seule)</p> <p>Les dessins:</p> <p>Bicyclettes p. 5 (D) (C) p. 4 (A) (B)</p>	<p>Les dessins:</p> <p>Bicyclettes p. 4 (A) (B) p. 5 (C) (D)</p> <p>Soleils p.6 (A)(B)(C)(D)</p>
8	<p>Soleils p. 6 (A)(B)(C)(D) Formes p. 8 (A)(B)(C)(D) Etoile p. 9</p>	<p>Formes p. 8 (A)(B)(C)(D) Etoile p. 10</p>
9	<p>Etoile p. 10</p>	<p>Etoile p.9</p>

3.6 Analyse des résultats

Les différents objectifs

Les aspects de la notion d'angle qui nous intéresse:

L'enfant est capable de:

- (1) comparer des angles de façon intuitive;
- (2) reconnaître des angles aigus, obtus et droits;
- (3) reconnaître l'angle droit, aigu, obtu dans différentes orientations;
- (4) estimer la grandeur d'un angle selon des unités non-conventionnelles. Le Langage Logo adapté permet de faire une vérification précise de leur estimation. Il sert alors d'instrument de mesure des angles, c'est-à-dire des rotations exercées par les mouvements de la tortue;
- (5) travailler avec des changements de direction, soit mettre en application ses connaissances (les dessins).

Les différentes tâches, en fonction des objectifs

- (1) Comparer des angles de façon intuitive:

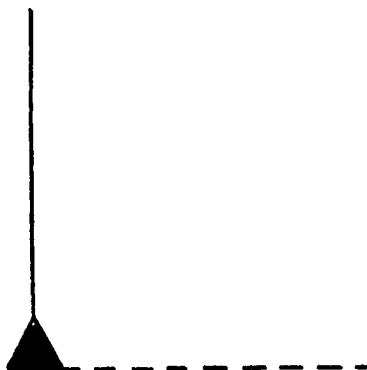
Les questions des 1ère et 2e évaluations:

- Question 1) Dans quel dessin la tortue devra tourner **le plus**?
- Question 2) Dans quel dessin la tortue devra tourner **le moins**?
- Question 3) Peux-tu mettre les rotations en **ordre croissant**?

Seul Frédéric a fait une erreur. À la 2e évaluation, il a inversé dans l'ordre les angles 4 et 3 de la page 1, soit les angles 120° et 90° . Par contre il a réussi à les mettre en ordre à la page 2 où l'orientation des angles varie, ce qui devait amener une plus grande difficulté.

(2) Reconnaître les angles obtus

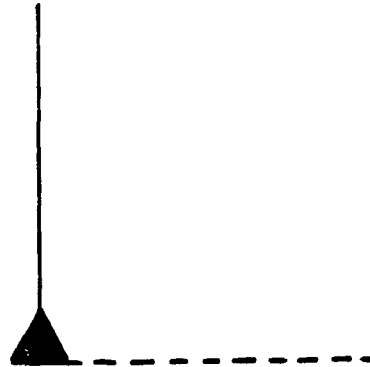
- Question 4) Dans quel dessin la tortue devra tourner **plus** que dans celui-ci?



Seule Amélie a fait deux erreurs. À la 1ère évaluation, Dessins pages 1 et 2 elle n'a pas trouvé l'angle 4, soit celui de 120° . Qu'il soit en position initiale à l'origine ou d'orientation variée elle ne l'a pas reconnu, même si ces angles étaient déjà visuellement en ordre et qu'elle pouvait les comparer de façon intuitive et les mettre en ordre aux nos 1-2-3. À la 2e évaluation, elle les a retrouvés.

(2)b) Reconnaître les angles aigus

Question 5) Dans quel dessin la tortue devra tourner **moins que** dans celui-ci?



Tous ont réussi à la 1ère évaluation pages 1 et 2, et à la 2e évaluation pages 1 et 2.

(2)c) Reconnaître un angle obtu, un angle droit et un angle aigu

Question 6) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci? (angle droit)

Question 7) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci? (angle obtu de 120°)

Question 8) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans celui-ci? (angle aigu de 60°)

Aux 1ère et 2e évaluations page 1, les 4 élèves peuvent reconnaître l'angle obtu, l'angle droit et l'angle aigu.

(3) Reconnaître l'angle droit, aigu, obtu dans différentes orientations

Lorsque l'orientation de départ varie soit aux 2 évaluations page 2, les 4 élèves ont eu des difficultés. Voir l'annexe A page 131. Les questions sont identiques aux numéros 6-7-8.

Amélie: . n'a pas reconnu l'angle droit, elle a mis l'angle (A), soit celui de 120° 1ère évaluation page 2;
. n'a pas reconnu l'angle obtu de 120° , elle a mis l'angle (E), soit celui de 150° , 2e évaluation page 2;

Thierry: . aucun problème à la 1ère évaluation;
. n'a pas reconnu l'angle obtu de 120° , il a mis l'angle (E), soit celui de 150° , 2e évaluation page 2;

Frédéric: . n'a pas reconnu l'angle obtu de 120° , il a mis l'angle (E), soit celui de 150° , 1ère évaluation page 2;
. aucun problème à la 2e évaluation alors que les angles ne sont pas placés en ordre.

Julie: . n'a pas reconnu l'angle obtu de 120° , elle a mis l'angle (E), soit celui de 150° , 1ère évaluation page 2;
. aucun problème à la 2e évaluation alors que les angles ne sont pas placés visuellement en ordre.

(4) Estimer la grandeur d'un angle selon des unités non conventionnellesa) Estimation : Partie en équipe

Dessins pages 1 et 2 (Voir Annexe A, p. 130 et 131)

Cette partie s'est déroulée en équipe. Il sont réussis à faire l'estimation de tous les angles dont l'orientation de départ est à l'origine (voir p. 130). Toutefois, le Groupe A s'est repris une fois et le Groupe B trois fois. Lorsque l'orientation varie (voir p. 131), le Groupe A a fait deux erreurs et le Groupe B a répondu correctement à trois des six estimations.



Groupe A Pour l'angle (D) (30°), ils ont répondu "2" (60°).

Estimation faite à partir de la position du 2e côté de l'angle comme si le côté de départ était orienté à l'origine.

Pour l'angle (B) (60°), ils ont répondu "4" (120°).

Groupe B Pour l'angle (F) (90°), ils ont répondu "5" (150°).

Pour l'angle (A) (120°), ils ont répondu "3" (90°).

Pour l'angle (E) (150°), ils ont répondu "4" (120°).

Estimation faite à partir du 2e côté de l'angle comme si le côté de départ était orienté à l'origine.

Pour les angles (D) et (B), ils ont bien fait l'estimation.



b) Estimation : Partie individuelle

De combien la tortue devra tourner dans chaque dessin?

Voir annexe A dessins pages 4 à 8

Groupe A: Amélie et Thierry, les deux ont réussi à estimer tous les angles.

Groupe B: Frédéric a fait une erreur dans les formes page 8 (C).
Pour l'angle 4, il a répondu 5 (150°) erreur plus ou moins grave à cause de l'orientation vraiment inhabituelle du côté de départ.

Julie a fait deux erreurs dans les étoiles (A)(C) de la page 7:



(A) pour l'angle 3 (90°), elle a répondu 4 (120°);

(C) pour l'angle 4 (120°), elle a répondu 3 (90°).

Ces erreurs sont moins importantes à cause de l'orientation inhabituelle des côtés de départ.

3.7 Conclusion du Projet Pilote

Nous pouvons dire que ce Projet Pilote s'est avéré un succès. D'abord, les commandes de notre Micro-monde ne posèrent aucune difficulté. Les élèves les apprirent rapidement et ne consultaient pratiquement plus leur carte après les séances d'expérimentation libre. L'instrument de mesure, c'est-à-dire l'horloge avec les unités non-conventionnelles semblait tout à fait appropriée et s'avéra un outil fréquemment utilisé pour faire l'estimation des angles avant d'entrer la commande pour tourner à gauche ou à droite. La présentation des dessins des angles sur les acétates permettait vraiment aux élèves de vérifier les angles produits sur l'écran. De plus, ces dessins amenaient une réelle progression des difficultés.

Or, plutôt que de modifier le matériel de notre Micro-monde qui apportait d'excellents résultats et semblait faciliter la compréhension du concept d'angle, nous avons pensé qu'il pourrait être intéressant d'introduire des nouvelles variantes. Nous allons utiliser le Projet Pilote pour aller plus loin dans notre expérimentation.

Il fallait alors trouver des variantes du concept d'angle avec des difficultés que les élèves peuvent rencontrer en situation pratique c'est-à-dire dans leurs dessins.

CHAPITRE IV

PROJET FINAL

4.1 Changements apportés

Le Projet Pilote s'est terminé en juin 1986 et a fait l'objet d'une présentation lors de la conférence intitulée "The Third International Conference for Logo and Mathematics Education" en juillet 1987 à l'Université Concordia. L'apprentissage et l'enseignement des angles avec Logo sembla susciter beaucoup d'intérêt chez les participants et plusieurs ont assisté à cette présentation.

Nous avons reçu des suggestions, dont celle de Mme Sylvia Weir du M.I.T., qui nous parut particulièrement intéressante. Elle nous proposa de **varier la longueur des côtés** pour explorer l'importance de cette variante. Il nous paraît important de souligner que nous avons évité volontairement cette variante pour le Projet Pilote car nous craignons qu'elle ne fausse les résultats et qu'elle rende la tâche trop difficile pour une compréhension de base du concept d'angle.

Cette variante devenait maintenant particulièrement intéressante puisque les résultats du Projet Pilote nous poussaient à introduire des difficultés plus grandes que l'enfant rencontre en situation pratique avec logo.

Nous avons donc décidé d'inclure des activités spécifiquement axées sur la variation de la longueur des côtés, où l'orientation ne varie pas, et d'autres situations où la longueur des côtés et l'orientation varie, ce qui nous amenait une double variante.

De plus, nous avons exploré davantage la variante orientation des angles en ajoutant un aspect de la rotation qui consiste à **tourner à gauche dans les dessins du 3e questionnaire d'évaluation**, alors que dans le Projet Pilote toutes les rotations se faisaient à droite.

Pour les activités d'estimation et de mesure, nous avons encouragé davantage les élèves à utiliser les feuilles acétates et les mettre sur l'écran pour **vérifier leur estimation**. Ils pouvaient en tout temps se servir de leur instrument de mesure, c'est-à-dire une horloge avec des unités non-conventionnelles de 1 à 6, une aiguille fixée à zéro qui représente la position de départ et une aiguille mobile qui permet les rotations à gauche et à droite.

Pour le Projet Final, l'évaluation s'est effectuée en trois étapes soit une première évaluation au début du Projet, une deuxième évaluation à la fin et **une troisième évaluation un mois après l'expérimentation**.

Nous avons ajouté une page de dessins (voir annexe A - page 123) dans laquelle la longueur des côtés varie, de façon à évaluer cette nouvelle variante dans les activités de dessins et dans les deux premières évaluations qui contenaient cette fois trois pages.

Les questionnaires pour ces deux évaluations sont identiques et sont les mêmes qu'au Projet Pilote. Les élèves doivent répondre aux mêmes questions avec les dessins des pages 1, 2 et 3, la page 3 ayant été ajoutée pour évaluer la variante longueur des côtés. Le questionnaire de la 3e évaluation a été bâti spécialement pour le Projet Final. Il contient deux pages de dessins pour chaque variante dont 50% relèvent des rotations à gauche. Cette dernière évaluation ne comporte que l'estimation des angles intérieurs et ce en fonction de quatre variantes, c'est-à-dire l'orientation à l'origine, l'orientation qui varie, la longueur des côtés ainsi que l'orientation et la longueur des côtés qui varient.

Le Projet Final ne s'est pas déroulé en équipe. Les quatre élèves ont travaillé de **façon individuelle** ce qui permet de faire une analyse se rapprochant des études de cas.

4.2 Déroulement du Projet Final

Lieu: Ecole Champlain, Candiac.

Niveau: 2ième année

Nombre d'élèves: 4 . Julie
. Geneviève
. Michael
. Charles

Durée: 6 semaines
2 heures par semaine
Lundi et vendredi de 14h30 à 15h30
Total: 12 séances
Début: le 4 décembre 1987
Fin : le 21 mars 1988

Nombre d'ordinateur: 4 Apple 2e

Imprimante : Image Writer
Utilisation du "Dribble file".

Le Projet Final s'est déroulé sur une période de douze semaines. L'auteur de cette expérimentation avait d'abord présenté la tortue à son groupe d'élèves de 2e année en faisant une démonstration du fonctionnement de la tortue du Micro-monde des angles avec une description des commandes et une présentation du matériel soit la carte des commandes et l'horloge servant d'instrument de mesure.

Tous les élèves du groupe furent ainsi initiés quelque peu au fonctionnement de la tortue. Il nous fallait choisir quatre élèves pour expérimenter notre Micro-monde. Nous avons choisi Julie qui réussit facilement en classe, Geneviève et Michael qui ont des résultats moyens et Charles qui est relativement faible. Ce dernier faisait partie d'un autre groupe de 2e année. Ces élèves étaient vraiment disponibles puisqu'ils fréquentaient la garderie scolaire tous les jours après l'école.

La première séance fut la 1ère évaluation et elle a été réalisée par tous les élèves du groupe de 2e année, soit 24 élèves. Il s'agissait ainsi d'évaluer les élèves de notre échantillonnage par rapport aux autres pour les situer. Voici comment nous avons procédé pour cette 1ère évaluation.

Chaque élève avait le questionnaire page 1, alors qu'au mur nous projetions les angles c'est-à-dire les Dessins page 1. Pour les questions 6-7-8, nous ajoutions les trois angles à retrouver soit 90° , 120° et 60° sur une feuille acétate (annexe B-Test) placée à côté des

Dessins page 1. Les élèves voyaient tous les angles grâce au rétro-projecteur. Nous reprenions le même procédé pour le questionnaire page 2 avec les Dessins page 2 et pour le questionnaire page 3 avec les Dessins page 3. Les trois questionnaires étaient identiques, mais les réponses différaient en fonction des trois pages de dessins.

Les résultats de cette évaluation étaient intimement liés au rendement académique pour les quatre élèves choisis soit: une élève forte, deux moyens et un élève faible. Notre échantillonnage était ainsi plus représentatif qu'au Projet Pilote. Michael et Charles durent faire cette évaluation à la 6e séance pour des raisons hors contrôle, et donc elle ne peut être considérée comme un pré-test.

Les séances 2-3-4-5 étaient consacrées à l'apprentissage des commandes. Les élèves pouvaient dessiner ce qu'ils voulaient pourvu qu'ils travaillaient avec les commandes et l'horloge servant d'instrument de mesure. Cette horloge pouvait les aider à faire l'estimation des rotations alors que le Micro-monde leur permettait de vérifier les estimations en observant le résultat produit à l'écran. À la dernière séance, les élèves semblaient prêts à réaliser une tâche plus difficile et ils demandèrent d'avoir une suggestion de projet. Le projet proposé consista à tracer une ligne et à écrire son prénom. Ce qui devait marquer la fin de l'expérimentation libre relevait plutôt d'une expérience dirigée bien que la formation des lettres était laissée à leur discrétion.

Aux séances 6-7-8-9-10, les élèves devaient reproduire tous les angles des dessins des pages 1 à 10 (voir l'annexe A). Ces angles étant tracés en couleur, le premier côté représenté par une ligne continue et les autres en lignes pointillées.

Cette présentation sembla claire.

La consigne était la même pour chaque dessin c'est-à-dire:

- 1) tracer le côté de départ (selon l'orientation présentée);
- 2) faire l'estimation de la rotation;
- 3) donner la commande;
- 4) vérifier l'angle en plaçant le modèle de l'acétate sur l'écran;
- 5) tracer le 2e côté et reprendre la procédure pour les autres côtés s'il y a lieu.

Toutes leurs commandes étaient conservées grâce au Dribble File ce qui nous permit d'analyser les angles utilisés dans leurs dessins.

La 11e séance fut consacrée à une 2e évaluation qui s'effectua en classe avec les quatre élèves de l'expérimentation. Les angles sur acétates étaient projetés au mur et les élèves devaient répondre aux mêmes questions qu'à la 1ère évaluation, soit trois questionnaires pour les trois pages de dessins.

La dernière séance eut lieu un mois après cette 2e évaluation pour pouvoir évaluer leurs habiletés pour faire l'estimation des angles, et ce après une certaine période sans travailler avec le Micro-monde des angles. Ainsi, à la 3e évaluation, soit à la 12e séance, ils devaient faire l'estimation des angles des huit pages de dessins qu'on retrouve à l'annexe C. Les élèves pouvaient se servir de l'horloge avec les unités non-conventionnelles pour réaliser cette tâche.

Les tableaux qui suivent présentent le déroulement des séances avec un résumé des tâches pour chaque séance. Les numéros suivants "DD" correspondent aux numéros des dessins dans le Dribble File qui ont servi pour l'analyse des résultats.

DÉROULEMENT DU PROJET FINAL

SÉANCE	JULIE	GENEVIÈVE	CHARLES	MICHAEL
1	1ère évaluation 3 pages pour tout le groupe de 2e année	1ère évaluation	Il n'est pas dans ce groupe de 2e année (voir séance 6)	Il est absent voir séance 6
2	Expérimentation libre Apprentissage des commandes			
3				
4				
5	Les élèves m'ont demandé une suggestion Projet: tracer une ligne et écrire votre prénom Le "Dribble file" fonctionne			
	Julie (DD1) Crevier (DD2)	Geneviève (DD1) (DD2)	Charles (DD1)	Michael (DD1)
	Fin de l'expérimentation libre			

DÉROULEMENT DU PROJET FINAL

SÉANCE	JULIE	GENEVIÈVE	CHARLES	MICHAEL
6	Bicyclettes p. 4 - 5 Soleils p. 6 (DD 3-4-5-8)	Bicyclettes p. 4 - 5 Soleils p. 6 (DD 3-4-5-6-8)	1ère évaluation	1ère évaluation
7	Bicyclettes p.4 Soleils p.6 Angles p.2 (DD 6 à 21)	Soleils p.6 Angles p.2 (DD 7 à 23)	Angles p.2-1 Bicyclette (A) p.4 (DD 3 à 16)	Angles p.1 Bicyclette p.4 Soleils p.6 (DD 3 à 18)
8	Angles p.1-3 Etoiles p.9-10 (DD 26 à 36)	Angles p.1-3 Etoile p.9 (DD 24 à 38)	Bicyclettes p.4-5 Soleil (A)p.6 (DD 17 à 23)	Soleil (D) p.6 Angles p.2-3 DD 19 à 25)
9	Etoile p.10 Formes p.8 Etoile p.7 (DD 37 à 46)	Etoile p.9-10 Formes p.8 (DD 39 à 47)	Angles p.3 Soleils p.6 (DD24 à 34)	Angles p.3 Etoiles p.9-10 (DD 26 à 34)

DÉROULEMENT DU PROJET FINAL

SÉANCE	JULIE	GENEVIÈVE	CHARLES	MICHAEL
10	Bicyclettes p. 4-5 reprise Etoile p.10 (DD 47 à 51)	Angles (B) (D) p. 2 Formes p.8 (DD 49 à 55)	Soleils p.6 Bicyclette (B) p.4 (DD) 35 à 36)	Formes p.8 Angles p.1 (120°)reprise (DD 35 à 38)
11	2e évaluation: 3 pages 22 février 1988			
12	3e évaluation: 8 pages 21 mars 1988 un mois après l'expérimentation			

4.3 Analyse des résultats

Pour faire l'analyse du Projet Final, nous avons d'abord distingué les angles intérieurs et les angles dits "externes" spécifiques à la géométrie de la tortue avec Logo. Nous avons ensuite regroupé les tâches de dessin et de question d'évaluation en fonction de difficultés communes.

Pour les angles intérieurs, nous avons soulevé 4 variantes soit:

VARIANTE I : l'orientation de départ à l'origine;

VARIANTE II : l'orientation de départ varie;

VARIANTE III: la longueur des côtés varie;

VARIANTE IV : l'orientation de départ et la longueur des côtés varient.

Chaque variante a constitué un tableau afin de regrouper les résultats et d'en faire une analyse exhaustive. Pour des raisons pratiques de présentation, nous avons dû subdiviser chaque tableau. Nous allons donc présenter pour chaque variante: 5 tableaux soit une analyse pour chaque élève et un tableau résumé par tâche, suivis d'une page de conclusion pour cette variante.

Les angles dits "externes" représentent les angles de rotation dont le côté de départ reste à imaginer. Ils constituent la 5e variante et seront analysés en dernier selon le même principe.

Plusieurs tableaux nécessitent l'utilisation de deux pages. Les conclusions pour chaque élève se retrouvent à la fin des tableaux respectifs. Nous avons également utilisé les numéros 1 à 8 à l'intérieur de l'analyse, et ils sont suivis des principales difficultés des élèves. Ces numéros correspondent à ceux des questions des 1ère et 2e évaluations lesquelles se retrouvent aux pages 36 à 40 du présent chapitre.

Quant aux questionnaires, ils sont reproduits à l'annexe B pour les 1ère et 2e évaluations, et à l'annexe C pour la 3e évaluation.

L'annexe A, pour sa part, présente les dessins que devaient reproduire les élèves. Ces dessins servaient également à répondre aux deux premières évaluations.

LES ANGLES INTÉRIEURS

VARIANTE I ORIENTATION DE DÉPART À L'ORIGINE



TABLEAU I JULIE

TABLEAU II GENEVIÈVE

TABLEAU III MICHAEL

TABLEAU IV CHARLES

TABLEAU V RÉSUMÉ PAR TÂCHE

CONCLUSION

TABLEAU I

ORIENTATION DE DÉPART

JULIE

DESSINS
page 1Julie réussit à repro-
duire **tous** les angles.DESSINS
pages 4 et 5Elle trouve les
angles de 30° et de
 60° . Elle sous-estime
les angles de 90° et
de 120° . $90^\circ \rightarrow 60^\circ$
 $120^\circ \rightarrow 90^\circ$.1ère ÉVALUATION
page 1Elle connaît une
seule difficulté,
soit reconnaître
l'angle C de 60° ,
dans la page 1.
Elle met l'angle de
 90° . $60^\circ \rightarrow 90^\circ$.

2e ÉVALUATION

Elle répond correctement à toutes les questions

3e ÉVALUATION

Elle répond correctement à toutes les questions.

CONCLUSION POUR JULIE

ORIENTATION DE DÉPART



Julie avait commencé avec les pages 4 et 5 d'où les difficultés lors du 1er essai. Lors du 2e essai, à la dernière séance des dessins, elle les trouve tous. Dans les trois évaluations, elle peut comparer les angles, les reconnaître et même faire l'estimation exacte des angles dans la 3e évaluation. Elle n'avait pu reconnaître l'angle de 60° lors de la 1ère évaluation. Elle avait mis 90° soit une erreur de +1 selon les unités non-conventionnelles utilisées pour cette recherche ce qui ne semble pas révélateur, d'autant plus que cette erreur ne se reproduit pas dans les autres évaluations.

TABLEAU II

ORIENTATION DE DÉPART

GENEVIÈVE

DESSINS
page 1DESSINS
pages 4 et 51ère ÉVALUATION
page 1

Geneviève a des difficultés avec les angles de 30° , 60° et 90° . Elle procède par tâtonnement, c'est-à-dire elle dépasse et revient en utilisant l'angle de 30° plusieurs fois selon le cas. $60^\circ \rightarrow 120^\circ$ (L4 S1 S1), $30^\circ \rightarrow 90^\circ$ et pour celui-ci elle revient directement (L3 S2) en mettant gauche 60° . $90^\circ \rightarrow 150^\circ$ (L5 S1 S1).

Geneviève trouve les angles de 30° , 60° et 120° . Seul l'angle de 90° lui pose un problème ou est-ce tout simplement une question d'effort. Elle procède par tâtonnement soit par addition de trois angles de 30° . (S1 S1 S1).

Questions 2: le moins (30°) devient 90° . Question 3: mettre en ordre devient 90° , 60° , 150° , 120° , 30° , 180° . Question 4: un angle obtu, elle met 30° . Question 5: un angle aigu, elle met 180° . Elle ne comprend peut-être pas qu'elle doit toujours le comparer à l'angle droit, puis qu'aux numéros 6-7-8 elle peut reconnaître les angles: aigu, obtu et droit.

2e ÉVALUATION
page 1

3e ÉVALUATION
pages 1 et 2

Elle répond correc-
tement à toutes les
questions.

Elle répond correc-
tement à toutes les
questions.

CONCLUSION POUR GENEVIÈVE

ORIENTATION DE DÉPART



A la 1ère évaluation, elle ne peut pas comparer les angles de façon intuitive. Cependant, lorsqu'on lui demande de les reconnaître, elle peut le faire. Il est probable qu'elle ait de la difficulté avec les concepts: mettre en ordre, le moins, moins que, plus que. Dans ses dessins page 1, elle surestime les angles et revient par tâtonnement et surtout en sous-estimant puisqu'elle procède par addition. Pour les 2e et 3e évaluations, elle peut comparer, reconnaître et faire l'estimation des angles. Sa compréhension s'est développée rapidement.

TABLEAU III

ORIENTATION DE DÉPART

MICHAEL

DESSINS
page 1DESSINS
pages 4 et 51ère ÉVALUATION
page 1

Les angles qui lui amènent des difficultés sont 30° , 60° et 120° . $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ à gauche puis il se corrige avec l'angle exact soit (S1 L3). $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ et $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ puis dans les deux cas il revient directement. Pour l'angle de 180° , il le fait sans tourner la tortue. Il recule. Puis au 2e essai, il trouve l'angle de 180° soit L6.

Michael réussit à reproduire tous les premiers angles de ces dessins.

Il répond correctement aux questions, sauf lorsqu'il s'agit de mettre les angles en ordre. Il met le plus petit et le plus grand et aucune réponse entre les deux. Il avait pourtant reçu l'explication et savait qu'il s'agissait de mettre les angles en ordre "du plus petit au plus grand".

2e ÉVALUATION
page 1

Question 2: le moins
30° devient 120°.
Question 3: mettre en
ordre: 120° 90°
30°, 60°, 150° et
180°.
Question 4: il ne met
pas 120° dans les an-
gles obtus.
question 5: il met
120° dans les angles
aigus et ne met pas
60°.
Question 7: reconnaî-
tre l'angle de 120°
devient 150°.

3e ÉVALUATION
pages 1 et 2

Il ne fait que deux
erreurs c'est-à-dire
120° → 150° (L4 →
L5) et 30° → 60°
(S1 → S2). La 2e
erreur peut relever
de la difficulté
nouvelle dans cette
évaluation soit tour-
ner à gauche.

CONCLUSION POUR MICHAEL

ORIENTATION DE DÉPART



Pour Michael deux angles amènent des difficultés. 30° → 60° dans les dessins de la page 1 et dans la 3e évaluation. 120° → 150° dans les dessins de la page 1, à la 2e évaluation où il doit le reconnaître et à la 3e évaluation où il doit faire l'estimation des angles. Les angles de 30° et de 60° sont difficiles à estimer. Il les surestime. Ces problèmes ne sont pas constants puisque dans certaines tâches, il les trouve soit les dessins de la page 4 et à la 1ère évaluation.

TABLEAU IV

ORIENTATION DE DÉPART

CHARLES

DESSINS
page 1DESSINS
pages 4 et 51ère ÉVALUATION
page 1

Pour Charles, les angles à trouver sont différents puisqu'il fait tourner la tortue au bout du 1er côté (il met 180°). Il utilise cette stratégie différente pour les angles 30° , 90° , 120° et 150° , tout de suite après avoir dessiné 60° et 180° . En analysant les angles à trouver lorsque la tortue est orientée vers le bas, on arrive aux deux difficultés suivantes $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ et $90^\circ \rightarrow 60^\circ$.

Charles a beaucoup de problèmes. Il procède par tâtonnement. Par exemple: pour l'angle de 120° il met 90° puis il ajoute 30° et pour l'angle de 60° il met 90° encore puis il revient de 30° . Pour l'angle de 30° , on ne peut pas analyser ces résultats puisqu'il a fait tourner la tortue de 180° après avoir dessiné le premier côté, ce qui change l'angle à trouver. Il ne fait pas les côtés en ordre et procède par tâtonnement. Il perd le centre. Ces tâches sont très difficiles pour lui.

Question 2: le moins 30° devient 150° ce qui correspond au plus petit angle lorsque la tortue est orientée vers le bas comme dans ses dessins. Question 3: mettre en ordre: 150° , 90° , 60° , 30° , 120° , 180° . Les quatre premiers angles suivent la même logique que la question 2. Question 7: reconnaître 120° correspond à 150° .

2e ÉVALUATION
page 1

Question 1: le plus 180° devient 90° .
Question 2: il peut mettre les angles en ordre, sauf pour 180° qu'il place en premier. Cependant, il met 180° dans les angles obtus à la question 4.

3e ÉVALUATION
pages 1 et 2

Charles peut faire l'estimation de tous les angles, sauf 120° qui devient 150° , même erreur qu'à la question 7 de la 1ère évaluation.

CONCLUSION POUR CHARLES

ORIENTATION DE DÉPART



Ses stratégies lui rendent la tâche plus difficile puisque pour trouver les angles, l'orientation de départ de la tortue est différente. Pour lui, la tortue est orientée la tête en bas.

Pour Charles l'angle de $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ dans les dessins de la page 1, ainsi qu'à la 1ère évaluation pour le reconnaître et à la 3e évaluation pour en faire l'estimation. $30^\circ \rightarrow 150^\circ$ à la 1ère évaluation ce qui pourrait être plausible pour lui qui trouve l'angle de 150° à partir de la position orientée tête vers le bas. L'angle de 180° amène des difficultés à la 2e évaluation: le plus $180^\circ \rightarrow 90^\circ$. Dans l'ordre, il place 180° en premier, par contre au numéro suivant, Charles reconnaît que l'angle de 180° est plus grand que l'angle droit.

TABLEAU V

ORIENTATION DE DÉPART

RÉSUMÉ PAR TÂCHE

DESSINS
page 1DESSINS
pages 4 & 51ère ÉVALUATION
page 1

Julie les trouve tous. Geneviève surestime, dépasse et revient. Les 3 erreurs sont de +2 soit 60° de plus. Michael: 30° → 60°, 120° → 150°, 60° → 30° et 180° il le fait sans tourner. Charles rend sa tâche plus difficile par sa stratégie de tourner au bout du 1er côté, ce qui change les angles à trouver.

90°, 60°, 30° difficile pour 3 élèves. 120° → 90° pour Julie et Charles. Michael réussit du 1er coup. Charles a beaucoup de problèmes puisqu'il commence avec la tortue la tête en bas. Il ne les fait pas en ordre et procède par tâtonnement. Pour les autres, les estimations sont assez logiques soit plus ou moins "un" (30°). Geneviève et Julie procèdent par addition, pour corriger.

Julie les trouve tous sauf pour reconnaître 60° → 90°. Geneviève ne peut pas comparer les angles de façon intuitive mais elle peut les reconnaître. Mettre en ordre est une difficulté pour tous sauf Julie. Plus que "l'angle droit" moins que l'angle droit est un problème pour Geneviève.



2e ÉVALUATION
page 1

Julie et Geneviève
les trouve tous.
Charles a des
problèmes avec 180° .
Michael ne peut
mettre les angles en
ordre, le moins 30°
-- 120° , obtu (plus
que \triangle) il ne met
pas 120° aigu (moins
que \triangle) il met 120° .
Il met 120° en
premier dans l'ordre.

3e ÉVALUATION
pages 1 et 2

Julie et Geneviève
les trouve tous,
Michael également
sauf $120^\circ \rightarrow 150^\circ$.
Charles $120^\circ \rightarrow 150^\circ$
et une difficulté de
plus $30^\circ \rightarrow 60^\circ$
(tourne à gauche).
Les résultats de la
3e évaluation sont
excellents. Un mois
après l'expérimenta-
tion et la 2e évalua-
tion les résultats
sont les meilleurs.
Hypothèse: il est
peut-être plus facile
pour eux de faire
l'estimation que de
comparer des angles?

CONCLUSION

ORIENTATION DE DÉPART



Julie qui pouvait comparer les angles de façon intuitive a eu des difficultés dans les dessins. Les dessins semblent amener plus de difficultés que les 2e et 3e évaluations. Ils ont aussi plus d'expériences à la fin des séances soit à la 2e évaluation. Mettre en ordre: pour Michael et Charles est difficile. Charles a également beaucoup de problèmes à dessiner (pages 1, 4 et 5). Il utilise des moyens qui compliquent la tâche et l'orientation n'est plus à l'origine. Toutefois il peut estimer 10 angles sur 12 à la 3e évaluation, tout comme Michael. Julie et Geneviève peuvent faire l'estimation de tous les angles (3e évaluation). Geneviève peut comparer les angles depuis la 2e évaluation et Julie depuis la 1ère.

VARIANTE II

ORIENTATION DE DÉPART VARIE

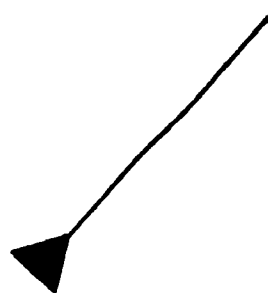


TABLEAU VI JULIE

TABLEAU VII GENEVIÈVE

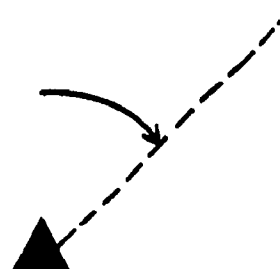
TABLEAU VIII MICHAEL

TABLEAU IX CHARLES

TABLEAU X RÉSUMÉ PAR TÂCHE

CONCLUSION

À noter:



Dessins page 2, 4 et 5:

- le 1er angle à trouver correspond à un angle de rotation que nous nommerons "angle externe" puisqu'il n'est ni un angle intérieur, ni un angle extérieur, mais plutôt un type d'angle particulier à plusieurs situations avec Logo.

L'orientation de départ ne varie pas, mais le 1er côté de l'angle formé reste à imaginer.

- Les autres angles à trouver sont des angles intérieurs.

TABLEAU VI

ORIENTATION VARIE

JULIE

DESSINS
page 2DESSINS
pages 4 et 5DESSINS
page 6

L'angle 1) $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ et
 l'angle 2) 60° est
 exact.
 L'angle 1) $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ et
 l'angle 2) 180° est
 exact. La position de
 départ est difficile
 pour ces 2 dessins (ce
 sont des situations où
 elle doit tourner à
 gauche) **Tous** les angles
 intérieurs sont exacts.

$60^\circ \rightarrow 120^\circ$ ce qui
 correspond à
 l'estimation si la
 tortue était orientée
 vers le haut au
 point de départ (elle
 avait trouvé le 1er
 angle). $30^\circ \rightarrow 60^\circ$
 même commentaire.

1) $30^\circ \rightarrow 60^\circ$
 l'angle 2) $90^\circ \rightarrow$
 $60^\circ + (S2 S2)$. Les
 autres angles sont
 trouvés.

1ère ÉVALUATION
page 2

- 3) ordre: 30° , 60°
 120° , 150° , 90° ,
 180° , ce qui peut
être attribué à la
position du 2e côté.
Elle n'aurait pas
comparer les angles,
mais la position du
2e côté.
4) obtu: 90° position
2e côté.
7) $120^\circ \rightarrow 60^\circ$
aucune explication.
8) $60^\circ \rightarrow 30^\circ$
position du 2e côté.

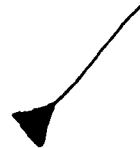
CONCLUSION POUR JULIE
ORIENTATION VARIE

2e ÉVALUATION
page 2

- 1) le plus $\rightarrow 90^\circ$
position du 2e côté
3) ordre 90° est
placé en dernier.
4) obtu $\rightarrow 90^\circ$
position du 2e côté
7) $120^\circ \rightarrow 150^\circ$
position du 2e côté
est la même.

3e ÉVALUATION
pages 3 & 4

Tous, sauf un an-
gle $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ po-
sition 2e côté. La
difficulté tourne à
gauche peut être
envisagée car dans
le dessin 90° tour-
ne à droite (posi-
tion 2e côté est
égale à 60°), elle
peut faire l'esti-
mation.



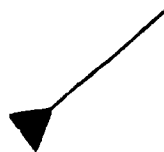
Trouver la position de départ relève des angles externes voir tableaux XXI à XXV. Julie dans la page 2, a inversé 30° et 60° pour placer la tortue dans la bonne position de départ. Elle ne les a pas confondus pour trouver les angles intérieurs de 30° et 60° . L'angle de 90° dans les 1ère et 2e évaluations a été perçu en fonction de la position de son 2e côté, si l'orientation de départ était vers le haut.

Même phénomène pour l'estimation d'un des 2 angles droits dans la 3e évaluation. De plus $60^\circ \rightarrow 120^\circ$, $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ pages 4-5 (2e angle seulement) $60^\circ \rightarrow 30^\circ$: 1ère évaluation, $120^\circ \rightarrow 150^\circ$: 2e évaluation, toujours la même erreur d'après la position du 2e côté? Cependant les dessins pages 4-5 pour les autres angles que le 2e, elle ne refait pas la même erreur. A la 2e évaluation, c'est l'angle de 90° qui a amené des difficultés. A la 3e évaluation, Julie peut faire l'estimation de 11 angles sur un total de 12 angles relevant de cette difficulté.

TABLEAU VII

ORIENTATION VARIE

GENEVIÈVE

DESSINS
page 2DESSINS
pages 4 et 5DESSINS
page 6

120° le 1er côté est placé trop vers la gauche mais le 2e côté est en bonne position par addition.

Les côtés de départ amène des problèmes.

1) 30° → 60°, l'angle

2) 60° est exact, mais la position est

tournée vers la

gauche de 30°. 1) 30°

→ 60°, l'angle 2) 30°

→ 60°. Au 2e essai

l'angle est bon, mais

la position est

tournée vers la

droite.

Erreur droite-gauche pour 90° mais la tortue avait la tête en bas.

120°: elle trouve le 1er angle mais pour le 2e angle 120° → 90°.

120° → 90° elle fait l'estimation à gauche mais pas à droite.

1ère ÉVALUATION
page 2

2e ÉVALUATION
page 2

3e ÉVALUATION
pages 3 et 4

1) le plus $\rightarrow 30^\circ$
 2) le moins 180° .
 Elle inverse les
 réponses. (bleu \leftrightarrow
 noir). Elle les place
 bien en ordre.
 4) obtu $\rightarrow 30^\circ$
 (Est-ce la même
 erreur qu'au #1 ?)
 5) aigu $\rightarrow 120^\circ$.

Tous

Tous, sauf un angle
 $60^\circ \rightarrow 120^\circ$ (à
 droite) mais cette
 erreur est plutôt
 due à la position
 du 2e côté.
 Ensuite pour l'an-
 gle à gauche $60^\circ \rightarrow$
 120° . Est-ce par
 analogie au premier
 angle 60° où elle
 avait mis 120° , le
 2e côté n'étant
 vraiment pas dans
 cette position
 (il est entre 60°
 et 90°)?

CONCLUSION POUR GENEVIÈVE

ORIENTATION VARIE




Trouver la position de départ relève des angles "externes" voir les tableaux XXI à XXV. Dans ses dessins, les difficultés proviennent du fait que la position de départ est difficile à trouver. Les angles intérieurs ne posent pas de problèmes, sauf $120^\circ \rightarrow 90^\circ$ dessins pages 2 et 5. De plus $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ dessins page 2 et cette erreur se retrouve dans 2 exemples pour trouver l'orientation de départ. Pour l'angle 90° page 4 l'orientation "variant" amène une erreur droite \rightarrow gauche dans la position inversée de la tortue . Aux 2e et 3e évaluations, elle peut comparer tous les angles et en faire l'estimation, sauf pour un angle $60^\circ \rightarrow 120^\circ$. Est-ce à cause de la position du 2e côté?

TABLEAU VIII

ORIENTATION VARIE

MICHAEL

DESSINS
page 2DESSINS
pages 4 et 5DESSINS
page 6

1) $60^\circ \rightarrow 30^\circ$
 2) 90° est exact. $120^\circ \rightarrow 30^\circ$ (L1 L3) par addition. $150^\circ \rightarrow 180^\circ$ (L6 S1) par soustraction. Il trouve la position de départ par tâtonnement. Il n'est donc pas surprenant qu'il procède par addition ou soustraction.
 Exemple: $90^\circ \rightarrow 120^\circ$. (L4 S1)

$30^\circ \rightarrow 60^\circ$ position du 2e côté. Il ne fait pas les côtés l'un après l'autre. Il recule pour faire le 2e bout de la ligne. Erreur droite \rightarrow gauche pour 90° lorsque la tortue est placée la tête en bas. Il fait les dessins de 60° en reculant, puis répète L2.

$120^\circ \rightarrow 90^\circ$ et +, au 2e angle erreur droite \rightarrow gauche. $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ et + erreur droite \rightarrow gauche. $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ position du 2e côté si la tortue était orientée vers le haut. Les autres angles de 30° , il ne les fait pas dans l'ordre.

1ère ÉVALUATION
page 2

4) obtu \rightarrow 90°
position du 2e côté.
Il ne met pas 150° .

2e ÉVALUATION
pages 1 et 2

2) le moins \rightarrow 60°
3) ordre: il inverse
 30° et 60° position
2e côté. 4) obtu \rightarrow
 30° et pas 120° .
5) aigu \rightarrow 90°
(moins que \blacktriangle). Il
ne reconnaît pas
l'angle droit dans
cette position.

3e ÉVALUATION
pages 4 et 5

Michael les trouve
tous, sauf un angle
de $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ posi-
tion 2e côté dans
tourne à gauche. A
droite, il n'a pas
fait cette erreur.
Positioni plutôt
inhabituelle de
l'angle droit? ou
était-ce plus dif-
ficile à gauche?

CONCLUSION POUR MICHAEL

ORIENTATION VARIE



Dans les dessins page 2, il trouve la position de départ par tâtonnement. Ce n'est pas surprenant qu'il procède par addition ou soustraction pour trouver les autres angles.

Pour les pages 4 et 5, $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ pour le 2e angle, soit la position du 2e côté lorsque l'orientation est \blacktriangle . Ensuite, pour les angles 30° et 60° , il ne fait pas les côtés en ordre. Ainsi tous les angles fonctionnent. Il recule pour dessiner le 2e bout de la ligne, ce qui est une stratégie personnelle. Pour 90° page 2 et 120° page 6, il fait l'erreur droite \rightarrow gauche lorsque la tortue est orientée vers le bas. Lors des évaluations l'angle 90° amène des difficultés. 1ère évaluation: obtu \rightarrow 90° position 2e côté, 2e évaluation: aigu \rightarrow 90° position \blacktriangleleft 3e évaluation: $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ position 2e côté dans tourne à gauche. À droite, il ne fait pas cette erreur. Est-ce la position inhabituelle de l'angle droit ou est-ce plus difficile à gauche?

TABLEAU IX

ORIENTATION VARIE

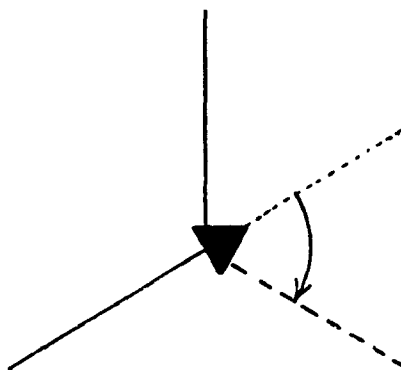
CHARLES

DESSINS
page 2DESSINS
pages 4 et 5DESSINS
page 6

$120^\circ \rightarrow 180^\circ -$ (S6 L2). Il fait tourner la tortue. $60^\circ \rightarrow 30^\circ +$ (S1 S1). $(30^\circ \rightarrow 30^\circ + -$ (L1 L1 S1) avec hésitation: tourne plus et revient. $150^\circ \rightarrow 180^\circ + -$ (L6 L1 S2) $90^\circ \rightarrow 60^\circ +$ (L2 L1). Il se sert de l'acétate pour évaluer la rotation. Seul l'angle de 180° est trouvé du 1er essai. Il a hésité pour l'estimation de l'angle de 30° .

$30^\circ \rightarrow 60^\circ$ ou 90° car il ne fait pas les rayons en ordre. De plus, il pivote au centre et parfois il déplace la position centrale de ses rayons. L'angle à trouver dans cette position n'est pas 120° mais 60° .

Beaucoup de problèmes. Il n'est pas motivé et ne s'applique pas. Il met n'importe quoi. Il repasse sur les mêmes lignes. Il travaille sans avoir un plan précis. Il ne semble pas estimer les angles, mais plutôt mettre un nombre et voir ce qui arrive. $90^\circ \rightarrow 60^\circ$.



1ère ÉVALUATION
page 2

- 1) le plus $\rightarrow 150^\circ$.
- 3) ordre: il inverse 90° et 120° position du 2e côté. 150° , 180° les 2e côtés sont dans la même position, soit + que 90° et 120° .
- 4) obtu $\rightarrow 90^\circ$ et pas 180° .
- 6) $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ le 2e côté est en position le plus près.
- 7) $120^\circ \rightarrow 90^\circ$ position du 2e côté si la tortue est orientée vers le haut.

2e ÉVALUATION
page 2

- 1) le plus $\rightarrow 150^\circ$
- 2) le moins $\rightarrow 180^\circ$ mais il le place en dernier dans l'ordre.
- 3) ordre: 30° 90° 150° , 60° , 120° , 180° .
- 4) obtu $\rightarrow 90^\circ$ et pas 120°
- 6) $90^\circ \rightarrow 120^\circ$
- 7) $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ position 2e côté.

3e ÉVALUATION
pages 3 et 4

Erreur systématique: position 2e côté. $60^\circ \rightarrow 120^\circ$ position 2e côté (à droite.) $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ position 2e côté (à droite). $150^\circ \rightarrow 60^\circ$ position 2e côté (à droite). $60^\circ \rightarrow 90^\circ$ position 2e côté à gauche). $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ + position 2e côté (à gauche) $120^\circ \rightarrow 90^\circ$ + position 150° (à gauche). $150^\circ \rightarrow 120^\circ$ position 2e côté (à gauche). Les angles 60° , 90° et 150° à gauche ou à droite relèvent de la même erreur, soit la position du 2e côté.

CONCLUSION POUR CHARLES
ORIENTATION VARIE



Dans ces dessins, il procède par tâtonnement. Il ne fait pas les rayons dans l'ordre, ce qui change les angles à trouver. Il fait tourner la tortue au bout de chaque rayon ou il recule, ce qui change les angles à trouver. Même dans ces situations, il procède par tâtonnement. Seul l'angle de 180° est trouvé de façon spontanée. **Erreur systématique.** Lors des évaluations, 3e: les 7 erreurs pour 12 angles proviennent de l'estimation à partir de la position du 2e côté. Pour les angles de 30° , le 2e côté est presque en position similaire, donc n'amène pas de difficulté. La réussite est moins révélatrice (même chose pour l'angle de 120° à droite). Les angles de 180° auraient pu amener cette difficulté de la position du 2e côté mais il les a trouvés.

TABLEAU X

ORIENTATION VARIE

RÉSUMÉ PAR TÂCHE

DESSINS
page 2

La position de départ est difficile à trouver puisqu'il ne s'agit pas d'un angle intérieur. Ce dernier serait plus facile à trouver que l'angle de rotation pour mettre la tortue sur la position du 1er côté. Michael procède par tâtonnement pour les deux rotations. Charles ne trouve que 180° du 1er essai. Tous les autres sont trouvés par la méthode "essai-erreur" + -.

DESSINS
pages 4 et 5

Tous sauf Geneviève donne la valeur en fonction de la position du 2e côté pour 30° (Julie: 60°. L'orientation variant la difficulté droite-gauche surgit surtout lorsque la tortue est orientée vers le bas. (Erreur de Michael et Geneviève) Michael et Charles contourne la difficulté en ne dessinant pas les rayons en ordre. Ils reculent pour faire le 2e bout. L'angle à trouver n'est plus le même. De plus, Charles ne retourne pas toujours au centre, ce qui déplace le centre.

DESSINS
page 6

Julie et Michael 30° → 60° et 90° → 60° position 2e côté. Geneviève et Michael: 120° → 90°. Charles n'est pas motivé. Il met n'importe quoi et voit où la tortue est rendue. Il repasse sur les mêmes lignes.



1ère ÉVALUATION
page 2

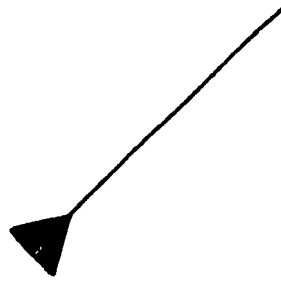
1) Le plus $\rightarrow 30^\circ$:
Geneviève. Le plus
 150° : Michael
4) obtu $\rightarrow 90^\circ$
position 2e côté:
Julie, Michael et
Charles.
5) aigu $\rightarrow 120^\circ$:
Geneviève
6) $90^\circ \rightarrow 120^\circ$
position 2e côté:
Charles
7) $120^\circ \rightarrow 60^\circ$:
Julie
 $120^\circ \rightarrow 90^\circ$ position
2e côté, le plus
près: Charles. La
position du 2e côté
joue un rôle
important dans
l'estimation des
angles dans les
tâches de
comparaison.

2e ÉVALUATION
page 2

1) le plus $\rightarrow 90^\circ$
position 2e côté:
Julie. Le plus \rightarrow
 150° : Charles 2) le
moins $\rightarrow 60^\circ$
position 2e côté:
Michael. 2) le moins
devient 180° : Charles
(mais il le place dans
le bon ordre) 3) ordre
 90° est en dernier,
position 2e côté pour
Julie. 30° et 60° sont
inversés: position 2e
côté: Michael. Entre
 30° et 180° , tous les
angles sont inversés:
Charles 4) obtu $\rightarrow 90^\circ$
position 2e côté:
Julie et Charles
4) obtu $\rightarrow 30^\circ$:
Michael 5) aigu \rightarrow
 90° : Michael (il ne
reconnaît pas l'angle
droit dans cette
position.
7) $120^\circ \rightarrow 150^\circ$
position 2e côté:
Julie et Charles.
6 erreurs proviennent
de la position du 2e
côté.

3e ÉVALUATION
pages 3 et 4

$90^\circ \rightarrow 120^\circ$
position 2e côté:
tous sauf Geneviève.
A droite, Julie
et Michael n'ont
pas fait l'erreur.
Position
inhabituelle de
l'angle droit? ou
Est-ce plus diffi-
cile lorsque la
tortue tourne à
gauche? $60^\circ \rightarrow 120^\circ$
position 2e côté:
Geneviève et Char-
les. Charles fait
l'erreur systémati-
que de la position
du 2e côté. Dès que
la difficulté est
présente il se
trompe sauf pour
l'angle de 180° .

CONCLUSIONORIENTATION VARIE

La position du 2e côté amène une difficulté dans les évaluations soit pour la comparaison ou l'estimation des angles. Dans les dessins, on remarque une plus grande difficulté à trouver l'angle de rotation pour mettre la tortue en position de départ que pour trouver les angles intérieurs. Il est à noter que dans le 1er cas la tortue est orientée ▲.

Lorsque l'enfant ne voit pas le côté de départ a-t-il plus de difficulté à trouver l'angle ou est-ce en raison du "tourne à gauche"?

VARIANTE III

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

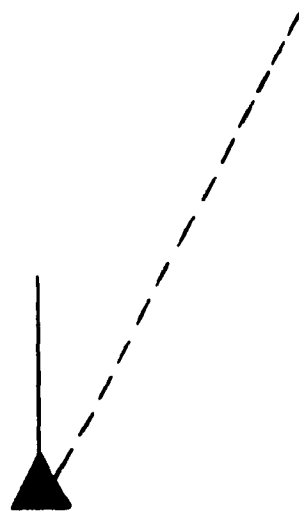


TABLEAU XI JULIE

TABLEAU XII GENEVIÈVE

TABLEAU XIII MICHAEL

TABLEAU XIV CHARLES

TABLEAU XXV RÉSUMÉ PAR TÂCHE

CONCLUSION

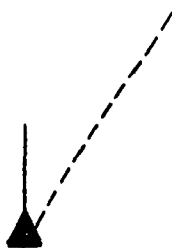
TABLEAU XI

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

JULIE

DESSINS

page 3



1ère ÉVALUATION

page 3

Tous les côtés et les angles sont exacts.

6) $90^\circ \rightarrow 120^\circ$
(mais au #4 elle met 120° pour l'angle obtu). 7) $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ 8) $60^\circ \rightarrow 90^\circ$ (mais au #5 90° n'est pas dans les angles aigus). Elle sous-estime les angles dont le 2e côté est plus court. Elle a de la difficulté à reconnaître les angles et non à les comparer (voir # 3, 4 et 5).

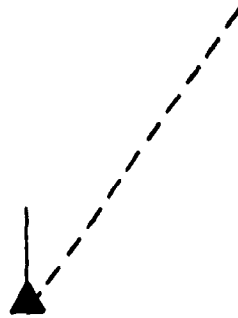
2e ÉVALUATION
page 3

3e ÉVALUATION
pages 5 et 6

Tous

Tous, sauf 30° →
60° le 2e côté étant
plus long, elle
surestime l'angle.

CONCLUSION POUR JULIE
LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE



La longueur des côtés ne semble pas être une difficulté importante pour elle. Dans les dessins page 1, elle peut faire l'estimation de tous les angles et dessiner les côtés. Lors de la 1ère évaluation, elle a de la difficulté à reconnaître les angles (A) (B) (C) p. 147 dans les Dessins, (questions #6-7-8) et non à les comparer (questions #3-4-5). Elle sous-estime les angles de 60°, 90° et 120° lorsque le 2e côté est plus court (questions #6-7-8). Elle surestime l'angle de 30°, le 2e côté étant plus long, à la 3e évaluation, mais elle ne le fait pas de façon constante. Cette 1ère difficulté qui l'amène à sous-estimer les angles n'est pas présente aux 2e et 3e évaluations ni dans ses dessins.

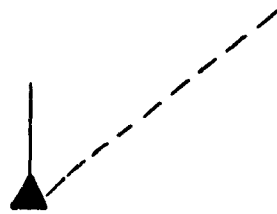
TABLEAU XII

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

GENEVIÈVE

DESSINS

page 3



1ère ÉVALUATION
page 3

30° → 60° 2e côté
plus long.
120° → 150° 2e côté
plus court. 150° →
60° + (L2 L2 L1):
méthode par addition.

1) le plus → 30°
2) le moins → 180°
A-t-elle inversé
les réponses car
les angles sont
bien placés dans
l'ordre? 3) ordre:
30°, 90°, 120°,
60°, 150°, 180° 2e
côté étant tous
plus court.
4) obtu → 30°
Est-ce le même
problème qu'aux #1
et 2?
5) aigu → 180°
6) 90° → 150°
7) 120° → 180°
8) 60° → 30° 1e
2e côté est plus
long.

2e ÉVALUATION
page 3

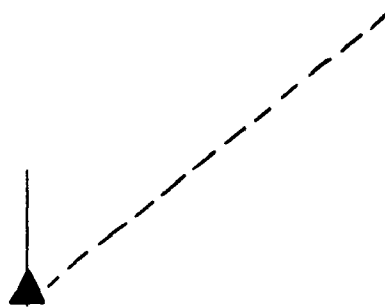
3) ordre 120° avant 90° (120° 2e côté plus court). Elle le met pourtant dans les angles obtus et elle le reconnaît au #7.

3e ÉVALUATION
pages 5 et 6

Tous, sauf l'angle 30° à gauche, 2e côté plus long. $30^\circ \rightarrow 60^\circ$.

CONCLUSION POUR GENEVIÈVE

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE



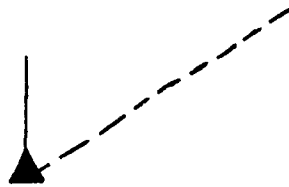
Dans les dessins, elle fait 3 erreurs sur 6 pour l'estimation des angles. Elle a beaucoup de difficulté à la 1ère évaluation pour comparer et reconnaître les angles. A la 2e évaluation, elle met 120° avant 90° dans l'ordre alors qu'elle peut voir qu'il est obtus au no 4 et elle le reconnaît au no 7. L'erreur est moins importante puisqu'elle apparaît dans un seul cas. A la 3e évaluation, elle surestime l'angle de 30° qui a le 2e côté plus long, la tortue tournant à gauche. Elle ne fait pas la même erreur pour l'angle de 30° lorsque la tortue tourne à droite même si le 2e côté est plus long.

TABLEAU XIII

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

MICHAEL

DESSINS
page 3



1ère ÉVALUATION
page 3

60° → 150° par tâtonnement. 30° → 60°, le 2e côté est plus long (120° elle le trouve, puis + -, elle hésite) 150° → 120° - +.

1) le plus → 150°
3) ordre → 30° 90° 180° 60° 120° 150°
4) obtu → 30° 2e côté très long. Il ne met pas 150° et 180°.
5) aigu → 90° et 120°. Il ne met pas 30° et 60°.
Mêmes erreurs aux # 4 et 5 de la 2e évaluation page 3.

2e ÉVALUATION
page 3

- 2) le moins $\rightarrow 150^\circ$
3) ordre: $150^\circ, 120^\circ,$
 $60^\circ, 90^\circ, 30^\circ, 180^\circ.$

L'évaluation
correspond à peu près
à l'estimation en
fonction de la
longueur des côtés
les plus longs, soit
1er côté pour les 4
premiers angles et 2e
côté pour les 2
autres.

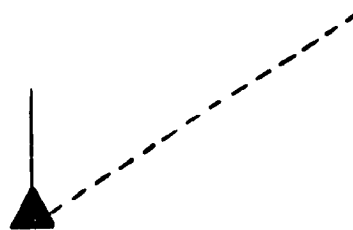
- 4) obtu $\rightarrow 30^\circ$ 2e
côté très long. Il ne
met pas 150° et 180°
5) aigu $\rightarrow 90^\circ$ et
 120° . Il ne met pas
 30° et 60° .

CONCLUSION POUR MICHAEL
LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

3e ÉVALUATION
pages 5 et 6

Erreur: gauche \rightarrow
droite (l'angle 60°
est exact).

Tous.



Dans les dessins, Michael fait 3 erreurs sur 6, ce qui dénote une difficulté due à la longueur des côtés. (Pour l'angle de 60° , le 2e côté est plus long). A la 1ère évaluation, il a des difficultés à comparer les angles spécialement l'angle de 180° . Il ne représente pas la plus grande rotation, il est au milieu dans l'ordre et n'est pas perçu plus grand que l'angle droit au no 4. Pourtant, il avait mis L6 dans le dessin page 1. Il peut toutefois reconnaître les angles aux nos 6-7-8. A la 2e évaluation, il a des difficultés à comparer les angles à l'angle droit aux nos 4 et 5. (Mêmes erreurs qu'à la 1ère évaluation). Lorsqu'il place les angles en ordre, on pourrait croire qu'il se base sur la longueur de leur plus long côté, mais il reconnaît les angles aux nos 6-7-8. A la 3e évaluation, il peut faire l'estimation de tous les angles.

TABLEAU XIV

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

CHARLES

DESSINS
page 31ère ÉVALUATION
page 3

Stratégie
particulière:
Il met toujours S6 ou
L6 comme 1er angle.
 $30^\circ \rightarrow 60^\circ$, $60^\circ \rightarrow$
 90° , $150^\circ \rightarrow 90^\circ$.
Analyse faite en
fonction de l'angle à
trouver, lorsque la
tortue est tournée
vers le bas.

- 1) le plus 150°
- 3) ordre: 30° ,
 120° , 90° , 60° ,
 180° , 150° .
- 4) obtu $\rightarrow 60^\circ$ et
il ne met pas 180° .
- 5) aigu 180° et
il ne met pas 60° .

2e ÉVALUATION
page 3

- 1) le plus $\rightarrow 150^\circ$
- 2) le moins $\rightarrow 60^\circ$
2e côté plus court.
- 3) ordre: $180^\circ, 60^\circ, 30^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 90^\circ$.
- 5) aigu $\rightarrow 90^\circ$. Le moins #2 n'est pas placé au début dans l'ordre, de même que le plus au #1 ne se trouve pas en dernier dans l'ordre au #3. Les réponses semblent aléatoires.

CONCLUSION POUR CHARLES
LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE



3e ÉVALUATION
pages 5 et 6

- $120^\circ \rightarrow 150^\circ$ à gauche et à droite, 2e côté étant très long.
 $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ à gauche, 2e côté plus long que dans l'exemple à droite. Il fait l'erreur lorsque le 2e côté est très long.

Charles fait ses dessins en tournant la tortue au bout des lignes. Stratégie particulière: S6 ou L6 comme 1er angle, ce qui rend sa tâche plus difficile et change les angles à trouver. L'orientation est différente de la position orientée vers le haut ce qui fait intervenir la 2e variante soit: lorsque l'orientation n'est pas à l'origine. Aux 1ère et 2e évaluations, il peut reconnaître les angles $60^\circ, 90^\circ$ et 120° aux nos 6-7-8, mais ne peut les mettre en ordre. L'angle 180° n'est pas perçu le plus grand au no 1 et no 3, il est considéré moins grand que l'angle droit au no 5 et non plus grand que l'angle droit au no 4, à la 2e évaluation seulement. A la 3e évaluation: la longueur du 2e côté influence ses estimations pour les angles de 120° et dans un des cas pour l'angle de 30° où le 2e côté est plus long que dans l'autre exemple. La longueur des côtés ne l'influence pas pour les autres angles.

TABLEAU XV

LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE

RÉSUMÉ PAR TÂCHE



DESSINS

page 3

1ère ÉVALUATION

page 3

Tous, réussissent l'angle de 30° , sauf pour Julie où $30^\circ \rightarrow 60^\circ$ le 2e côté étant plus long et l'écart entre les extrémités des côtés est plus grand. L'angle de 150° leur amène des difficultés. Les 3 élèves font une sous-estimation. En somme, les élèves réussissent cette tâche à 50° alors que Julie n'éprouve aucune difficulté. Charles utilise une stratégie particulière. Il met toujours S6 ou L6 comme 1ère donnée pour le 1er angle, ce qui change l'angle à trouver et amène une autre difficulté, soit l'orientation.

Michael et Charles pensent que 1) le plus est 150° . Ces 2 élèves ne peuvent placer les angles en ordre. L'angle 30° devient obtu, vu son 2e côté très long. Les angles aigus sont difficiles à trouver pour Michael (il met 90° et 120° 2e côté plus court que l'angle droit) et pour Charles, il met 180° alors qu'il l'utilise dans tous ses dessins. Julie et Geneviève ne peuvent reconnaître les angles 60° , 90° et 120° aux #6-7-8 alors que Michael et Charles n'ont aucun problème.

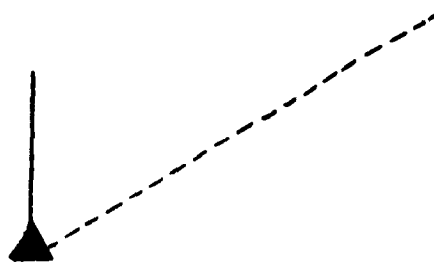


2e ÉVALUATION
page 3

Charles pense que 1) le plus est 150° . Michael pense que 2) le moins est 150° . Ces 2 élèves ne peuvent placer les angles en ordre. Michael pourrait les avoir classés en fonction de la longueur de leur côté le plus long. Michael met 90° et 120° pour les angles aigus. (2e côté plus court) et Charles met 90° . Michael ne met que 30° pour les angles obtus et non pas 150° et 180° . Tous peuvent reconnaître les angles de 60° , 90° et 120° aux #6-7-8.

3e ÉVALUATION
pages 5 et 6

Julie, Geneviève et Michael réussissent cette tâche de façon remarquable. Seul l'angle de 30° est considéré 60° par Julie et Geneviève (et Charles) le 2e côté étant plus long que dans un autre angle de 30° où elles n'ont pas fait l'erreur. De plus, Charles ne peut faire l'estimation des angles de 120° (à gauche ou à droite) il met toujours 150° .

CONCLUSION**LONGUEUR DES CÔTÉS VARIE**

Dans les dessins 3 élèves sur 4 réussissent à 50%. Seule Julie peut faire l'estimation du premier coup. Les autres se reprennent soit en ajoutant ou en reclinant. Pour la 1ère évaluation, les 3 élèves ont beaucoup de difficulté à les mettre en ordre. Julie et Geneviève ne peuvent reconnaître les angles 60° , 90° et 120° tandis que Michael et Charles ne peuvent distinguer les angles obtus et aigus en les comparant à l'angle droit. A la 2e évaluation Michael et Charles ne peuvent toujours pas les mettre en ordre alors que Geneviève ne fait qu'inverser 90° et 120° . Elle reconnaît l'angle de 120° et le place parmi les angles obtus. Charles peut maintenant trouver les angles obtus et Michael a toujours les mêmes difficultés avec les angles obtus et aigus. Tous peuvent reconnaître les angles de 60° , 90° et 120° . A la 3e évaluation, seulement Charles semble avoir des difficultés avec les angles de 120° . Il met toujours 150° . Tous sauf Michael ont fait une surestimation de l'angle de 30° , le 2e côté étant plus long que dans un autre exemple où ils ne font pas l'erreur. Dans ce cas, nous pouvons soulever l'hypothèse suivante: Un côté très long influence-t-il l'élève à faire une surestimation?

VARIANTE IV
ORIENTATION DE DÉPART
ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

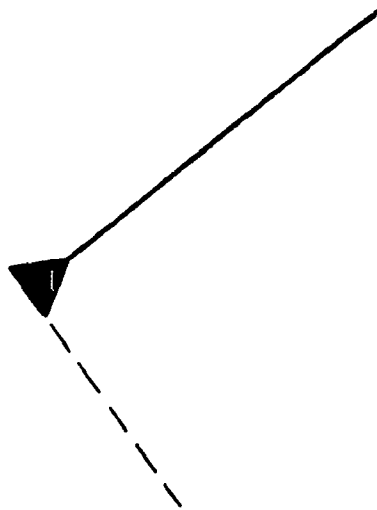


TABLEAU XVI JULIE

TABLEAU XVII GENEVIÈVE

TABLEAU XVIII MICHAEL

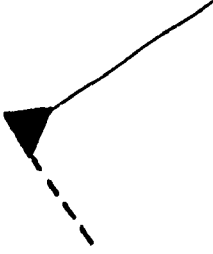
TABLEAU XIX CHARLES

TABLEAU XX RÉSUMÉ PAR TÂCHE

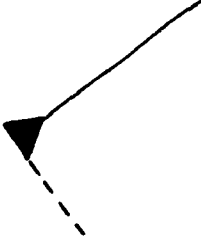
CONCLUSION

TABLEAU XVI**ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT**

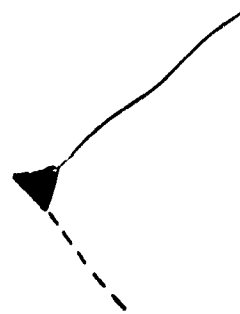
JULIE

3e ÉVALUATION
pages 7 et 8


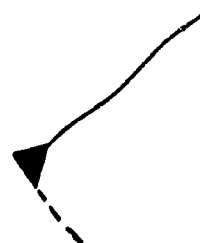
Erreur: droite \rightarrow gauche
 30° l'angle est exact.
 $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ position du 2e
 côté (Est-ce la diffi-
 culté tourne à gauche?)
 $90^\circ \rightarrow 120^\circ$ position du
 2e côté tourne à droite.
 L'erreur du 2e côté n'est
 pas constante puisqu'elle
 n'est pas présente pour
 d'autres angles. L'angle
 droit semble amener cette
 difficulté pour Julie.

CONCLUSION POUR JULIEORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT


L'orientation particulière de l'angle droit (et non la longueur des
 côtés) semble amener l'erreur de l'estimation en fonction du 2e côté
 puisque pour les autres angles, elle ne fait pas cette erreur.

TABLEAU XVII**ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT****GENEVIÈVE**3e ÉVALUATION
pages 7 et 8

60° → 90° côté plus court. Situation particulière dans un dessin page 3, 120° → 90° lorsqu'elle veut revenir pour allonger le 1er côté. Alors qu'elle avait trouvé l'angle 120° en position orientée vers le haut, elle se trompe pour revenir.

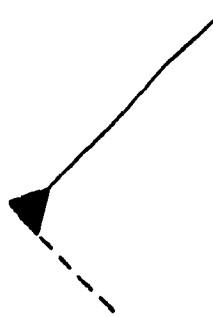
CONCLUSION POUR GENEVIÈVEORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

Geneviève peut faire l'estimation des angles même lorsque l'orientation et la longueur des côtés varient. Seul l'angle de 60° a été surestimé, le 2e côté étant un peu plus court. Cette erreur ne s'est pas reproduite pour les autres exemples.

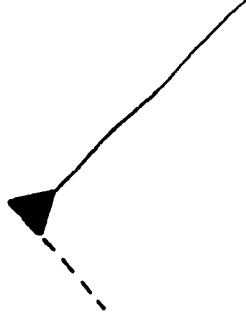
TABLEAU XVIII

ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

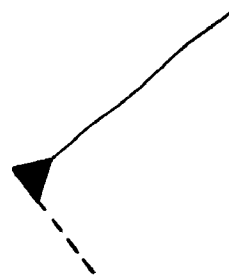
MICHAEL

3e ÉVALUATION
pages 7 et 8


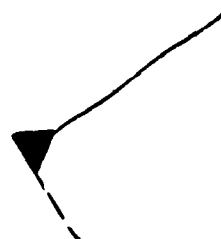
Gauche $90^\circ \rightarrow 60^\circ$ position du 2e côté (et côté plus long) Droite $120^\circ \rightarrow 90^\circ$ position du 2e côté (et côté plus long). Il sous-estime les angles en fonction de la position du 2e côté. Gauche $120^\circ \rightarrow 60^\circ$ position du 2e côté et côté plus long (il sous-estime).

CONCLUSION POUR MICHAELORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT


L'erreur semble reliée à l'orientation des angles qui amène une estimation en fonction de la position du 2e côté. Cette erreur n'est toutefois pas constante dans d'autres exemples qui présentent la même difficulté.

TABLEAU XIX**ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT****CHARLES**3e ÉVALUATION
pages 7 et 8

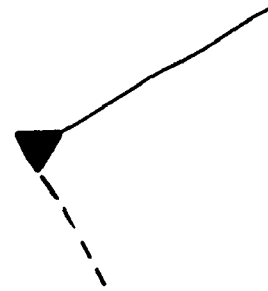
Erreur droite → gauche
pour l'angle de 150°.
90° → 60° position 2e
côté. 120° → 60° erreur
droite → gauche. 60°
est la position du 1er
côté vu qu'il tourne à
gauche. 90° → 120°,
120° → 90°, 30° → 60°,
150° → 120°. Pour ces 4
exemples, les angles cor-
respondent à la position
du 2e côté.

CONCLUSION POUR CHARLESORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

Il reconnaît l'angle de 180° dans différentes orientations et les angles qui sont quasi orientés à l'origine. Mais dès que l'orientation varie, il fait l'estimation à partir de la position du 2e côté comme si la tortue était orientée vers le haut, et ce pour tous les angles sauf celui de 180°.

TABLEAU XX

ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT
RÉSUMÉ PAR TÂCHE

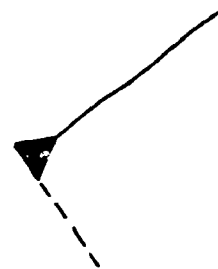


3e ÉVALUATION
pages 7 et 8

Cette tâche semble plus difficile puisque Charles ne peut les trouver sauf pour les angles de 180° et ceux dont l'orientation est presque à l'origine.

CONCLUSION

ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT



Julie semble avoir des problèmes avec l'angle droit qu'elle évalue en fonction de la position du 2e côté. Michael fait le même genre d'erreur avec les angles de 120° et un angle de 90° . Charles fait l'erreur de façon systématique sauf pour les angles de 180° . Geneviève n'est aucunement influencée par la position du 2e côté.

LES ANGLES "EXTERNÉS"

LES ANGLES SPÉCIAUX À DES SITUATIONS-LOGO

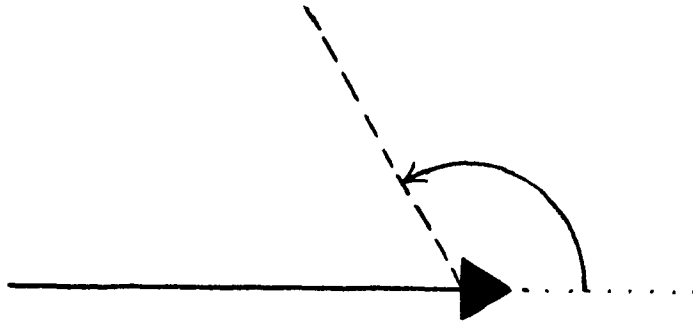


TABLEAU XXI JULIE

TABLEAU XXII GENEVIÈVE

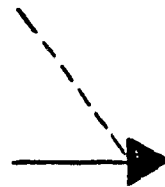
TABLEAU XXIII MICHAEL

TABLEAU XXIV CHARLES

TABLEAU XXV CONCLUSION PAR TÂCHE

TABLEAU XXI

ANGLES "EXTERNES" ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT



JULIE

DESSINS
pages 9 et 10

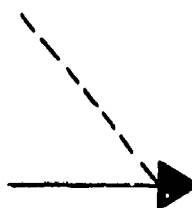
Angle externe et orientation variant, elle met l'angle désiré si la tortue est orientée vers le haut.
Erreur systématique: position 2e côté, 6 exemples. Elle corrige en procédant soit par addition, revient ou fait le tour complet.

DESSINS
page 8

Elle peut faire le carré, le rectangle, mais pour le losange (60° et 120°) et le triangle (150° et 30°), elle trouve les angles par tâtonnement, + - tour complet, ou demi-tour sauf pour les angles de 90° et ce, même si l'orientation amène un angle "externe".

DESSINS
page 7

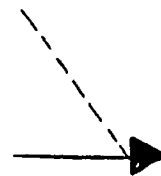
Stratégie particulière: après avoir fait les étoiles 9 et 10, elle découvre une stratégie qui lui permet de contourner la difficulté des angles "externes". **Elle tourne la tortue sur elle-même pour faire ensuite l'angle intérieur de la figure.** Elle utilise L3 L3 pour faire mi-tour et se trouve placée pour n'avoir qu'à trouver l'angle intérieur, ce qu'elle réussit plus facilement.

CONCLUSION POUR JULIEANGLES EXTERNES "SITUATIONS LOGO"

Elle fait une erreur systématique dans les étoiles pages 9 et 10. Elle met l'angle désiré si la tortue est orientée vers le haut. Elle réussit toutefois le carré et le rectangle. Dans ces deux cas, l'angle externe étant égal à l'angle intérieur, la difficulté est pratiquement inexistante. Elle termine avec les étoiles page 7 où elle a développé une stratégie pour résoudre son problème avec les angles "externes". Elle fait demi-tour (L3 L3) puis trouve l'angle intérieur de la figure.

TABLEAU XXII

ANGLES "EXTERNES" ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT



GENEVIÈVE

DESSINS
pages 9 et 10

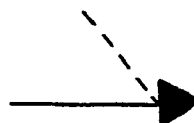
Elle travaille par tâtonnement et méthode additive. Elle fait un triangle, mais n'arrive pas à placer l'autre. Elle ne peut terminer les tâches.

DESSINS
page 8

Le carré devient un rectangle (3fois)
L'erreur est la longueur des côtés qui n'est pas égale et non les angles.
Elle se reprend mais ne voit pas l'erreur. Le losange: $120^\circ \rightarrow 90^\circ$
elle le termine puis se reprend. Au 2e essai, c'est la longueur des côtés qui diffère. Elle trouve les angles par tâtonnement. Au 3e essai: 1er, 2e angle et côtés exacts, 3e, 4e angle et côtés différents. 4e essai: non réussi beaucoup d'erreurs: droite \rightarrow gauche. Pour le rectangle, elle fait souvent l'erreur gauche - droite si l'orientation varie.

DESSINS
page 7

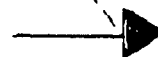
CONCLUSION POUR GENEVIÈVE
ANGLES EXTERNES "SITUATIONS LOGO"



Elle a beaucoup de difficulté à faire ses dessins. Elle trouve les angles par tâtonnement et se trompe souvent dans l'estimation de la longueur des côté ce qui change les formes. Elle fait l'erreur gauche -- droite pour le rectangle (2 fois) lorsque l'orientation varie. Cette erreur se reproduit pour le losange (4 fois) à la dernière séance soit à son 4e essai.

TABLEAU XXIII

ANGLES "EXTERNES" ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

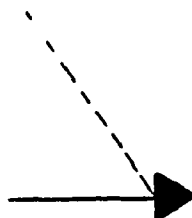


MICHAEL

DESSINS
pages 9 et 10DESSINS
page 8DESSINS
page 7

L'étoile page 9: 5 erreurs gauche → droite. 1er essai il réussit au niveau du dessin. Il trouve les angles par tâtonnement. L'étoile page 10: il ne réussit pas à la dessiner même après 2 essais. Il se décourage.

Le carré est réussi parfaitement. Le losange amène des difficultés gauche → droite (3 fois). Il procède par tâtonnement, mais ne peut terminer cette tâche.

CONCLUSION POUR MICHAEL

Il réussit parfaitement à dessiner l'étoile de la page 9, mais il connaît beaucoup de difficulté pour celle de la page 10. Il procède par tâtonnement, et cette méthode ne l'aide pas à dessiner les formes, une tâche qui s'avère pourtant plus facile que de dessiner l'étoile.

TABLEAU XXIV

ANGLES "EXTERNES" ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT

CHARLES

DESSINS
pages 9 et 10

DESSINS
page 8

DESSINS
page 7

CONCLUSION POUR CHARLES

ANGLES EXTERNES "SITUATIONS LOGO"

Charles ne peut effectuer le travail puisqu'à la dernière séance, il travaille encore les soleils (page 6) et connaît beaucoup de difficulté. $60^\circ \rightarrow 30^\circ$ dans ses dessins du 4e soleil et de la lère bicyclette qu'il n'a jamais pu terminer. Ses commentaires:
"Il reste combien de pages?"
"Enfin c'est fini!"

TABLEAU XXV

ANGLES "EXTERNÉS" ORIENTATION ET LONGUEUR DES CÔTÉS VARIENT 

CONCLUSIONS PAR TÂCHE

DESSINS

pages 9 et 10

Julie réussit à faire les étoiles mais reproduit souvent l'erreur de la position du 2e côté lorsque l'orientation varie (6 fois). Michael réussit l'étoile page 9 en faisant plusieurs erreurs gauche → droite (5 fois). Il trouve les angles par tâtonnement. Il ne peut réussir l'étoile page 10. Geneviève ne peut terminer ces deux tâches. Elle fait un triangle et ne peut placer l'autre.

DESSINS

page 8

Julie réussit à dessiner toutes les formes. Geneviève ne peut faire le losange. Son carré est toujours un rectangle. Son triangle est réussi par la méthode additive + -. Michael réussit le carré, mais ne peut faire le losange. Il n'a pas le temps pour le rectangle et le triangle.

DESSINS

page 7

Seulement Julie a le temps de faire cette tâche. Elle y développe une stratégie extraordinaire pour n'avoir qu'à trouver les angles intérieurs. Elle fait demi-tour L3 L3 après avoir tracé un côté. Elle réussit les étoiles (A), (B) et (C). Elle tente de faire l'étoile (D) mais le sommet devient 60° , soit l'étoile (B).

CHAPITRE V

CONCLUSION

Ce travail de recherche nous a permis de mieux cerner les difficultés que l'élève rencontre avec la géométrie de la tortue. Une analyse des conclusions nous permet de classifier les variantes selon le degré de difficulté croissant suivant:

- 1° l'orientation à l'origine et les côtés égaux;
- 2° la longueur des côtés varie;
- 3° l'orientation varie;
- 4° l'orientation et la longueur des côtés varient;
- 5° les angles "externes": situation-Logo ou angle de rotation dont le 1er côté de l'angle reste à imaginer.

Les élèves réussissent plus facilement à dessiner les angles lorsqu'il s'agit de trouver les angles intérieurs, et ce même après avoir expérimenté librement notre micro-monde des angles pendant quatre séances d'une heure. Ce phénomène confirme les recommandations de G.S. Close qui vise une fusion des approches dynamiques et statiques pour présenter l'angle selon les aspects: **rotation et intersection de deux demi-droites**. Ainsi, il faut prévoir des tâches où l'élève doit trouver

les angles intérieurs (ou même extérieurs) et non les angles "externes" des situations-Logo où le côté de départ est absent. En effet, avec ces angles "externes", on ne démontre que le 2e côté de l'angle, alors qu'il faut imaginer le 1er côté, ce qui correspond à une représentation statique incomplète de l'angle.

Lorsqu'il s'agit de développer une compréhension de base des angles, il serait important de privilégier des situations où l'élève est amené à trouver les angles intérieurs, ce qui n'est pas fréquent avec une utilisation libre de Logo. En ce sens, des activités dirigées sont beaucoup plus appropriées pour développer cette compréhension de base.

Dans notre micro-monde des angles, nous avons orienté les élèves à trouver les angles intérieurs dans les dessins puisque notre instrument de mesure avec ses unités non-conventionnelles de 1 à 6, permettait de représenter des angles de 30° à 180° , soit les angles intérieurs dans la majorité des dessins. Par contre pour certains dessins, les élèves se voyaient confrontés à la difficulté de trouver les angles "externes" et même s'il s'agissait d'angles de 30° à 180° (1 à 6), les élèves procédaient par tâtonnement.

Nous n'avons pas présenté d'angle "externe" dans les activités de comparaison et d'estimation des angles. Les difficultés des angles "externes" ont ressorties dans les dessins ce qui correspond à une tâche

plus difficile que de faire l'estimation, mais à la fois moins difficile que de comparer les angles. Il serait intéressant dans une recherche ultérieure de comparer les angles intérieurs et les angles dits "externes" dans différents types d'activité, c'est-à-dire ne pas se restreindre aux dessins, mais inclure cette variante "angle à trouver" et ce, également dans les évaluations.

Les résultats de la 3e évaluation démontrent une grande facilité à faire l'estimation des angles avec des unités non-conventionnelles. De plus, nous pouvons remarquer le même phénomène dans les dessins par rapport au niveau de difficulté de chaque variante. En ordre croissant de difficultés, nous retrouvons:

- 1° l'orientation à l'origine;
- 2° la longueur des côtés varie;
- 3° l'orientation des angles varie;
- 4° l'orientation et la longueur des côtés varient.

Les angles externes ne figurent pas dans la 3e évaluation, mais on peut se demander s'ils se seraient classés au 5e rang comme dans les activités de dessins. Le questionnaire de la 3e évaluation aurait dû présenter des angles "externes" pour en faire l'estimation.

Cette recherche peut amener des hypothèses de réponse mais demeure limitée à un échantillonnage restreint soit: quatre élèves pour le Projet Pilote et quatre autres pour le Projet Final.

Il serait intéressant de définir une progression des difficultés en fonction des variantes, pour ensuite construire un véritable modèle des niveaux de compréhension pour la notion d'angle. Nous avons besoin de mieux connaître ce concept pour faire avancer l'enseignement de la géométrie et rendre son apprentissage plus dynamique.

L'ordinateur doit être utilisé pour enrichir l'enseignement du concept d'angle et le rendre plus efficace. Un micro-monde de Logo et des activités spécifiques, nous paraissent vraiment appropriés pour favoriser une compréhension de base, et assurer une progression qui tient compte des niveaux de difficultés de la notion d'angle.

BIBLIOGRAPHIE

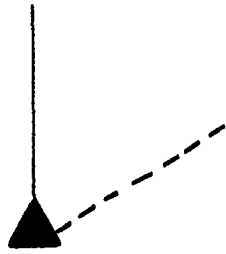
- ABELSON, H (1982) Apple LOGO N.H. Byte McGraw-Hill.
- CLEMENTS, D.H. (1985) Research on LOGO in Education: Is the Turtle slow but Steady, or not even in the Race? Paper presented at LOGO 85, MIT Cambridge, M.A.
- CLOSE, G.S. ((1982) Children's understanding of Angle at the primary/secondary transfer stage. An external paper published by: The department of Mathematical Sciences and Computing, Polytechnic of the South Bank, London.
- HILLEL, J. (1985) Mathematical and Programming Concepts Acquired by Children, Aged 8-9, in a Restricted LOGO Environment. Unpublished paper, Concordia University.
- HOYLES, C.H., R. Noss and R. Sutherland (Eds) (1986) - Proceedings of the 2nd International Conference on Logo and Mathematical Education, London Institute of Education, London 1986.
- KIERAN, C., TAURISSON, A. (1984-85) Logo et la notion d'angle en quatrième année, avec la collaboration de l'Université du Québec à Montréal et la Commission Scolaire Baldwin-Cartier, Ecole Saint-Louis et collaboration de Judith Boutin.

- KIERAN, C. (1985) The evolution of Geometry thinking among 10 and 11 year olds using LOGO. Université du Québec à Montréal. Proceedings of the Logo and Mathematics Education Conference, March 1985. Editors: Celia Hoyles and Richard Noss. University of London Institute of Education, Department of Mathematics, Statistics and Computing.
- NOSS, Richard (1984) Children Learning LOGO Programming. Interim Report no. 1 et 2 of the Children LOGO Project. Hatfield, England. Advisory Unit for Computer Based Education.
- PAPERT, S. (1980) Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas. Basic Books, N.Y. Le Jaillissement de l'esprit.
- PAPERT, S. et al. (1978) Interim Report of the Logo Project in the Brookline Public Schools. M.I.T., A.I. Lab.
- PAPERT, S. WATT, D. et al. (1980) Final "Report of the Brookline Project". Part 3. A.I. Memo no. 54, M.I.T.

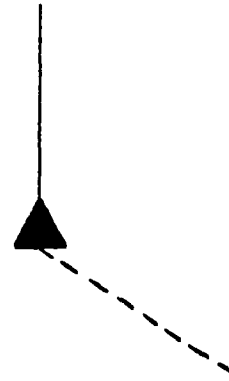
ANNEXE A
LES DESSINS

DESSINS page 1

(A)
Orange



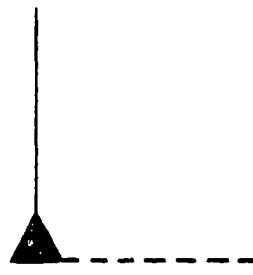
(D)
Brun



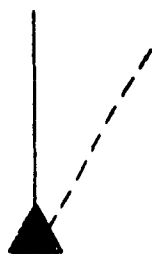
(B)
Vert



(E)
Bleu



(C)
Jaune

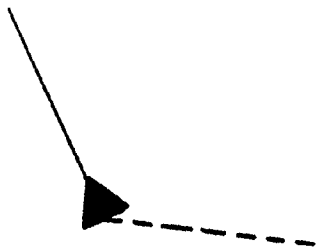


(F)
Noir

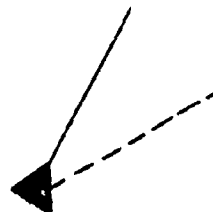


DESSINS page 2

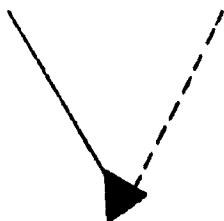
(A)
Brun



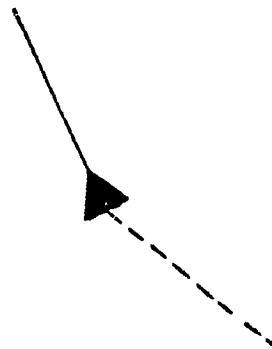
(D)
Bleu



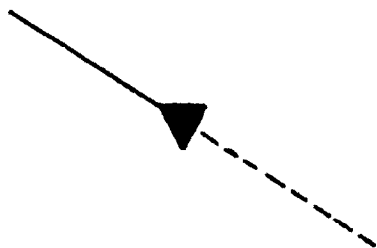
(B)
Vert



(E)
Jaune



(C)
Noir

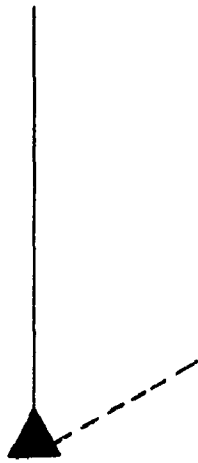


(F)
Orange

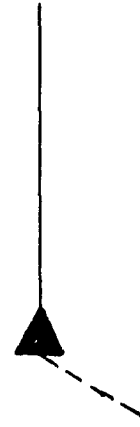


DESSINS page 3

(A)
Bleu



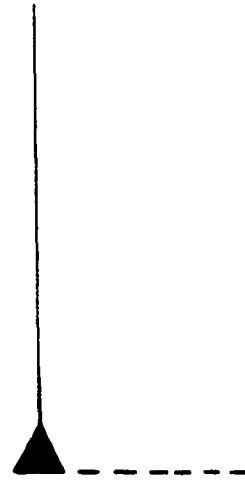
(D)
Orange



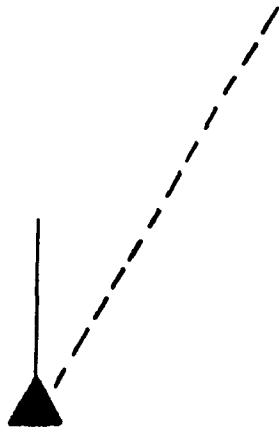
(B)
Vert



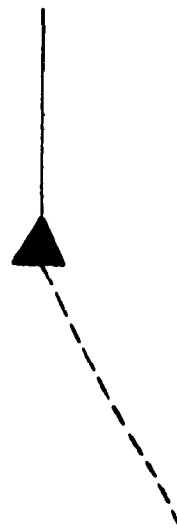
(E)
Brun



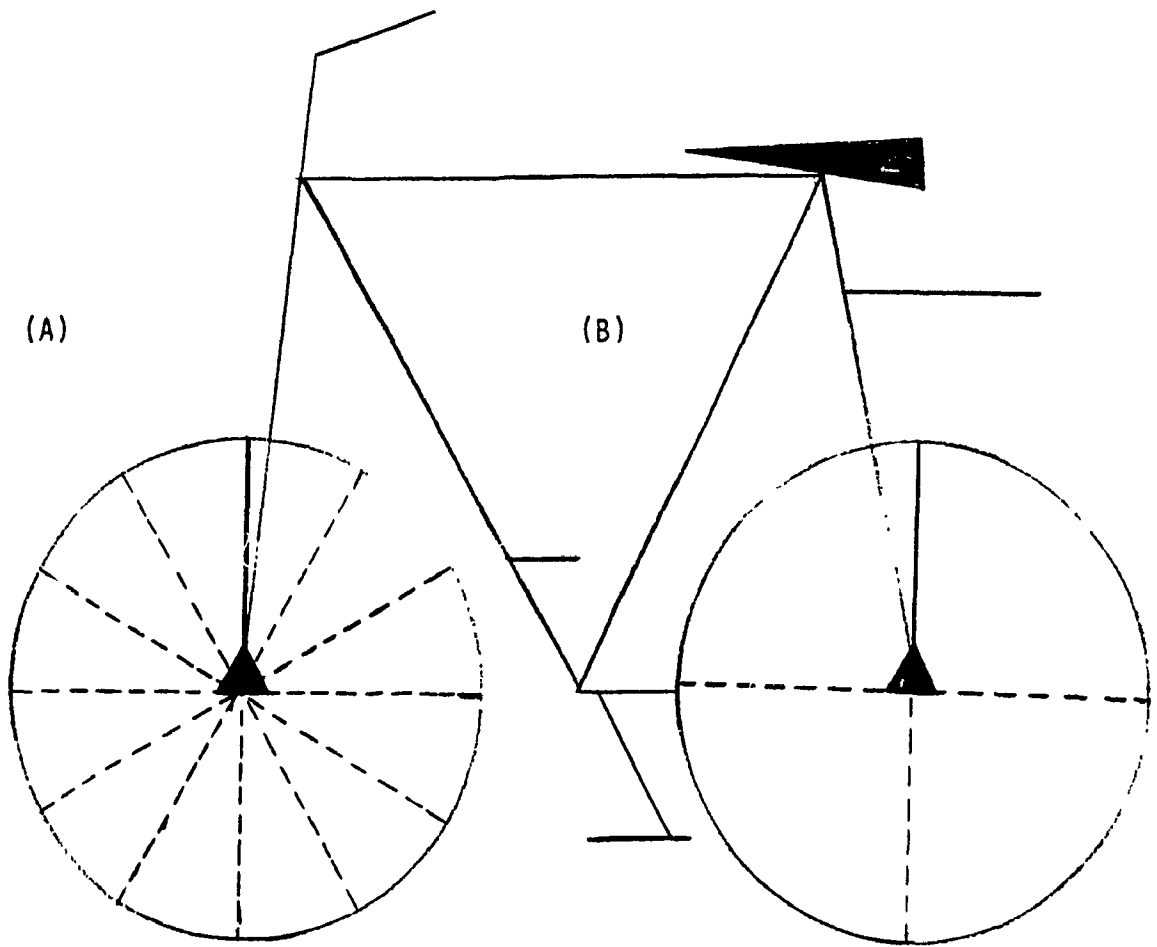
(C)
Noir



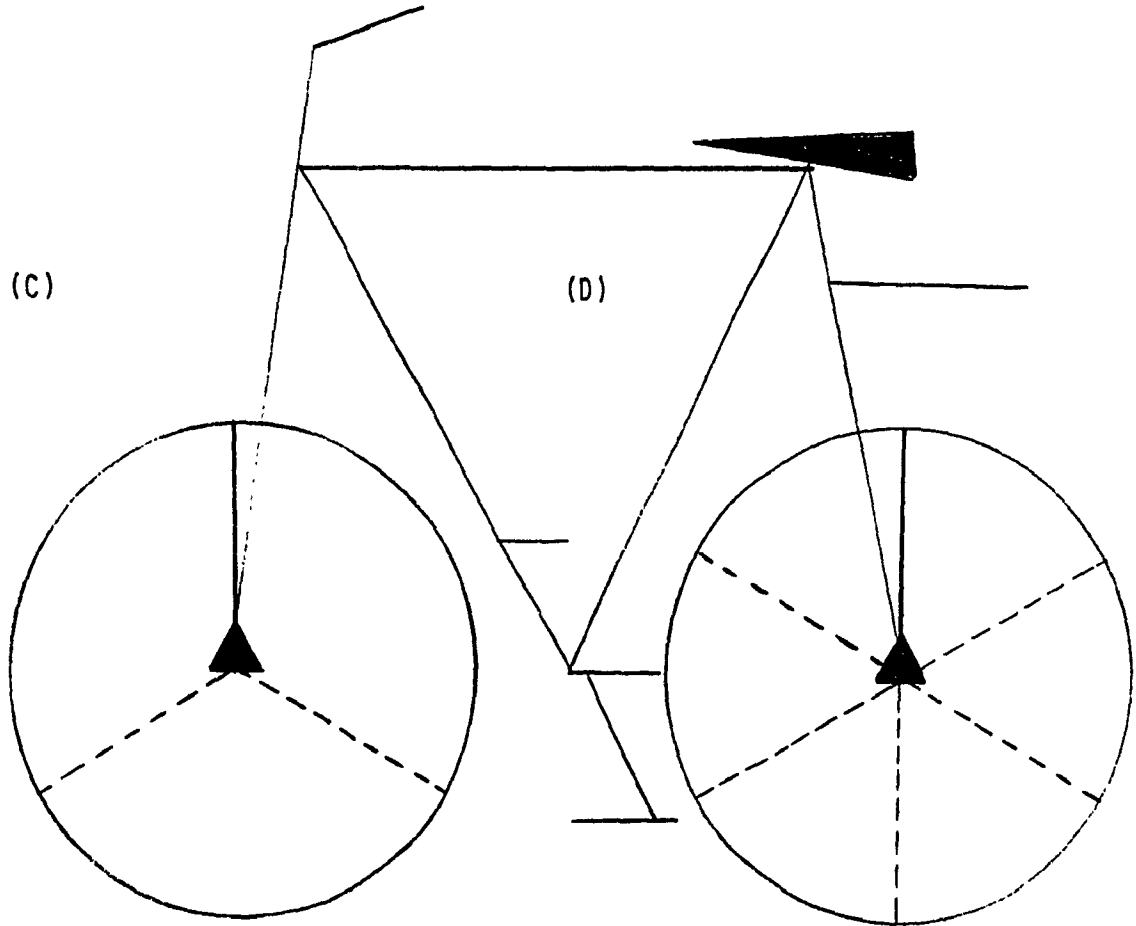
(F)
Jaune



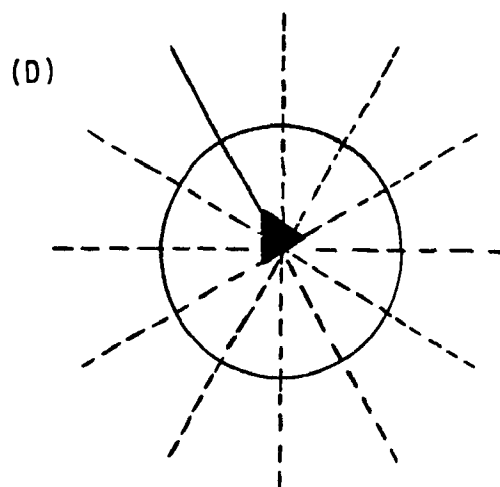
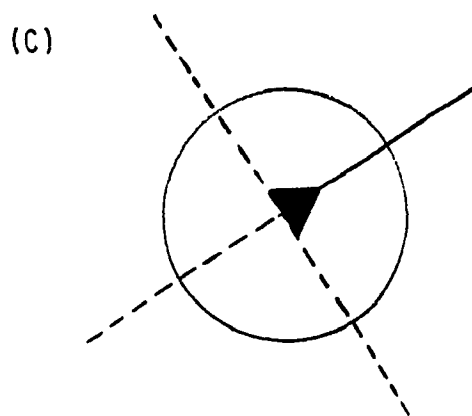
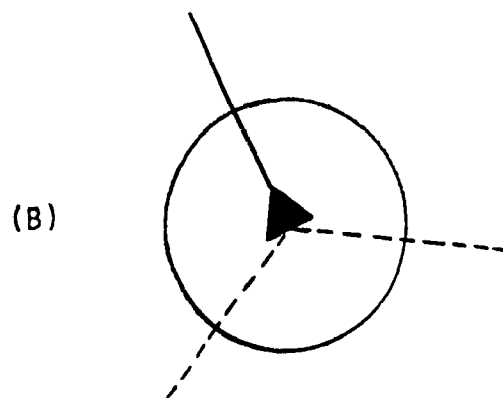
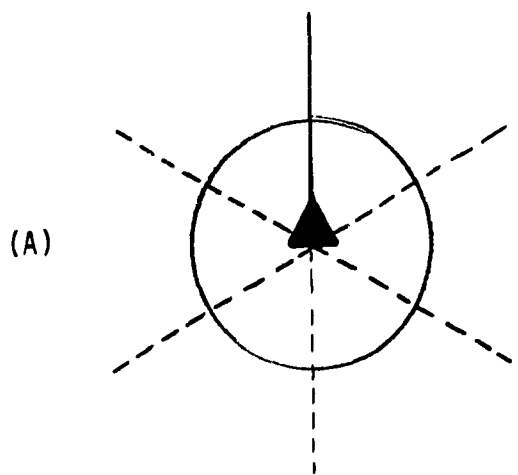
DESSINS page 4



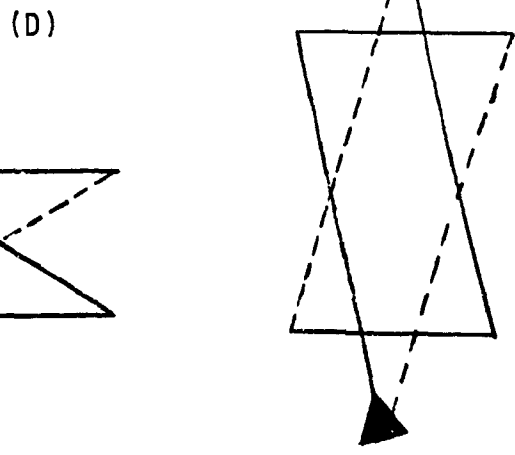
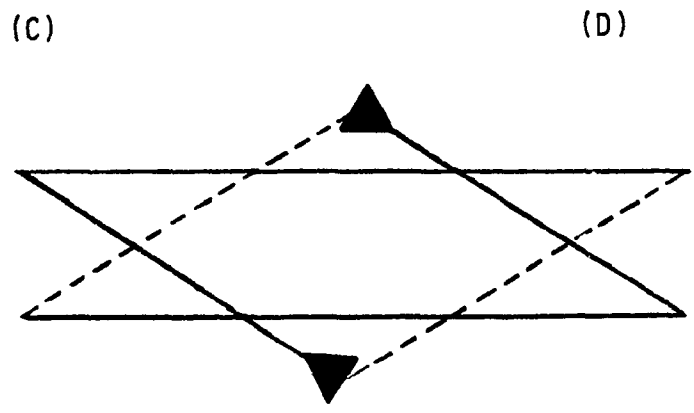
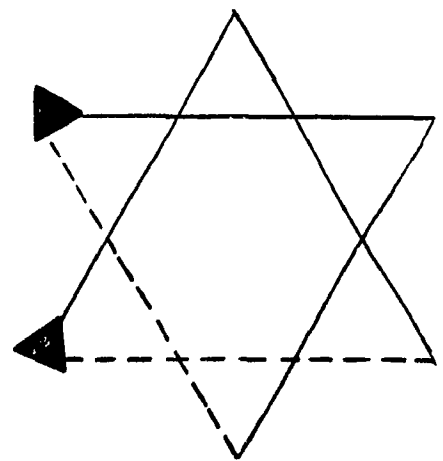
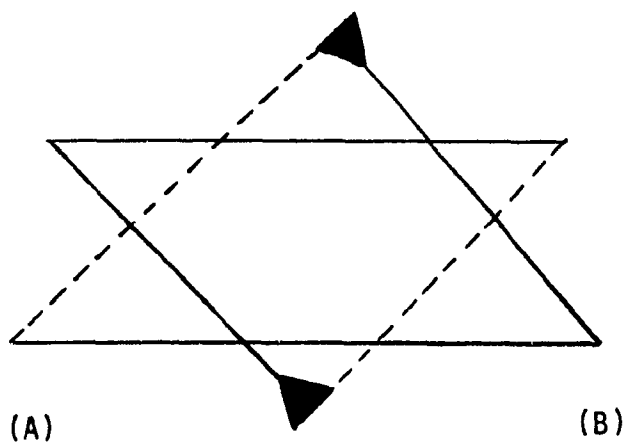
DESSINS page 5



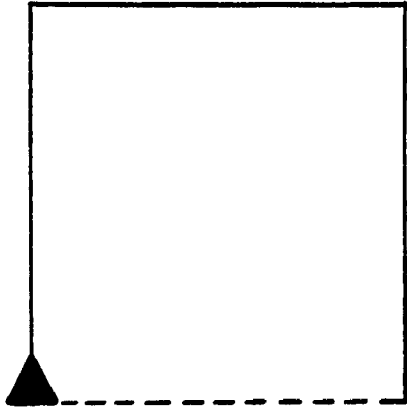
DESSINS page 6



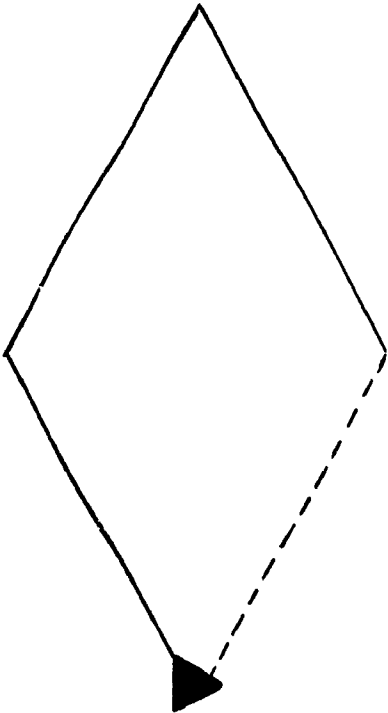
DESSINS page 7



DESSINS page 8



(A)

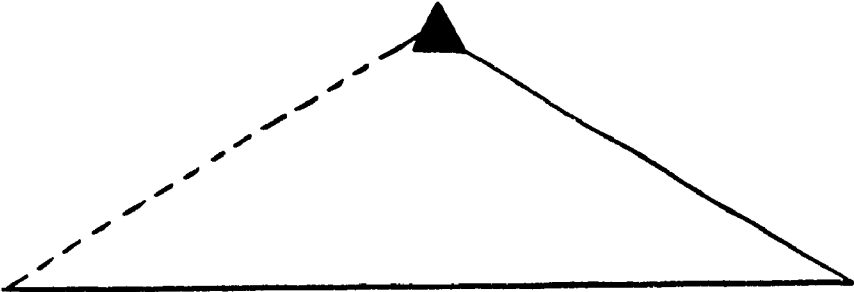


(B)

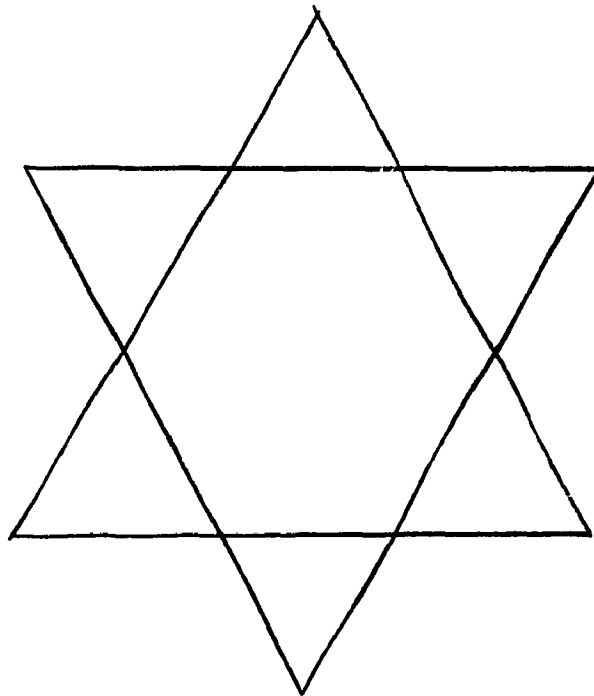


(C)

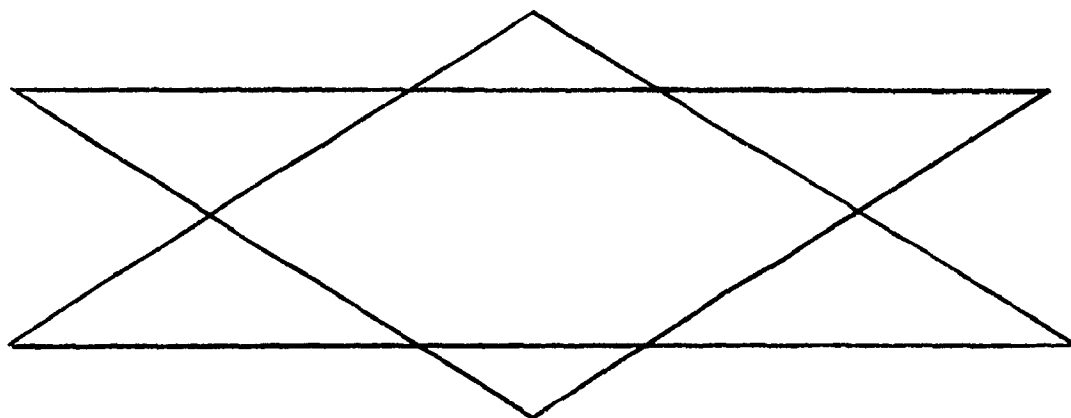
(D)



DESSIN page 9



DESSIN page 10



ANNEXE B
LES QUESTIONNAIRES
1ère ET 2ième ÉVALUATIONS

1ère ÉVALUATION ET 2e ÉVALUATIONS

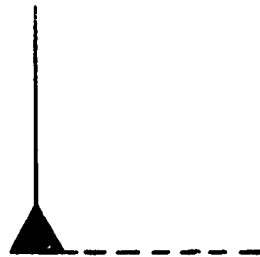
Page 1 Répondre avec DESSINS page 1

Voir Annexe A page 130

- 1) Dans quel dessin la tortue devra tourner **le plus**? _____
- 2) Dans quel dessin la tortue devra tourner **le moins**? _____
- 3) Peux-tu les placer en ordre croissant:

Questions 4 et 5

Voici un dessin



- 4) Dans quel(s) dessin(s) la tortue devra tourner **plus que** dans celui-là?

- 5) Dans quel(s) dessin (S) la tortue devra tourner **moins que** dans celui-là?

Questions 6, 7 et 8

Voir feuille de test **Annexe B** page 147

6) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (A)

7) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (B)

8) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (C)

1ère ET 2e ÉVALUATIONS

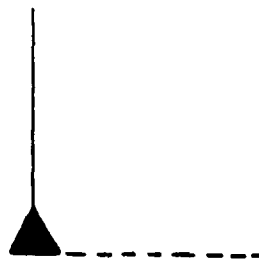
Page 2 Répondre avec DESSINS page 2

Voir Annexe A page 131

- 1) Dans quel dessin la tortue devra tourner le **plus**? _____
- 2) Dans quel dessin la tortue devra tourner le **moins**? _____
- 3) Peux-tu les placer en ordre croissant:

Questions 4 et 5

Voici un dessin



- 4) Dans quel (s) dessins (s) la tortue devra tourner **plus que** dans celui-là?

- 5) Dans quel (s) dessins (s) la tortue devra tourner **moins que** dans celui-là?

Questions 6, 7 et 8

Voir feuille de test **Annexe B** page 147

6) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (A)

7) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (B)

8) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (C)

1ère ÉVALUATION ET 2e ÉVALUATIONS

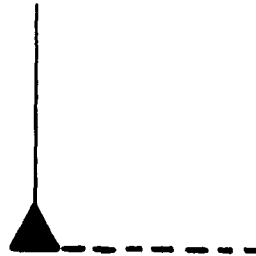
Page 3 Répondre avec DESSINS page 3

Voir Annexe A page 132

- 1) Dans quel dessin la tortue devra tourner le plus? _____
- 2) Dans quel dessin la tortue devra tourner le moins? _____
- 3) Peux-tu les placer en ordre croissant:

Questions 4 et 5

Voici un dessin



- 4) Dans quel(s) dessin(s) la tortue devra tourner plus que dans celui-là?

- 5) Dans quel(s) dessin (S) la tortue devra tourner moins que dans celui-là?

Questions 6, 7 et 8

Voir feuille de test **Annexe B** page 147

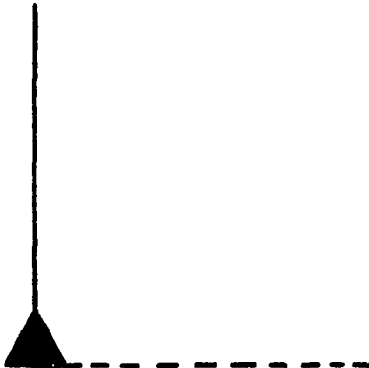
6) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (A)

7) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (B)

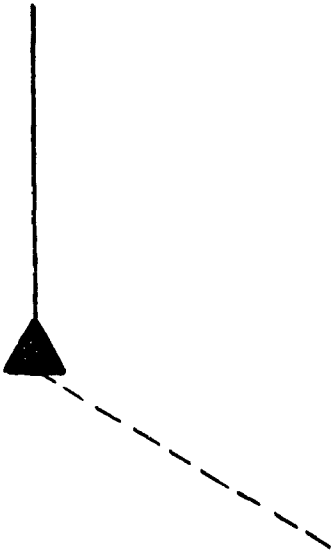
8) Trouve les dessins où la tortue devra tourner **autant que** dans (C)

TEST

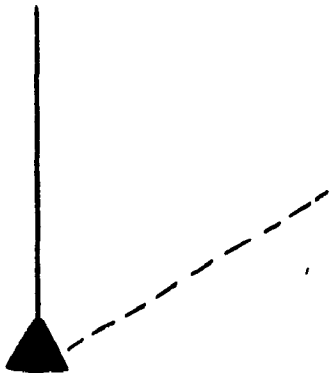
(A)



(B)



(C)

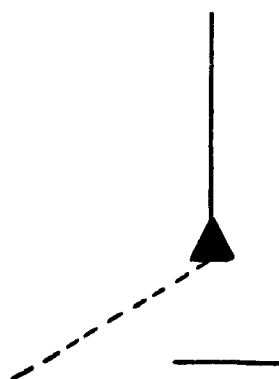
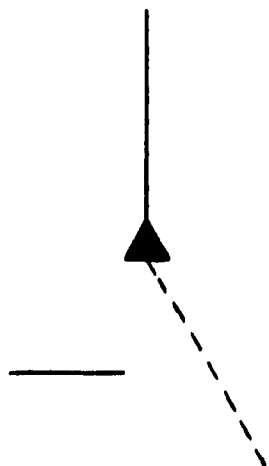
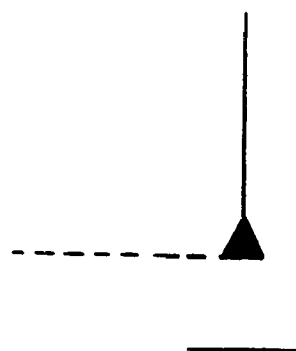
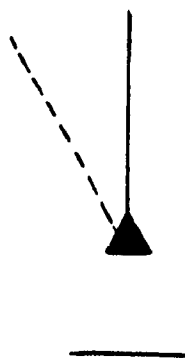
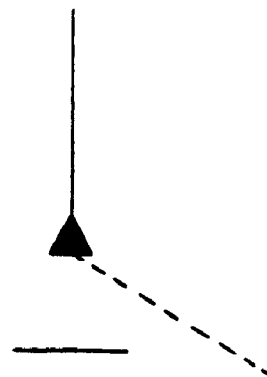
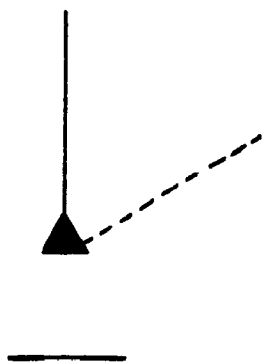


ANNEXE C
3e ÉVALUATION

3e ÉVALUATION

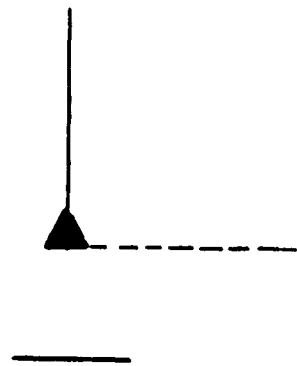
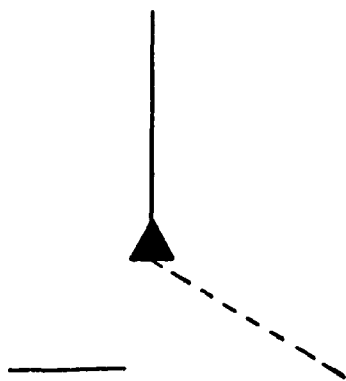
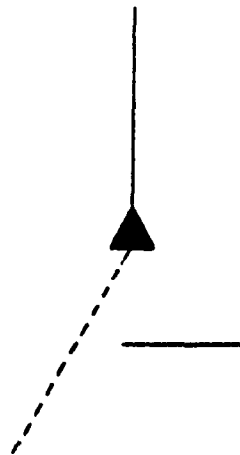
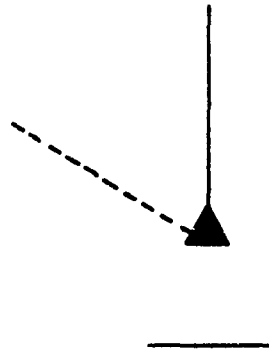
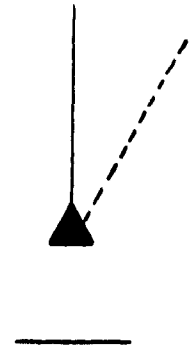
page 1

De combien devra tourner la tortue pour dessiner la ligne pointillée?



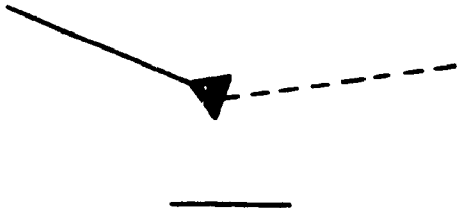
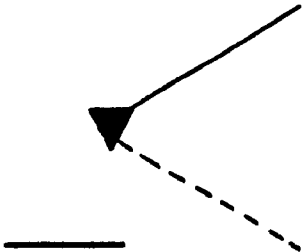
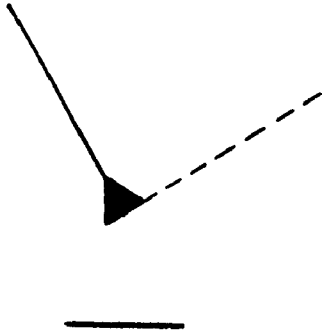
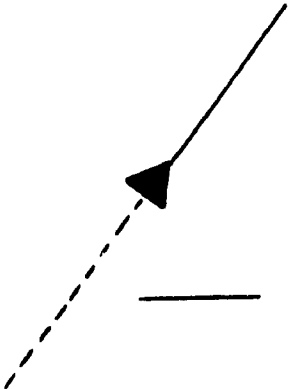
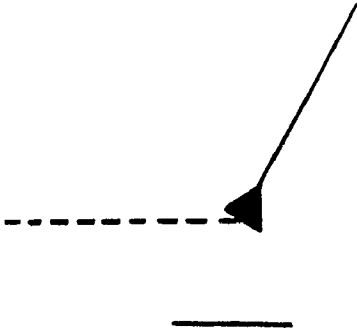
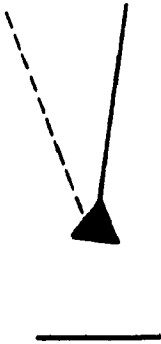
3e ÉVALUATION

page 2



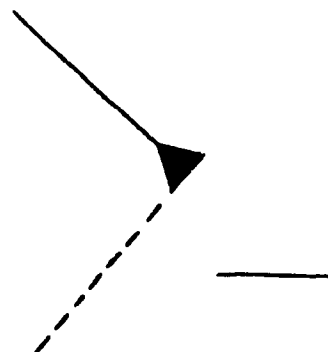
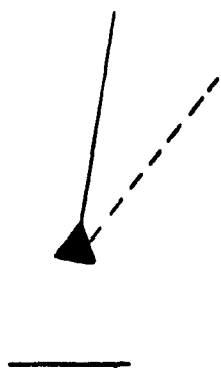
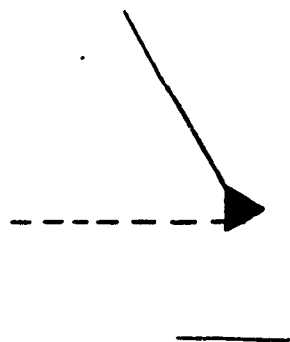
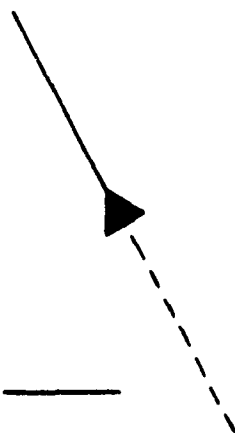
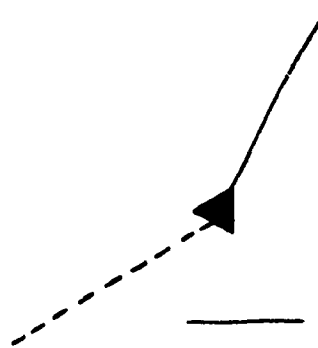
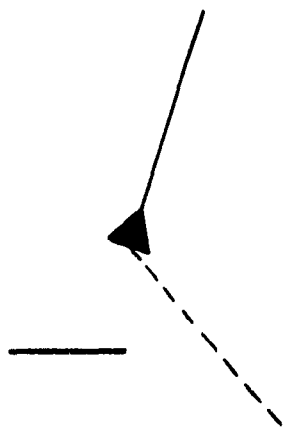
3e ÉVALUATION

page 3



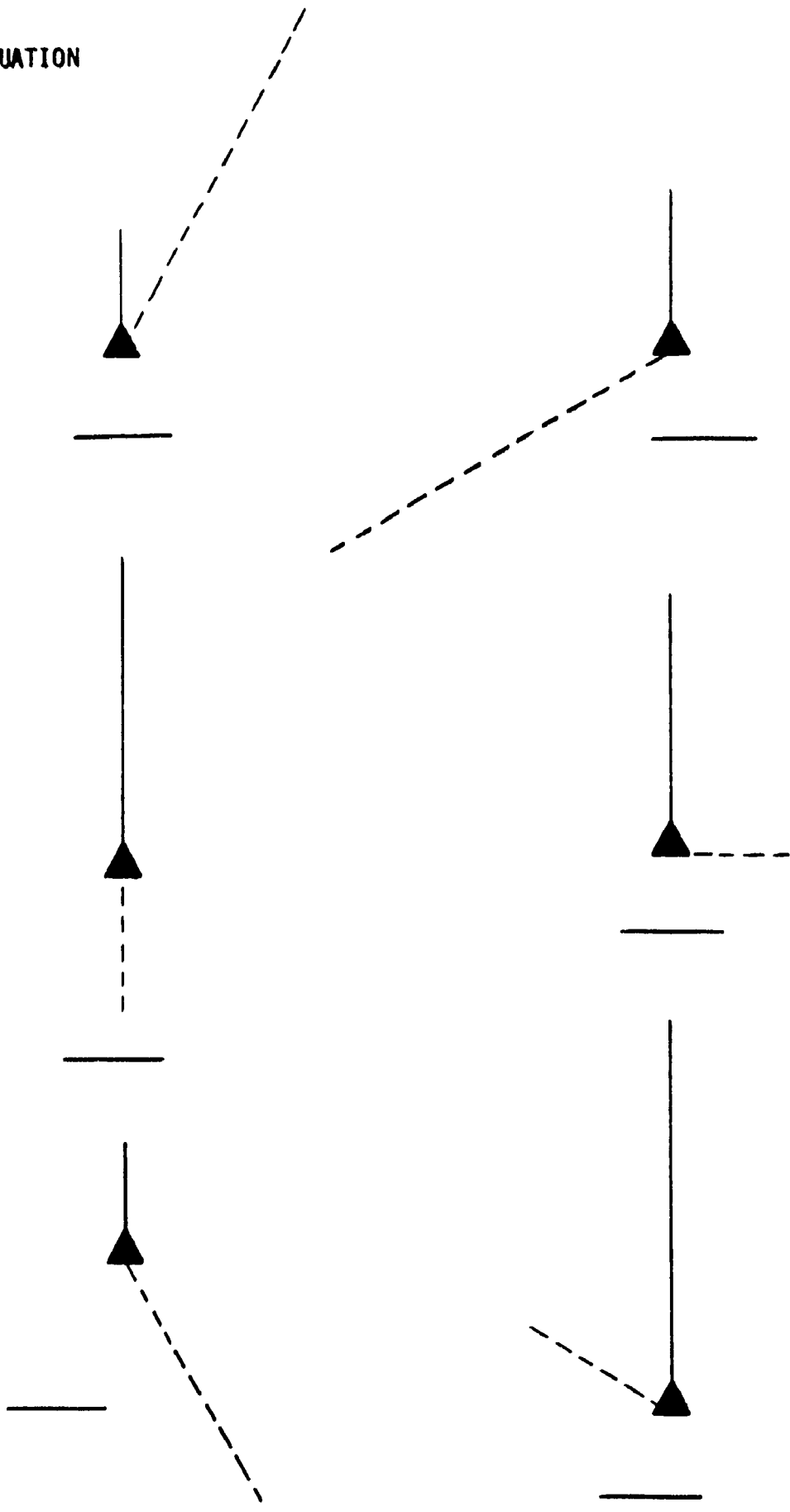
3e ÉVALUATION

page 4



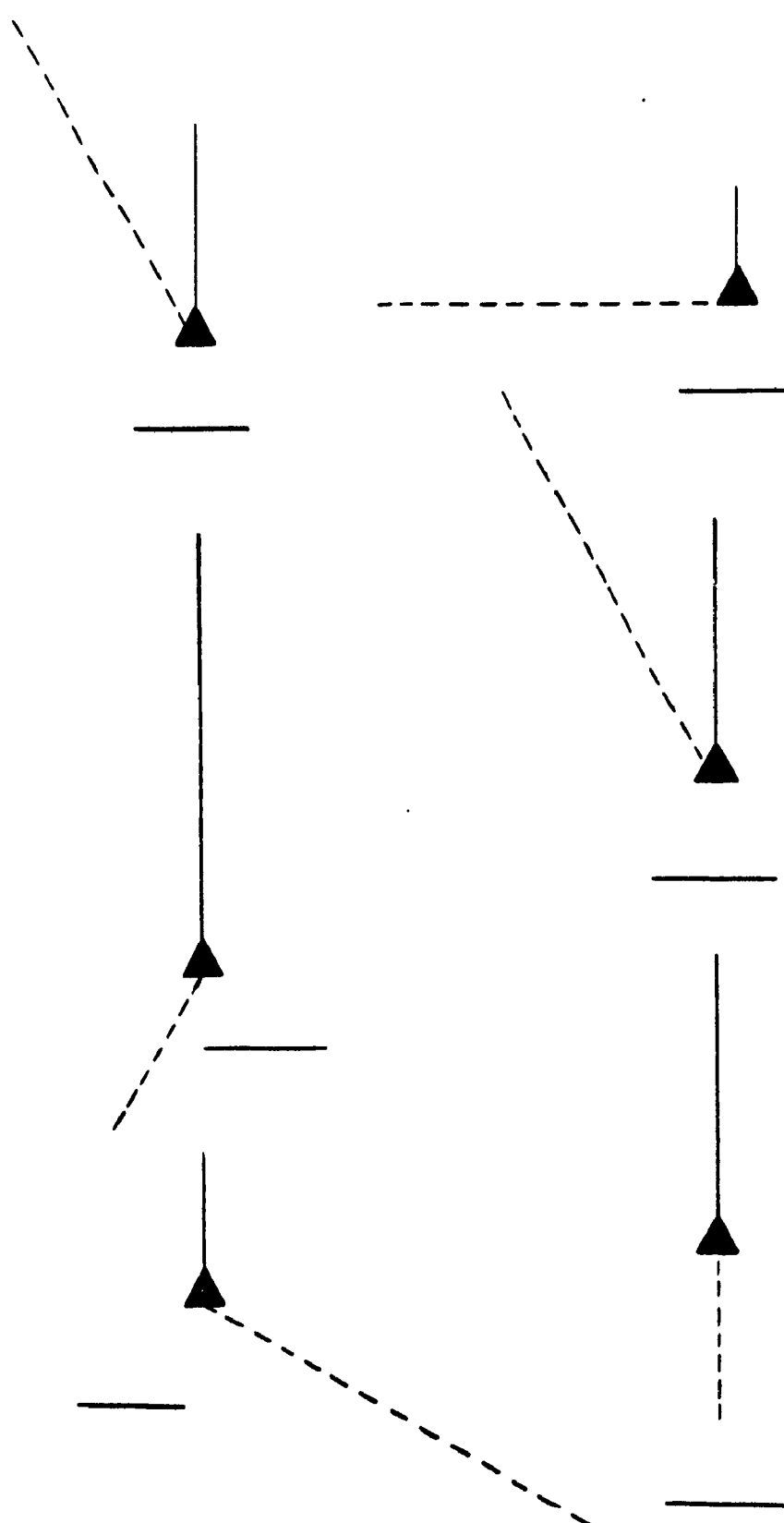
3e EVALUATION

page 5



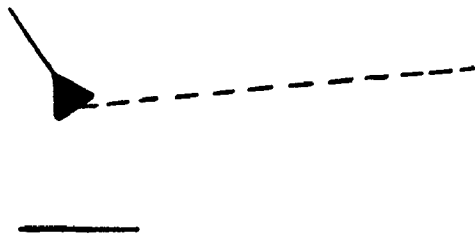
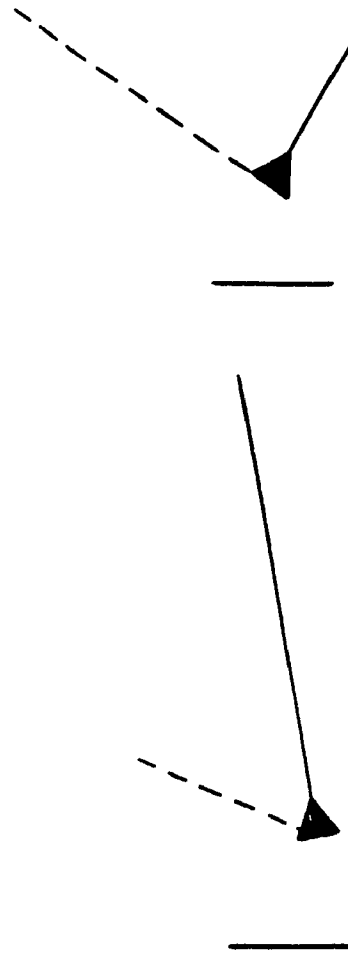
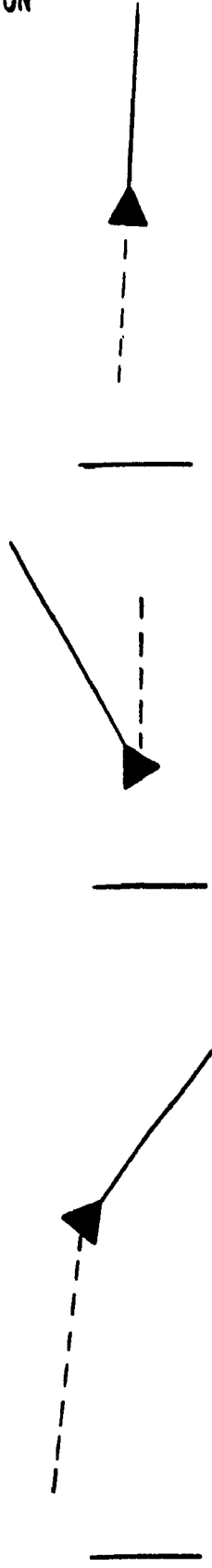
3e EVALUATION

page 6



3e EVALUATION

page 7



3e EVALUATION

page 8

