

DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ÉDUCATION
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI

ÉTUDE DU LANGAGE LOGO AU PRÉSCOLAIRE:
LA VÉRIFICATION DES CAPACITÉS DE PROGRAMMATION
ET L'INFLUENCE DE CE LANGAGE
SUR LE DEVELOPPEMENT DES FACTEURS
DE LA PENSÉE DIVERGENTE

PAR

SYLVIE ROUTHIER

MÉMOIRE PRÉSENTÉ
À L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À CHICOUTIMI
EN VUE DE L'OBTENTION
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

DÉCEMBRE 1986



Mise en garde/Advice

Afin de rendre accessible au plus grand nombre le résultat des travaux de recherche menés par ses étudiants gradués et dans l'esprit des règles qui régissent le dépôt et la diffusion des mémoires et thèses produits dans cette Institution, **l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** est fière de rendre accessible une version complète et gratuite de cette œuvre.

Motivated by a desire to make the results of its graduate students' research accessible to all, and in accordance with the rules governing the acceptance and diffusion of dissertations and theses in this Institution, the **Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)** is proud to make a complete version of this work available at no cost to the reader.

L'auteur conserve néanmoins la propriété du droit d'auteur qui protège ce mémoire ou cette thèse. Ni le mémoire ou la thèse ni des extraits substantiels de ceux-ci ne peuvent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

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

REMERCIEMENTS

L'auteure désire exprimer sa reconnaissance à la directrice de son mémoire, Docteur Jacqueline Thériault, professeure, à qui elle est redevable d'une assistance constante et éclairée; ainsi que les personnes-ressources suivantes: Docteur Benoît Dubuc, professeur et Docteur Samuel Amégan, professeur et Denise Doyon, M.A., chercheure. L'auteure remercie également les professeurs de l'école Notre-Dame-de-l'Assomption, de la Commission Scolaire de Chicoutimi, de leur collaboration et de leur intérêt. Finalement, l'auteure désire exprimer sa gratitude à Lucille Lapointe, étudiante à la Maîtrise en éducation, pour son appui et son aide technique dans la classe et à l'équipe PRAMÉ pour son support constant.

TABLE DES MATIERES

	Page
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES TABLEAUX	vi
INTRODUCTION	1
CHAPITRE PREMIER: Contexte théorique de la recherche	6
Le contexte théorique	7
La pensée divergente et ses composantes	7
Les facteurs de la pensée divergente	10
Définition opérationnelle de la pensée divergente...	13
Les écrits sur le langage LOGO	13
Interactions enfant-LOGO et développement de la pensée divergente	13
La programmation par le LOGO et l'enfant de 5 ans	18
Plans d'initiation à la programmation du LOGO par des enfants de 5 ans	21
Hypothèses de la recherche	32
CHAPITRE II: DESCRIPTION DE L'EXPERIENCE	33
Description de l'expérience	34
Les hypothèses statistiques	34
Le dispositif expérimental	41
Le traitement	43
Le langage de programmation	43
La méthode d'introduction à la programmation ...	45
Les matériels didactiques	47
L'examinatrice	57
Les grilles des variables	58
Notation des résultats	59
La notation des résultats	59
Le plan d'analyse des données	61

Hypothèse de recherche no 1	61
Hypothèse de recherche no 2	62
CHAPITRE III: LA DESCRIPTION ET LA DISCUSSION DES RESULTATS.	66
La description des résultats relatifs aux hypothèses....	70
La vérification statistique	70
La vérification des hypothèses de recherche	70
L'hypothèse de recherche no 1	70
L'hypothèse de recherche no 2	71
La vérification de l'équivalence des groupes	
avant l'expérimentation	73
La vérification des quatre sous-hypothèses de	
l'hypothèse de recherche no 2	77
Sous-hypothèse no 1	77
Sous-hypothèse no 2	82
Sous-hypothèse no 3	83
Sous-hypothèse no 4	84
L'analyse des projets de programmation des sujets du	
groupe expérimental	88
Les difficultés au deuxième matériel didactique.	92
Les difficultés au troisième matériel didacti-	
que	97
La discussion des résultats	101
La programmation en «Petit LOGO» par des enfants du	
préscolaire	101
Le «Petit LOGO» et la pensée divergente	103
L'adéquation de l'instrument de mesure	104
La pensée divergente dans les productions lors du	
traitement	106
Les recommandations pour l'enseignement	111
Résumé	113
REFERENCES	116
APPENDICE A: Fiche d'identification des sujets	122
APPENDICE B: Le questionnaire	124
APPENDICE C: Le matériel	126
APPENDICE D: Les grilles d'observation	164
APPENDICE E: Tableaux: Concepts de programmation en Petit LOGO pour chaque sujet	168
APPENDICE F: Style de travail, type de relations interper- sonnelles et communication	185

APPENDICE G: Les réalisations individuelles 187

TABLEAUX: Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente 256

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
1 Type d'expérience des candidats en micro-informatique	38
2 Répartition des sujets du groupe expérimental (G_1) et du groupe contrôle (G_2), d'après la fréquence et le type d'usage du matériel informatique	40
3 Répartition des sujets du groupe expérimental (G_1) et du groupe contrôle (G_2), selon le sexe	41
4 Schéma expérimental	42
5 Les quatre commandes de programmation	48
6 Identification des présences aux séances de programmation	69
7 Projets de programmation complétés et réussis par les sujets	72
8 Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente entre les deux groupes au pré-test	74
9 Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente du groupe expérimental au pré-test et au premier post-test	79

10	Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente du groupe contrôle au pré-test et au premier post-test	79
11	Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au premier post-test	80
12	Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente du groupe expérimental au premier et au deuxième post-test	80
13	Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente du groupe contrôle au premier et au deuxième post-test	81
14	Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au deuxième post-test	81
15	Temps de réalisation des programmes en rapport avec le matériel didactique 2 et 3	90
16	Difficultés de programmation lors d'exercices au matériel no 2	93
17	Mode de résolution de problème au matériel didactique no 2	94
18	Difficultés de programmation lors de l'exécution du matériel didactique no 3	98
19	Procédés de résolution de problème en fonction des difficultés rencontrées au troisième matériel didactique	99

INTRODUCTION

Les interrogations posées par l'équipe de recherche PRAMÉ (Thériault, J. et al., 1982-1986) à l'égard du matériel éducatif présent dans les classes du préscolaire ont conduit à l'identification du besoin de diversifier et de planifier les ateliers en fonction de la réalité d'aujourd'hui.

En réponse à ce besoin, cette étude vise à établir et à estimer le potentiel et la pertinence d'un atelier «technologie» où l'enfant aurait la possibilité de se familiariser avec le micro-ordinateur.

La pertinence de cet outil d'apprentissage au préscolaire est évaluée dans cette étude selon une propriété, celle de favoriser le développement de la pensée divergente. Les recherches antérieures (Eyster, 1981; Solomon, 1982; Taurisson, 1983; Watt, 1983) ont, en effet, démontré que l'utilisation du micro-ordinateur encourage l'expérimentation et permet à l'imagination de s'exprimer. C'est en fonction de sa propriété d'exiger une manipulation flexible de symboles que l'on retrouve la particularité du micro-ordinateur permettant de répondre aux capacités d'imagination et de création de l'enfant de 5 ans.

Un des chercheurs qui s'est le plus intéressé à l'utilité du micro-ordinateur pour l'enfant est S. Papert, épistémologue. Il a conçu spécifiquement un langage de programmation, LOGO, pouvant être utilisé par de jeunes enfants (8 ans et plus) pour le développement de la pensée logique.

Le LOGO possède une sous-composante, le langage-tortue, développée pour répondre aux besoins des débutants. L'enfant est amené à maîtriser les déplacements d'une tortue représentée sur l'écran par un triangle. Celle-ci répond à des commandes précises enregistrées par le micro-ordinateur, tel que avance, recule, droite et gauche.

Les chercheurs intéressés au sujet ne s'entendent pas sur la possibilité qu'un enfant de 5 ans puisse ainsi réussir à programmer les rudiments du LOGO.

Les partisans de S. Papert (Solomon, 1982; Emerl, 1983) croient en la capacité de l'enfant de 6 ans d'apprendre par lui-même, d'une manière non structurée, à programmer le micro-ordinateur en LOGO.

D'autres chercheurs (Barnes et Hill, 1983) opinent qu'il ne peut y avoir apprentissage de programmation tant que le

développement intellectuel de l'enfant n'est pas parvenu au stade des opérations concrètes. La compréhension des messages, disent-ils, requiert un niveau d'abstraction seulement présent chez un enfant ayant atteint le stade des opérations concrètes.

Le but de la présente recherche est donc double: premièrement, de vérifier s'il est possible pour des enfants de 5 ans et demi de programmer en LOGO et deuxièmement, de vérifier si l'utilisation du langage LOGO favorise le développement de la pensée divergente.

Pour ce faire, il est apparu important de rendre opérationnel le concept de pensée divergente, d'élucider par quel procédé l'utilisation du langage LOGO permet de développer la pensée divergente, de mieux cerner les perceptions des différents chercheurs qui ont produit des études sur la programmation de jeunes enfants et enfin, de clarifier les quelques données connues sur les techniques d'introduction à la programmation du LOGO.

La première partie de cette étude présente le contenu théorique de la recherche en répondant aux objectifs décrits précédemment. La deuxième partie du mémoire présente le schéma expérimental, soit la description de la population et de la méthode

utilisée. Le dernier élément d'analyse décrit à la troisième partie, consiste à présenter et à interpréter les résultats.

CHAPITRE PREMIER

Contexte théorique de la recherche

L'étude des productions créatrices exige une compréhension claire et une définition opérationnelle de ce concept. Les différentes études dans le domaine de la créativité indiquent la nécessité d'identifier et de cerner les composantes quantifiables de la créativité. La première partie présente les appuis théoriques pouvant répondre à cette nécessité. Une analyse de la littérature portant sur le langage LOGO suivra et comprendra trois thèmes: les interactions entre l'enfant, le langage LOGO et la pensée divergente, puis la capacité de l'enfant à programmer et enfin, un examen des divers plans d'initiation à la programmation. Cette recension de la littérature permettra d'élaborer les hypothèses ainsi que la méthodologie de la présente recherche.

LE CONTEXTE THÉORIQUE

Les écrits sur la pensée divergente

La pensée divergente et ses composantes

Les recherches corrélatives et expérimentales portant sur la créativité n'ont pas comme attribut une définition uniforme du

phénomène. Elles ne permettent pas de discerner si la créativité est une habileté ou une attitude.

Plusieurs écoles de pensée proposent des définitions de créativité. Pour Gowan et al. (1967), elle résulte en une expansion de l'esprit. Elle introduit un plus grand degré de signification et donne lieu à un plus haut degré d'abstraction de la pensée. Cette approche rend très difficile, l'identification d'un degré de créativité.

Suchman (1967) présente la conception de Piaget et Inhelder sur la créativité. Il appert que la créativité joue un rôle central sur la pensée opératoire, par les processus d'assimilation et d'accommodation mis en jeu lors des interactions sujet-environnement. Ces interactions peuvent conduire à la construction d'un modèle conceptuel établissant la causalité des événements physiques. Le sujet observe les effets de ses opérations puis en les comparant avec d'autres, il effectue des groupes de correspondance. Une nouvelle catégorie de concepts ne peut être établi si l'événement n'est pas assimilé. C'est donc à partir de la nature et la variété des actions sur l'environnement que le sujet organise sa pensée.

Parallèlement à ce schème de pensée, Guilford (1956) développe un modèle tridimensionnel expliquant la dynamique de

l'intelligence par un processus de convergence ou de divergence lors de la structuration du contenu, des produits ou des opérations intellectuels. En soi, les pensées convergente et divergente apparaissent dans le modèle de Guilford comme des opérations intellectuelles. Elles sont des propriétés du système nerveux qui se perfectionnent avec l'âge. Guilford (1956) identifie cinq opérations: la mémoire, la compréhension, la pensée convergente, la pensée divergente et la pensée évaluatrice.

Très utilisé par les chercheurs, le modèle de Guilford a l'avantage de présenter un éventail plus large des aspects du fonctionnement mental permettant ainsi de dégager les composantes dites intellectuelles et créatrices. Par conséquent, la créativité se distingue de l'intelligence, par la particularité de mettre en jeu l'imagination et de favoriser la divergence. Cette dernière s'exprime par la capacité de développer une stratégie de résolution de problèmes caractérisée par l'identification de toutes les éventualités possibles.

Selon Guilford, la pensée divergente est l'opération la plus caractéristique et la plus représentative de la créativité. Le sens qu'il donne à la créativité consiste en l'identification de facteurs de pensée divergente.

Cependant, il est à noter que pensées convergente et divergente ne s'opposent pas. Ce sont deux modes de pensée qui se complètent et qui doivent se compléter. Ainsi, l'esprit passe par la divergence pour ensuite converger vers une solution réalisable. La pensée divergente est donc susceptible d'apporter à la pensée convergente un matériel nouveau et plus riche (Paré, 1977, p.121).

Les facteurs de la pensée divergente

L'isolation des facteurs de la pensée divergente proposés par Guilford permet l'élaboration d'une définition opérationnelle de ce concept.

Il identifie de la même manière que Torrance (1972), quatre facteurs principaux de la pensée divergente: la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration.

La fluidité est l'habileté à produire un grand nombre d'idées et se mesure par la quantité d'idées ou de mots produits. C'est, en terme «guilfordien»: «Fluency tests call for multiple answers to the same given information, in limited time» (Guilford and Hoepfner, 1971, p.126). La fluidité s'applique à n'importe lequel

contenu. Il existe trois types différents de fluidité: idéationnelle, associative et expressive.

La fluidité idéationnelle de mots est la capacité à produire une quantité de mots, de titres, etc. La fluidité d'association est la capacité à compléter des relations (synonymes, analogies, etc.) liées à la ressemblance. La fluidité d'expression correspond aux nouvelles idées qui peuvent entrer dans un système ou dans une structure donnée. C'est l'organisation.

(Paré, 1977, p.125).

La flexibilité, deuxième facteur de la pensée divergente, se définit comme la variété des idées du répertoire exprimé. C'est donc la facilité du sujet à passer d'une catégorie d'idées à une autre. Guilford (1968), l'exprime en terme d'adaptation à changer d'instruction et à valider les réponses. La flexibilité peut être identifiée lors de la production de classes, d'ensemble d'objets, d'événements ou de situations. Ce facteur peut être de nature spontanée ou adaptative selon l'approche et la stratégie.

Le troisième facteur de la pensée divergente, l'originalité, est plutôt associée à la rareté du résultat. Il représente l'habileté du sujet à produire des idées hors du commun. Selon Guilford et Hoepfner (1971), il s'agit de réponses peu communes. Une production est donc dite très originale, lorsqu'elle constitue une réponse peu fréquente, donnée par moins de 2% des sujets.

Le quatrième facteur étudié par Guilford dans la description de la pensée divergente, est l'élaboration. Cette composante constitue les éléments ajoutés à un objet, à un événement ou à une situation. Guilford l'exprime en ces termes: «to produce a variety of implications» (Guilford, 1968, p.103).

C'est le nombre d'embellissement, ce qui est ajouté pour rendre ses propres idées ou les idées des autres plus intéressantes, plus excitantes, plus belles ou plus rentables. C'est passer à la production détaillée d'étapes, c'est produire un plus grand nombre d'implications ou de conséquences. C'est encore ajouter des choses plus complexes ou plus compliquées.

(Paré, 1977, p.126).

A la fin de ce processus de création, intervient une période d'évaluation où le sujet manifeste l'habileté à faire des choix afin de répondre à un critère de pertinence.

Les étapes mises en jeu par le processus de pensée divergente sont au nombre de sept. Ce sont: la sensibilisation au problème, l'identification de la ou des difficultés, la recherche de solutions, la formulation d'hypothèses, la vérification des hypothèses et des solutions, le réarrangement si nécessaire, et finalement, la communication des résultats.

Définition opérationnelle de la pensée divergente

Il est maintenant possible, à partir de l'élaboration du contexte théorique, de présenter une définition opérationnelle de la pensée divergente.

La pensée divergente est un processus et une opération la plus caractéristique et la plus représentative de la créativité, elle se manifeste par quatre variables: la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration.

Il apparaît maintenant important d'identifier les aspects de la pensée divergente pouvant être suscités par l'activité de programmation.

Les écrits sur le langage LOGO

Interactions enfant-LOGO

et le développement de la pensée divergente

La problématique de cette étude fait ressortir trois sortes d'écrits dont il est nécessaire de faire la recension. Ces écrits sont en grande partie des études qualitatives. Elles expriment de manière non quantifiée la relation pouvant exister entre l'utilisation du LOGO et l'enfant en bas âge, le lien pouvant exister entre la

programmation et l'enfant de 5 ans et finalement, le rapport pouvant exister entre l'utilisation du LOGO et la pensée divergente.

Cette dernière catégorie d'écrits sera présentée en premier lieu afin de faire ressortir les éléments qui permettent de voir dans quelle perspective les autres types d'écrits s'orientent dans la présente problématique.

Malgré les origines nord-américaines du LOGO il y a 12 ans, les Etats-Unis ne sont, comme l'Europe, qu'au stade expérimental dans le développement d'un langage informatisé adapté à l'enfant d'âge scolaire. Les études américaines et françaises partagent une optique commune en postulant que le micro-ordinateur serait une solution possible pour produire un environnement où l'apprentissage serait ludique.

L'enfant, ainsi placé dans un milieu riche en ressources, devient son propre agent d'apprentissage par ses interactions avec le matériel et l'entourage présent. Il peut laisser libre cours à son potentiel d'invention et d'imagination dans sa quête de découvertes par le micro-ordinateur.

Dans une perspective d'extrapolation, il apparaît alors primordial de vérifier par quel processus le LOGO peut favoriser le développement de la pensée divergente.

Un élément de réponse est présentée par Papert (1981) lorsqu'il présente l'implication du processus intellectuel dans la programmation. Il affirme que: «en s'efforçant d'apprendre à penser à l'ordinateur, l'enfant se lance dans une exploration: il lui faut retrouver comment il pense lui-même». Cet exercice provoque la recherche de toutes les solutions possibles, ce qui donne lieu à une pensée divergente contrairement à la localisation sur la recherche d'une réponse unique ou pensée convergente.

Les attributs de la pensée divergente en milieu scolaire consiste en l'existence de plus d'une réponse correcte et que celles-ci sont le produit d'une utilisation logique de différentes règles et non le résultat d'une mémorisation.

Selon Steffin (1983), le langage LOGO offre l'opportunité de développer ainsi la pensée divergente par ses attributs d'interactivité, de feedback immédiat, de variabilité dans la présentation, de neutralité des réponses et d'individualisation de l'apprentissage.

Steffin (1983) approuve le besoin d'introduire un mode de pensée divergente par le développement d'habiletés de résolution de problèmes ou de créativité. Il identifie le micro-ordinateur comme l'outil pouvant permettre ce développement.

Une distinction s'impose afin de mieux saisir la pensée de ces auteurs. L'utilisation du micro-ordinateur peut prendre deux voies différentes: la première, celle dont parle les chercheurs nommés précédemment, où l'utilisateur est programmeur et la seconde, où l'utilisateur est l'objet d'un programme. Papert (1981) fait la nuance en indiquant que l'enseignement assisté par ordinateur signifie que l'ordinateur est programmé pour enseigner à l'enfant ou en des termes plus précis, que l'ordinateur sert à programmer l'enfant. Il propose alors la situation inverse pour rendre le micro-ordinateur un outil d'apprentissage efficace et utile pour le développement de l'enfant. Ainsi, l'enfant doit programmer l'ordinateur. Selon lui, l'enfant acquiert ainsi la maîtrise d'un des éléments de la technologie la plus moderne et la plus puissante, tout en établissant un contact intime avec certaines des notions les plus profondes de la science, des mathématiques, et de l'art de bâtir des modèles intellectuels.

Programmer revient à dire que l'enfant apprend à communiquer dans une autre langue, un langage intelligible pour la machine.

Or, apprendre une langue est l'une des choses que les enfants font le mieux. Tout enfant normal apprend à parler. Pourquoi, en ce cas, un enfant ne pourrait-il pas apprendre à parler avec un ordinateur?».

(Papert, 1981, p.16).

La découverte de ce langage amène l'enfant à se constituer un petit monde à lui, appelé micro-monde, où il construit lui-même ses méthodes et son savoir. Comme le souligne Taurisson (1983), c'est dans la perspective tant d'étudier l'ordinateur comme un instrument de conception entre les mains des enfants. Il se présente alors comme un ensemble de moyens favorisant l'expérimentation et permettant à l'imagination de s'exprimer.

Ces données théoriques permettent d'identifier deux éléments en relation avec l'influence de l'utilisation du LOGO sur la pensée divergente. Premièrement, la prise en charge des opérations par l'enfant et deuxièmement, la découverte d'un nouveau langage. L'utilisation de ce langage exige une manipulation flexible de symboles ce qui constitue un processus de résolution de problèmes. En résumé: «L'élément-clé de cette approche est: un environnement à réponse immédiate et la liberté d'opérer où l'enfant

peut rechercher l'assimilation du problème de la façon qu'il désire. Ainsi, les faits, séquences, hypothèses sont tous sélectionnés par l'enfant» (Suchman, 1967, p.92).

Les chercheurs cités précédemment ont conduit leurs études avec une population dont l'âge excédait 8 ans. Mais le langage LOGO convient-il aux habiletés de programmation que pourrait démontrer l'enfant du préscolaire? Dans quelles conditions d'apprentissage pourrait-il convenir?

La programmation par le LOGO et l'enfant de 5 ans

Pour répondre aux questions précédentes, il est utile de préciser que l'interrogation diffère selon la conception du rôle du micro-ordinateur. Il existe principalement trois grandes orientations: concevoir le micro-ordinateur comme un outil instructionnel, comme un tuteur où l'enfant apprend quelque chose, ou comme un enseigné (Papert, 1981) où l'enfant enseigne quelque chose.

La troisième conception est retenue en raison de l'intérêt apporté par le langage conçu par Papert. L'interrogation posée, dans le cadre de cette conception, comporte plusieurs sous-questions, telles que: quelles sont les habiletés prérequises à l'activité de programmation, quel est le niveau de capacité de pensée linéaire

et séquentielle requises à la programmation, et quelle est la nécessité d'utiliser un objet programmable motorisé pour initier à la programmation.

La recension des écrits révèlent des réponses divergentes à l'égard de ces interrogations. D'une part, Papert et ses collègues affirment que l'enfant d'âge préscolaire a la capacité d'apprendre par lui-même à programmer.

«Mon hypothèse est qu'une large part de ce que nous considérons à l'heure actuelle comme trop formel ou trop mathématique s'apprendra aussi simplement que la langue du pays dès l'instant où, dans un futur très proche, les enfants grandiront dans un monde riche en ordinateurs».

(Papert, 1981, p.17).

D'autre part, certains chercheurs (Barnes et Hill, 1983; Gorman et Bourne, 1983) opinent que l'enfant de 5 ans n'a pas la capacité de programmer parce qu'il ne peut comprendre la signification de ses actions autrement que par intuition.

Barnes et Hill (1983) affirment que l'enfant doit préalablement avoir atteint le stade des opérations concrètes pour être capable de travailler significativement avec le micro-ordinateur. Ainsi, pour comprendre la signification de ses interactions avec le micro-ordinateur, il doit maîtriser les pré-requis suivants: être

capable de classifier selon deux dimensions, de traiter logiquement avec équivalences (réversibilité) et d'observer les changements (conservation).

Gorman et Bourne (1983) déclarent, quant à eux, qu'il y a peu d'évidence que la pensée de l'enfant soit accrue en puissance par le LOGO puisque, comme l'exprime Bowman's (1983), l'enfant ne présente qu'une compréhension intuitive de ses actions en programmant avec le langage LOGO. Si les arguments employés sont parfaitement respectables en fonction des connaissances actuelles de la psychologie cognitive de l'enfant, peut-on considérer la question en tenant compte des nécessités intellectuelles chez l'enfant de 5 ans?

Quelques recherches infirment le postulat selon lequel l'enfant âgé de 5 ans n'a pas la capacité de programmer en LOGO. Elles indiquent trois conditions qui se rapportent toutes au plan d'initiation à la micro-informatique. La capacité de l'enfant à programmer en LOGO dépend, soit de la présence d'un climat de liberté d'action, soit de l'utilisation d'un véhicule programmable et soit de l'utilisation d'un procédé structuré basé sur des activités pédagogiques.

Il est maintenant possible d'identifier des études en relation avec les trois types d'affirmation, de dégager les plans d'initiation à la programmation du langage LOGO pour finalement identifier les éléments qui permettront d'élaborer les hypothèses de recherche.

Plans d'initiation à la programmation
du LOGO par des enfants de 5 ans

Les études qui ont été faites sur la capacité de programmer de l'enfant d'âge préscolaire sont susceptibles d'éclairer davantage les éléments de la problématique parce qu'elles permettent de mieux cerner les habiletés nécessaires à la programmation à cet âge et d'identifier les activités possibles ainsi que leurs caractéristiques.

Hines (1983) définit la programmation comme «la capacité à donner une série de commandes en réponse à un problème, le nommer et le sauver». La programmation fait ainsi appel à ces aptitudes et habiletés.

Son étude a pour objectif de déterminer si l'enfant de 5 ans peut réaliser de simples programmes: elle effectue une évaluation à trois niveaux: le concept d'espace; les concepts de conservation, de sériation et de classification; et les attitudes de compréhension des opérations.

Le procédé développé par ce chercheur correspond au premier type d'affirmation, c'est-à-dire que l'enfant est laissé libre dans ses activités de programmation. Il en résulte qu'après dix semaines d'utilisation du LOGO par six élèves du préscolaire, Hines obtient une différence significative, dans la capacité de programmer le micro-ordinateur en langage LOGO. L'évaluation des élèves indique une acquisition notable au niveau de la notion de grandeur des nombres et de la conservation de la quantité. Cette étude, axée sur l'impact de la programmation du LOGO au niveau cognitif, souligne en conclusion l'aspect créatif développé par les propriétés de la programmation de ce langage.

La possibilité d'initier des enfants de 5 ans aux rudiments de la programmation en LOGO repose, selon Bastide et Letouze (1981), sur l'utilisation d'un matériel d'initiation constitué par un jouet électronique ou un mobile circulaire commandé par un ordinateur.

Le véhicule programmable représente la tortue du langage LOGO. Il répond aux mêmes commandes. L'attrait de ce dispositif est de permettre le passage du jeu au langage informatique. L'enfant apprend par lui-même à répondre à un langage structuré, à réfléchir sur sa façon de penser, à coordonner ses activités à celles des autres.

Ces chercheurs ont démontré l'intérêt suscité par la manipulation d'un véhicule programmable, ainsi qu'un intérêt pour le mode différé et le travail de groupe. Les activités des 24 sujets observés, soit dans la programmation libre, soit dans la programmation d'un projet de groupe, ont développé l'habileté de synthèse par la réduction des procédures et la concentration visuelle par l'identification immédiate des erreurs.

Cette étude permet de clarifier un aspect de la problématique. En effet, ces chercheurs décèlent, à partir de leur expérimentation, non seulement la possibilité de programmation du LOGO par des enfants de 5 ans, mais aussi la manifestation d'une meilleure orientation dans l'espace. Le prototype est donc un support pour les activités d'orientation et de repérage dans un plan, car l'enfant doit se situer non par rapport à lui-même mais en fonction d'indices qui lui sont extérieurs.

L'initiation à la programmation doit-elle s'effectuer en toutes circonstances par l'utilisation d'un véhicule programmable? La recension des écrits révèle que d'autres plans d'introduction, plus économiques, sont aussi efficaces.

De fait, Chauvin et Emerl (1984) dirigent leur étude sur la conception d'une procédure structurée basée sur des activités

adaptées aux enfants du préscolaire dans le but de les initier à la programmation en LOGO.

Ils explorent tout particulièrement les procédures et stratégies mises en oeuvre par l'enfant face au micro-ordinateur et ils déterminent la nature des connaissances acquises dans un environnement informatique.

Le procédé, d'initiation à la programmation, développé par ces chercheurs comporte cinq phases: préparation, utilisation d'un véhicule motorisé, manipulations libres, réorganisation du travail en petits groupes, exploration de deux programmes (ZOOM et PLAGE), exploration de commandes plus structurées et la réalisation de projets individuels.

A toute fin, cette étude indique la capacité des enfants, d'âge préscolaire à programmer par sa participation à différentes activités qui exigent de l'enfant une structuration de ses opérations dans la recherche de solutions.

Les résultats révèlent que les activités de programmation en LOGO permettent des acquisitions cognitives et motrices telles que: le développement de la représentation spatiale, l'anticipation, la

prise de conscience du rôle des lettres, le maniement du clavier, l'intérêt, la motivation et la concentration.

A la lumière de ces études, les hypothèses relatives à l'incapacité de programmer des enfants du préscolaire, sont confrontées à une réalité autre qui est celle de l'épistémologue, S. Papert. L'élément-clé de cette conception est basé sur la notion que l'enfant est la bâtisseur actif de ses propres structures intellectuelles. L'enfant les bâtit grâce à l'interaction avec les matériaux de son environnement. L'activité de programmation met ainsi en branle une forme active et autodirigée du sujet dans son apprentissage.

La connaissance acquise, en particulier, l'est dans une intention personnelle et consciemment perçue. L'enfant fait quelque chose avec. Ce savoir nouveau est source de pouvoir, et perçu comme tel dès l'instant où il commence à prendre forme dans l'esprit de l'enfant.

(Papert, 1981, p.33).

L'énoncé précédent semble indiquer une opposition entre Papert et Piaget et cette opposition résiderait dans la croyance de Papert (1981) à dire que l'ordinateur permet de concrétiser et de personnaliser le domaine formel. Ceci est possible, selon Papert (1981), par l'action de la pensée combinatoire d'une part, dans laquelle le raisonnement s'applique à l'ensemble de tous les états

possibles d'un système, et la pensée auto-référentielle de l'autre, qui a pour objet la pensée elle-même. Ce qui est contraire au modèle explicatif du développement de l'enfant de Piaget. Car, selon Piaget, l'enfant doit passer par des stades de développement dont il a identifié pour chacun, le type de raisonnement correspondant. Il n'est donc pas possible pour Piaget, d'amener un enfant à produire une pensée formelle s'il est à une pensée concrète. Car il n'a pas les acquis nécessaires. C'est sur ce point que Papert pense, au contraire, que l'utilisation d'un matériel flexible et interactif n'exige pas l'atteinte du domaine formel. Cette étude est basée sur le principe, développé par Papert, que l'enfant a la capacité d'agir sur sa pensée.

L'étude expérimentale de Goulet et Jutras (1984) illustre clairement la façon dont l'enfant en arrive à contrôler un outil, devant exiger une pensée formelle. En effet, 75 enfants répartis en deux groupes de deux maternelles 4 ans et de deux maternelles 5 ans ont assisté à des activités de préparation à la programmation puis ont utilisé le LOGO pendant une période de six mois.

Il est clair que les activités d'introduction au langage LOGO étaient structurées. Ainsi, ils ont participé à des activités de discrimination de formes, des activités de latéralisation, des activités de langage (intégration du langage LOGO au sens de

l'enfant) et des activités d'utilisation du dactylographe (relation avec le clavier de l'ordinateur, etc.).

Après six mois d'expérimentation, les enfants ont appris à nommer différentes composantes d'un micro-ordinateur et les procédures utilisées, à établir les liens de cause à effet entre le clavier et le moniteur, à utiliser les rudiments d'un langage de programmation, à décomposer (distinguer des objets, élaborer certains concepts), à généraliser (ex.: forme rectangulaire de différentes dimensions), à nommer et identifier plusieurs lettres de l'alphabet et à reconnaître les bases de la numération.

Selon Goulet et Jutras (1984), les enfants ont ainsi développé une capacité de programmer, une certaine autonomie face au micro-ordinateur (résolution de problèmes), un contrôle occulo-manauel et une capacité de communication.

Ces études nous portent donc à croire qu'un environnement riche en matériaux et permettant liberté, autonomie, respect des procédures et des rythmes, et donnant les réponses immédiatement, provoquent la constitution de structures intellectuelles et la manifestation de flexibilité dans de nouvelles situations. Mais, ces études démontrent chacune des possibilités du petit enfant à apprendre l'usage de certains éléments isolés de la programmation.

Est-il possible qu'il intègre tous les éléments essentiels à la programmation lorsqu'il est placé dans un environnement adéquat?

Il apparaît donc primordial que l'enfant soit le propre investisseur et agent de son apprentissage. De même, des activités structurées peuvent l'aider dans son apprentissage par induction ou par généralisation.

La problématique, telle que soulevée par les différents écrits, pose ainsi une double interrogation, quelle est la possibilité d'initier des enfants de 5 ans et demi à la programmation du LOGO et quelle est la nature du plan d'initiation à la programmation qui sera utilisé dans l'expérimentation. La seconde question est évidemment dépendante de la réponse de la première.

Les résultats des recherches citées précédemment divergent dans leurs réponses à la première interrogation. D'une part, les études expérimentales (Chauvin et Emerl, 1984; Perlman, 1976, Solomon, 1982) démontrent l'adaptabilité du langage LOGO aux enfants du préscolaire par l'organisation d'un environnement respectant la liberté d'agir et le rythme de l'enfant. D'autre part, les études de Barnes et Hill (1983), Gowman et Bourne (1983), affirment que l'enfant utilise une pensée intuitive lors d'activités

de programmation, laissant entendre ainsi qu'il n'en comprend pas le sens.

Cependant, la conception de Papert à cet égard permet de déplacer les frontières théoriques de la pensée formelle sur le terrain de la pensée concrète. De même, les frontières de la pensée concrète pourraient se déplacer vers la pensée intuitive. Il annihile ainsi l'affirmation posée par Barnes et Hill (1983). Toutefois, les chercheurs qui démontrent la capacité de programmer en langage LOGO chez des enfants du préscolaire se dissocient en attribuant soit à l'environnement, soit à un véhicule programmable et soit à des activités structurées, l'élément déterminant de ce phénomène.

Pour notre part, nous sommes porté à croire en la pertinence de l'idée qui propose que l'enfant a les capacités d'être son propre bâtisseur par l'entremise de la présence d'un environnement riche en matériaux. Le langage LOGO, a, à ce titre, toutes les caractéristiques d'un langage puissant pouvant être adapté à de très jeunes enfants. Les données recueillies sur la programmation du micro-ordinateur par de jeunes enfants démontrent que le langage le plus utilisé pour initier les enfants à la programmation est le LOGO.

L'analyse des différentes études indiquent, en ce qui regarde la deuxième interrogation, la nécessité de préparer l'enfant à l'utilisation du micro-ordinateur. Les écrits soulignent la convenance de respecter quatre éléments lors de l'initiation à la programmation. Ces éléments sont la présentation d'activités préparatoires qui permettent la compréhension des commandes, de manipulations libres qui permettent un contact avec le micro-ordinateur, de projets à réaliser en petits groupes et de projet à élaborer individuellement. Nous considérerons les éléments de cette approche dans l'élaboration du plan d'initiation.

Il serait également pertinent de définir le rôle de l'intervenant et de l'environnement. En effet, quelques aspects relevés d'études descriptives (Moore and Smith, 1961) assignent une importance à l'intervenant et à l'environnement. L'étude de Moore et Smith (1961) prouve que l'enfant de 3-4 ans a besoin d'un environnement qui fournit les réponses immédiatement pour répondre à sa nécessité de production. Il attribue ce besoin au fait que l'enfant se voit placé en liberté d'agir selon son rythme, sans pression ni récompense extrinsèque, ce qui conduit à une maximisation de l'autonomie par une plus grande liberté créatrice.

« L'élément-clé de cette approche est: un environnement à réponse immédiate et la liberté d'opérer où l'enfant peut rechercher l'assimilation du problème de la façon qu'il le désire».

(Suchman, 1967, p.92).

Et, c'est dans ce cadre environnemental où l'intervenant a un rôle de guide, que l'enfant développe sa pensée divergente par l'exploration des différentes possibilités du langage. Car, selon Papert (1981), l'enfant face à la résolution de problèmes, expérimente par essais et erreurs dans une première phase, puis il objective les procédures pouvant être réutilisés dans des procédures plus complexes.

La recherche de plusieurs solutions différentes fait appel à la pensée divergente. Aucune recherche ne permet une perception claire de ce phénomène impliquant le LOGO et la pensée divergente chez des enfants du préscolaire. Cependant, la théorie permet d'identifier l'interaction possible entre l'utilisation du langage LOGO et la pensée divergente ainsi que d'éclaircir par quel procédé il est possible pour l'enfant de 5 ans de produire des activités de programmation.

La problématique comporte donc la nécessité de voir dans ce phénomène l'élaboration d'éléments d'une théorie de l'apprentissage, par la conception d'une méthodologie adaptée à l'utilisation du micro-ordinateur en classe.

LES HYPOTHÈSES DE LA RECHERCHE

La conception de Papert permet l'élaboration d'une première hypothèse selon laquelle l'enfant possède les habiletés pré-requises à la programmation:

Les enfants d'âge préscolaire développent la capacité de programmer des figures géométriques avec des rudiments du langage LOGO par l'utilisation d'un matériel d'introduction.

Une deuxième hypothèse met en relation le niveau de pensée divergente et la programmation du LOGO. Cette hypothèse tente de répondre à l'interrogation posée à l'égard de la capacité de favoriser le développement des quatre facteurs de la pensée divergente, émis par le procédé de programmation. Il s'agit donc de savoir si l'activité de programmation en LOGO, qui est un langage interactif, accroît le développement de la fluidité, de la flexibilité, de l'originalité et de l'élaboration. L'hypothèse s'exprime ainsi:

L'apprentissage et l'usage de la programmation des rudiments du langage LOGO développent les capacités de pensée divergente figurale dans ses composantes de fluidité, de flexibilité, d'originalité et d'élaboration.

CHAPITRE II

Description de l'expérience

Est présentée, dans ce chapitre, la description de la méthode utilisée pour l'expérimentation. A cette fin, les thèmes se rapportant à l'identification du cadre expérimental expliquent le type d'échantillonnage, la procédure, les grilles des variables, la notation des résultats et le plan d'analyse des données.

Cette analyse de la méthodologie consiste à présenter par quel procédé les hypothèses statistiques sont vérifiées. Il apparaît ici nécessaire d'exposer les quatre hypothèses relatives à la problématique.

DESCRIPTION DE L'EXPÉRIENCE

Les hypothèses statistiques

La constitution tout comme l'orientation de cette étude est fonction des affirmations prédisant la relation existante entre deux types de variables. Les hypothèses statistiques expriment ainsi une définition opérationnelle des variables à l'étude.

Compte tenu des hypothèses de recherche, l'enfant de 5 ans et demi userait de la pensée divergente beaucoup plus fréquemment lorsqu'il est amené à participer à des activités de programmation.

La portée de cette affirmation comporte deux types d'hypothèses, celle en regard de la capacité de programmer en LOGO par l'enfant de 5 ans et demi et celles en regard du développement des quatre composantes de la pensée divergente.

La première hypothèse statistique exprime de façon opérationnelle la relation entre la programmation et l'enfant d'âge préscolaire.

L'enfant manifestera, après entraînement, la capacité d'exécuter seul un programme et de répondre aux exigences du matériel didactique à 90% du taux de réussite.

Les hypothèses suivantes concernent le deuxième type où la relation à l'étude se situe entre la programmation et la pensée divergente. Quatre hypothèses se présentent:

Les sujets du groupe expérimental manifesteront plus de fluidité figurale que les sujets du groupe contrôle au seuil de signification 0.05.

Les sujets du groupe expérimental manifesteront plus de flexibilité figurale que les sujets du groupe contrôle au seuil de signification 0.05.

Les sujets du groupe expérimental manifesteront plus d'originalité figurale que les sujets du groupe contrôle au seuil de signification 0.05.

Les sujets du groupe expérimental manifesteront plus d'élaboration que les sujets du groupe contrôle au seuil de signification 0.05.

L'échantillon

Cette étude implique la participation de deux classes maternelles de la Commission Scolaire de Chicoutimi où les enfants sont âgés de 5 ans 4 mois à 6 ans 8 mois.

Un questionnaire a permis d'identifier, dans chacune des classes, les élèves qui manipulent régulièrement un micro-ordinateur. Les résultats indiquent la nécessité d'un échantillonnage basé sur le type d'utilisation de l'appareil, en raison du nombre de sujets qui ont un contact avec celui-ci, soit 56% des sujets du groupe expérimental et 44% des sujets du groupe contrôle. Pour obtenir des groupes équivalents, il a donc été nécessaire de sélectionner les sujets. Ainsi, ceux qui avaient déjà utilisé le langage LOGO ou une de ses simplifications n'ont pas été retenus pour l'étude.

Des 34 élèves qui fréquentent les maternelles 5 ans, un sujet du groupe expérimental a dû être retiré alors que trois ont été soustraits du groupe contrôle.

Ainsi, les sujets ont été l'objet d'un réarrangement expérimental selon quatre catégories qui s'expriment ainsi: présence d'aucun contact antérieur avec un micro-ordinateur, manipulation à une ou deux reprises par semaine, manipulation à deux reprises par semaine et manipulation régulière (plus de deux reprises par semaine).

Dès l'instant où il y a eu contact avec un micro-ordinateur, nous avons déterminé quelle en était la nature afin d'identifier si le sujet avait déjà expérimenté la programmation. L'étude démontre que seuls deux types de matériel sont utilisés: les jeux éducatifs et les didacticiels ludiques. Les jeux éducatifs ont en commun la prédominance de l'aspect ludique sur le contenu, accentuée par l'utilisation de la couleur et le recours à des formules animées. Les didacticiels ludiques sont moins tournés vers le jeu et un peu plus vers l'apprentissage. Le jeu n'y est en fait qu'un prétexte pour retenir l'attention de l'enfant (voir tableau 1).

TABLEAU 1

Type d'expérience des candidats
en micro-informatique

GROUPE EXPÉRIMENTAL				GROUPE CONTRÔLE			
No	Sexe	Age	Type de contact*	No	Sexe	Age	Type de contact
00	M	6:2	4:A	16	M	5:4	3:B
01	F	5:4	1:-	17	M	6:3	1:-
02	M	5:9	1:-	18	F	5:5	4:AB
03	M	6:2	4:AB	19	F	5:6	4:A
04	F	5:5	3:A	20	F	5:6	4:A
05	F	5:8	3:-	21	F	5:5	1:-
06	F	6:1	4:A	22	M	5:7	2:AB
07	M	5:5	3:AB	23	M	6:1	1:-
08	F	5:4	4:A	24	M	5:8	3:AB
09	F	5:7	1:-	25	F	6:3	1:-
10	M	5:5	1:-	26	F	6:1	1:-
11	M	5:9	1:-	27	M	5:7	1:-
12	M	6:3	4:AB	28	F	6:1	1:-
13	M	5:8	4:B	29	M	5:8	4:AB
14	M	5:5	4:A	30	F	6:1	1:-
15	M	5:9	3:B	31	M	5:6	1:-
				32	M	5:4	3:AB
				33	F	5:6	1:-
**M:5:7				M:5:7			

* Type de contact:

- Les chiffres indiquent (1) aucun essai; (2) essai à 1 ou 2 reprises par semaine; (3) essai à deux reprises par semaine; (4) essai à plus de 2 reprises par semaine.
- Les lettres indiquent (A) jeux éducatifs; (B) didacticiels ludiques.

** Moyenne d'âge des sujets.

L'établissement de ces critères nous conduit à reconnaître qu'un sujet est dit sans expérience lorsqu'il n'a pas joué le rôle de programmeur et la capacité de programmer met en jeu des processus de résolution de problèmes et d'adaptation à un langage logique. Elle est donc la capacité à donner une série de commandes en réponse à un problème, le nommer et le sauver (Hines, 1983). Par conséquent, l'importance du contact antérieur est déterminant dans la composition de la population du groupe contrôle par rapport au groupe expérimental. Le sujet sans expérience est celui qui a peu de contact avec le micro-ordinateur, pas plus de deux par semaine, ou qui n'utilise que du matériel classé sous la catégorie des jeux éducatifs. Ces deux critères établissent que l'enfant n'a jamais eu à programmer ou à entrer des données sur micro-ordinateur selon une procédure déterminée. Il est alors considéré sans expérience significative pouvant influencer l'expérimentation.

Ainsi, dans chacune des classes, 15 sujets ont été choisis en fonction de deux variables: l'expérience individuelle en micro-informatique et le sexe des enfants.

Le tableau 2 présente la répartition des sujets du groupe expérimental et du groupe contrôle selon la fréquence et le type d'utilisation du matériel informatique.

TABLEAU 2

Répartition des sujets du groupe expérimental (G_1) et du groupe contrôle (G_2), d'après la fréquence et le type d'usage du matériel informatique(*)

Groupes	USAGES ANTÉRIEURS										Total	
	Aucun	Rare (1-2)			Périodique(2)			Régulier(2++)				
		J.E.	D.L.	J.E. D.L.	J.E.	D.L.	J.E. D.L.	J.E.	D.L.	J.E. D.L.		
G_1	6	-	-	-	1	1	1	4	-	2	15	
G_2	8	-	-	1	-	1	1	2	-	2	15	

(*) Se réfère principalement à deux types: les jeux éducatifs (J.E.) et les didacticiels ludiques (D.L.).

Ce tableau indique un équilibre en regard de l'expérience des candidats face à la manipulation du micro-ordinateur, car il y a un même nombre de sujets «sans expérience», selon la définition. En effet, nous obtenons, dans les deux groupes, 11 sujets sans expérience sur 15 au total. Onze sujets qui n'ont pas joué le rôle de programmeur, c'est-à-dire qui n'ont pas plus de deux contacts/semaine avec le micro-ordinateur et/ou que les logiciels utilisés sont exclusivement des jeux éducatifs.

Le tableau 3 présente la répartition des sujets du groupe expérimental (G_1) et du groupe contrôle (G_2) selon le sexe.

TABLEAU 3

Répartition des sujets du groupe expérimental (G_1)
et du groupe contrôle (G_2), selon le sexe

Groupes	Sujets		Total
	Sexe féminin	Sexe masculin	
G_1	6	9	15
G_2	6	9	15
TOTAL	12	18	

Ce tableau révèle qu'il y a un même nombre de filles dans chacun des groupes, et qu'il y a un nombre un peu plus élevé de garçons dans chacun des groupes.

Le dispositif expérimental

L'évaluation du degré de pensée divergente figurale a été effectuée, avant l'utilisation du micro-ordinateur, à partir du test de Torrance (1966). De plus, les sujets ont été soumis à une

identification de leur connaissance et intérêt face à l'appareil: l'Appendice A présente ce matériel.

Le tableau 4 présente le schéma expérimental. Une première observation du degré de pensée divergente, est effectuée avant le traitement chez le groupe expérimental (O_1) et le groupe contrôle (O_4). Le traitement est d'une durée de trois mois chez le groupe expérimental (O_2). Une seconde mesure est effectuée après trois mois chez les deux groupes. Finalement, une troisième mesure du degré de pensée divergente est prise après un mois d'activités régulières, non reliées à la programmation, chez le groupe expérimental (O_3) et le groupe contrôle (O_6).

TABLEAU 4
Schéma expérimental.

O_1	Traitement 3 mois	O_2	1 mois	O_3
O_4	—	O_5		O_6

Le groupe expérimental a été soumis, lors du traitement, à la présence de deux micro-ordinateurs (Commodore 64 et IBM PC Junior).

L'organisation de la classe, que ce soit celle du groupe expérimental ou celle du groupe contrôle, se faisait à partir d'ateliers de toutes sortes. L'enfant choisit l'atelier où il travaillera pendant 50 minutes. Dans le groupe expérimental, le travail à l'ordinateur est un atelier particulier. Cet atelier dirigé par l'examinatrice pouvait occuper trois sujets à la fois durant ces 50 minutes. Les sujets étaient choisis en fonction du désir de participer à l'atelier et de la fréquence à l'atelier. Cette dernière pratique avait pour but de permettre à tous les enfants d'avoir accès à l'atelier. Les micro-ordinateurs étaient présents quatre jours par semaine dans la classe.

Le traitement

Cet atelier a nécessité la conception d'une stratégie d'introduction à la programmation qui a été réalisé à partir d'un langage de programmation, d'une méthode et d'un matériel didactique.

Le langage de programmation

Le langage de programmation utilisé dans cette étude est une simplification du LOGO. Le LOGO désigne, selon Papert (1981), une conception de la pédagogie et la famille de langages de

programmation allant de pair avec elle, famille qui s'accroît sans cesse.

La forme développée pour répondre aux débutants est un sous-ensemble du LOGO et est identifiée par le terme «langage-tortue». Il s'agit d'une «tortue», représentée par un triangle-traiteur sur l'écran, répondant aux commandes enregistrées par le micro-ordinateur. Les commandes de base, telles que présentées au tableau 5, sont au nombre de quatre: «avance», «recule», «droite» et «gauche». Le langage LOGO exige que le programmeur indique par un nombre la quantité de pas que la tortue doit effectuer ou par un nombre l'angle de rotation pour déterminer l'orientation à prendre par la tortue. Ce langage exige donc que l'enfant puisse coordonner un type de commande avec un argument.

Le «Petit LOGO», de Girard et Boivin (1984), correspond au langage de programmation employé. Ce langage est une version simplifiée du LOGO. Il comprend les quatre commandes de base: «avance», «recule», «droite», «gauche» avec en plus une touche qui efface tout et ramène le traiteur au point de départ, et deux touches de couleurs: une sur l'écran et une pour le traiteur.

Ce matériel s'est avéré accessible et efficace auprès d'enfants mal-entendants âgés de 4 à 6 ans qui en ont fait l'expérience de façon intensive (Demers et Dubuc, 1985 et Dubuc et Tremblay, 1985).

L'avantage du «Petit LOGO» est de produire des effets instantanés lors de la programmation d'une commande. Ainsi, la commande «avance» est préprogrammée pour faire avancer le triangle-traceur de 10 pas (1cm) ainsi que la commande «droite» provoque une rotation de 30 degrés.

Il permet la programmation à partir des rudiments du langage LOGO. La programmation est facilitée par l'absence de l'argument numérique des distances et/ou des angles.

La méthode d'introduction à la programmation

L'apprentissage des rudiments de la programmation informatique s'effectue par le biais de matériel didactique gradué spécialement conçu. Dans l'atelier micro-informatique, le matériel gradué et la méthode développés par Dubuc (1985) furent employés. Ce matériel est gradué en trois ensembles correspondant à trois étapes d'apprentissage des rudiments de la programmation: l'apprentissage

des commandes, l'exécution des procédures et l'invention de procédures.

Ce matériel didactique est spécialement adapté aux exigences d'apprentissage pré-opératoire de la petite enfance. Il s'appuie sur les principes des appareils didactiques de Montessori, tel que présenté par Demers et Dubuc (1985). Ces principes reposent sur un but qui est double:

- o Faire en sorte que l'enfant employant ces matériaux acquiert par lui-même les concepts de base nécessaires à une compréhension intelligente de la réalité qui l'entoure.
- o Donner au pédagogue le rôle de diriger les travaux-jeux dans l'environnement préparé.

(Demers et Dubuc, 1985).

Les directives générales visent à créer un environnement où l'enfant peut utiliser le matériel didactique au moment de son choix, de ne lui imposer aucune limite de temps, en autant que cela est possible. Essentiellement, un seul genre d'intervention de l'examinatrice est visé. Elle invite l'enfant à prendre le matériel didactique correspondant à ses capacités. Le matériel doit donc être gradué en difficulté conceptuelle pour correspondre aux capacités de l'enfant.

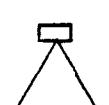
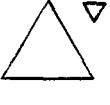
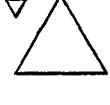
Les matériels didactiques

Pour permettre l'acquisition des quatre commandes de base, nous utilisons un matériel présentant chaque commande sous forme de symbole. Il comprend un ensemble de cartes de 10cm x 10cm, réparti selon deux couleurs: rouge pour les commandes «avance» et «recule» et bleu pour les commandes «droite» et «gauche». Le triangle-traceur est représenté par un triangle en papier d'émeri afin de permettre l'identification par le toucher. Un seul élément change sur les cartons comme on peut le voir au tableau 5: un mince rectangle est à la base du triangle pour la commande «avance», alors qu'il se trouve sur la pointe supérieure pour la commande «recule»; un petit triangle blanc est à droite du triangle principal pour tourner à droite; il est noir et à gauche pour tourner à gauche (voir tableau 5, la représentation figurée).

Le matériel comporte également des cartons de procédure (2) et des cartons de programme. Les premiers servent à classifier les cartes de commande selon l'ordre d'opération. Ainsi, si le sujet exécute deux fois la commande «avance», puis une fois tourne à droite, il doit alors déposer les cartes «avance» sur la première ligne, qui est identifiée par une couleur et la carte «droite» sur la ligne suivante, identifiée par une couleur différente. L'enfant doit, à la fin de son programme, représenter par

TABLEAU 5

Les quatre commandes de programmation

Nom	Représentation figurée	Action produite par Petit LOGO
Avance	 avance	Provoque un déplacement de 1 cm en ligne droite vers l'avant. (rouge)
Recule	 Recule	Provoque un déplacement de 1 cm en ligne droite vers l'arrière. (rouge)
Droite	 Droite	Provoque une rotation de 30 degrés vers la droite. (bleu)
Gauche	 Gauche	Provoque une rotation de 30 degrés vers la gauche. (bleu)

dessin le programme complet sur une carte-programme. Cette carte est identique à la carte-procédure mais elle est plus petite. La première a une dimension de 60cm x 90cm, la seconde 10cm x 15cm. Les couleurs correspondent sur chaque carte et permettent ainsi à l'enfant de retrouver facilement la ligne qu'il reproduit.

Une fois transcrit, il dépose lui-même le programme dans un dossier à son nom.

Le matériel didactique développé par B. Dubuc (1985) se répartit selon quatre étapes ou activités placés par ordre de difficultés croissantes.

1. L'apprentissage des commandes

La stratégie déployée pour utiliser ce matériel a pour but l'apprentissage des commandes. Le sujet est amené à apprendre à reconnaître les quatre commandes de base (avance, recule, droite, gauche).

Les cartons représentant les quatre commandes sont éparpillés sur le sol. L'examinatrice choisit un premier carton en identifiant ses caractéristiques: le sens du carton par la pointe et la forme du triangle ainsi que la forme et la position de l'élément

différenciant. L'examinatrice place devant l'enfant une carte de chaque commande, dans l'ordre suivant: une rouge, une bleue, une rouge et une bleue. L'enfant doit placer les autres cartes-commandes sur les cartes-commandes correspondantes. L'activité est reprise les yeux fermés. L'enfant est amené à identifier une carte par le toucher en l'incitant à reconnaître le sens du carton, la forme et la position de l'élément différenciant. Pour effectuer cet apprentissage, l'enfant emploie des habiletés pré-opératoires de classification.

2. L'exécution de procédures

A partir de la connaissance des commandes, l'exécution de procédures pré-programmées devient accessible à l'enfant. Ces procédures sont inscrites sur une carte de 10cm x 15cm, avec à l'endos le dessin représenté. Chaque ligne de la procédure correspond à une commande. Celles-ci sont représentées le nombre de fois nécessaire au traçeur pour réaliser sa part de la procédure. Chaque commande est représentée sur la carte-procédure d'une façon similaire à la carte-commande.

Faisant partie de ce deuxième matériel se trouve la carte-procédure géante, 60cm x 90cm, similaire à la carte-procédure décrite précédemment, mais sans la représentation des commandes.

Sur cette carte géante seront déposées en ordre les commandes pour reproduire exactement la carte-procédure.

L'objectif de ce matériel est d'apprendre à lire et à exécuter des programmes modèles représentant les formes géométriques suivantes et la forme du «T»: □, □, Δ, T.

L'enfant exécute, au cours de cette deuxième étape, un programme. L'enfant a le choix du programme parmi quatre formes géométriques différentes dont les dimensions varient de petite, moyenne à grande (voir Appendice C).

A l'arrière de la carte où figure le choix de l'élève, l'enfant peut lire la procédure pour réaliser la forme géométrique.

L'enfant a pour tâche de placer sur la carte géante les cartes-commandes illustrées sur sa carte-programme de façon à reproduire exactement la carte-procédure.

Lorsqu'il a terminé, il empile les cartes-commandes, de chaque ligne, de droite à gauche, et les place à gauche du carton, vis-à-vis la ligne correspondante. Ensuite, il reprend chaque paquet, en commençant par le premier du haut, en les plaçant un par-dessus l'autre.

Le paquet obtenu est alors placé à proximité du clavier du micro-ordinateur. L'enfant peut alors exécuter chaque commande sur le clavier, selon l'ordre dans lequel elle se présente. Les cartes de commande sont tournées à l'envers, de l'autre côté du clavier, lorsqu'elles ont été tapées. Le système de repérage des touches correspondantes à la commande désirée est basé sur le même système visuel et tactile que pour les cartes de commande. Le clavier comporte des touches identifiées par le même symbole que celui des cartes de commande, mais en plus petit.

Après que toutes les cartes de programme ont été enregistrées, la figure obtenue à l'écran est complétée. La figure réalisée peut être vérifiée en la comparant à celle identique apparaissant à l'endos de la carte.

Par l'usage de ce matériel, l'enfant apprend qu'il peut réaliser un dessin géométrique en suivant une séquence de commandes ordonnée. Les habiletés intellectuelles exigées pour réaliser cet apprentissage sont la reproduction commande à commande par correspondance, la classification ordonnée des instructions et la manipulation de touches appropriées sur un clavier. Toutes ces habiletés sont accessibles chez l'enfant au stade pré-opératoire.

3. L'invention de procédures

Maintenant que l'enfant a appris qu'il peut réaliser une figure géométrique en suivant une séquence ordonnée de commandes, il lui devient possible d'inventer une figure à l'écran et d'en déterminer la procédure. Il n'a pas à utiliser de matériel nouveau mais utilise le matériel précédent en procédant par les étapes inverses.

L'objectif de ce matériel devient alors que l'enfant apprend qu'il peut inventer une procédure en utilisant ses connaissances acquises sur l'exécution de procédures et en procédant de façon telle à avoir une trace des étapes qu'il sait.

Pratiquement, l'enfant place la boîte contenant les cartes de commandes à côté du micro-ordinateur à un endroit facile d'accès. Il pense à une figure qu'il aimerait réaliser et commence à l'exécuter en appuyant sur une première touche.

L'enfant indique quelle touche a été employée et choisit la carte de commande correspondant à la commande exécutée. Il prend cette carte et la place à l'envers près de lui. Il poursuit ainsi l'invention de la figure en procédant de même avec la seconde

touche et les suivantes. Il les choisit et les place à l'envers sur la précédente.

Une fois la figure complétée, l'enfant saisit la pile de cartes de commandes et la place à côté de la carte géante. Il prend, à la suite, les cartes identifiant une même commande et les place sur la première ligne du carton de procédure. Il place ensuite, sur la deuxième ligne, les unes à côté des autres, les cartes présentant une seconde commande identique.

L'enfant se procure une carte-programme vierge et, en identifiant la première ligne avec la couleur témoin (verte), dessine le triangle-traceur et ajoute l'élément déterminant la commande dont il s'agit. L'enfant poursuit ainsi en traçant chacune des commandes sur chaque ligne. Puis, il donne un nom à la figure créée et signe son nom.

Intellectuellement, tout ce travail n'exige pas d'habiletés autres que celles de stade pré-opératoire. Il s'agit essentiellement d'habiletés de correspondance et de classification.

Un quatrième matériel est introduit afin de permettre l'exploitation des connaissances acquises au dernier matériel.

L'objectif de ce matériel est de réaliser un programme complexe en coordonnant au moins deux formes.

Le procédé est identique à celui du troisième matériel didactique. La différence apportée se situe au niveau de la conception de la figure à réaliser. L'enfant ne se limite plus à ce stade à la production d'une forme géométrique à la fois. Son intérêt se manifeste pour des réalisations plus complexes telles que, par exemple, l'utilisation d'un carré et d'un triangle pour obtenir une maison.

L'enfant retire alors de son dossier une carte-programme pour le carré et une autre pour le triangle. S'il ne l'a pas déjà effectué, il peut se rapporter alors aux cartes modèles.

Il doit par la suite, réussir à juxtaposer les deux programmes pour former l'objet désiré. Il procède alors de la même manière qu'au troisième matériel didactique pour transcrire la procédure sur une carte-programme.

Le troisième et le quatrième matériaux didactiques suscitent chez les enfants, un processus cognitif de résolution de problèmes.

La tâche nécessite la sensibilisation du sujet aux problèmes rencontrés lors de la production de l'objet imaginé, l'identification de la ou de difficultés rencontrées et la recherche de solutions. Ainsi, le sujet est amené à réfléchir sur sa façon d'opérer pour pouvoir formuler des hypothèses, les vérifier et effectuer un réarrangement si nécessaire.

Les objets réalisés au troisième matériel didactique permettent de conclure que le sujet a répondu aux exigences d'une programmation rudimentaire. C'est le processus de résolution de problème mis en jeu qui nous laisse présager le développement de la pensée divergente. La quantité d'objets ou de solutions apportées aux difficultés sont des indices de fluidité de la part de l'enfant, alors que la variété d'objets produits ou la capacité de passer d'un type d'objet à un autre est indicateur de flexibilité. Et finalement, l'aspect inusité de l'objet réalisé correspond à l'originalité du sujet. L'acharnement mis à ajouter des détails, des enjolivements à l'objet réalisé est une manifestation de l'élaboration.

Par conséquent, nous faisons l'hypothèse que les activités qui découlent du processus de programmation en «Petit LOGO» amènent les sujets à manifester un ou des facteurs de la pensée divergente. Ce n'est donc pas tant par le processus de programmation que l'on peut juger de la manifestation de la pensée

divergente, mais plutôt par le choix, la quantité et l'élaboration des objets réalisés par chacun des sujets.

L'examinatrice

L'examinatrice est une étudiante graduée en éducation. Elle a été informée et entraînée à l'utilisation des matériels didactiques. Elle a suivi chaque étape de la stratégie d'introduction à la programmation. Puis elle a été informée des directives à respecter pour chaque matériel didactique, ainsi que de la manière d'enregistrer les informations dans les grilles conçues à cette fin. Elle a également reçu une préparation pour la passation du test de Torrance (1966).

Son rôle consistait: (a) à faire passer les pré-tests et les post-tests; (b) à initier les élèves à chaque matériel didactique au moment approprié; (c) à adapter l'environnement pour un fonctionnement efficace; (d) à noter les démarches et les stratégies mises en oeuvre par l'élève de même que les difficultés rencontrées (voir Appendice D: Les grilles d'observation).

Ainsi, l'examinatrice a été amenée à initier, en tout premier lieu, les élèves à la mise en marche de l'appareil ainsi qu'à sa fermeture; à initier les élèves aux concepts de lettre et de chiffre

pour reconnaître leur nom et l'inscrire sur leurs cartes programmes et à utiliser les chiffres lors de la transcription du programme effectué.

Les grilles des variables

Comme il a été montré précédemment, la variable dépendante est la pensée divergente, qui se définit par le niveau de fluidité, de flexibilité, d'originalité et d'élaboration. Ainsi, l'hypothèse présume que le degré de pensée divergente sera modifié par la variable indépendante, le langage Petit LOGO.

Les variables dépendante et indépendante seront étudiées à partir des grilles d'analyse conçues à cet effet. La grille présentée à la page suivante vérifiera l'équivalence et l'homogénéité du groupe expérimental avec le groupe contrôle. L'équivalence sera vérifiée à partir du test de t sur la différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente. L'homogénéité sera vérifiée à partir du test F sur le rapport des variances. Le seuil de signification pour chaque test statistique est établi à 5%.

Chaque facteur de la pensée divergente sera objet d'étude à l'aide du test bilatéral en pré-test et post-test. Si le post-test indique une différence significative entre le groupe expérimental et

GRILLE 1

Test de différence des moyennes pour la fluidité

	N	Moyenne	Ecart-type	Degré de liberté	Valeur du «t»	Niveau de signification
Groupe expérimental						
Groupe contrôle						

le groupe contrôle, alors le test unilatéral sera appliqué afin de déterminer dans quelle direction il y a une différence. Un second post-test permettra de confirmer ou d'infirmer la stabilité de l'effet du traitement.

NOTATION DES RÉSULTATSLa notation des résultats

Le processus d'apprentissage des enfants est enregistré grâce à l'utilisation de grilles d'observation spécifiques à chaque matériel didactique. Il est donc possible d'analyser la démarche de chaque sujet lors de l'application de la stratégie d'introduction à la programmation.

Ainsi apparaît sur une première grille d'observation, le temps requis à chaque sujet pour maîtriser le premier matériel didactique, c'est-à-dire l'apprentissage des symboles représentant les commandes de base (voir Appendice C).

Une seconde grille, utilisable pour toutes les autres activités exécutées par l'enfant, met en évidence la stratégie d'opération pour obtenir un objet sur l'écran. La façon dont le sujet s'y prend pour rectifier des erreurs est décrite ainsi que le nombre et la nature des difficultés vécues lors de la réalisation de l'objet. En plus d'identifier le procédé pour obtenir un objet sur écran, cette grille permet de constater le nombre d'essais et la durée du travail (voir Appendice D).

Pour passer d'un matériel didactique à un autre, le sujet doit avoir atteint l'objectif relié au matériel, c'est-à-dire être capable d'utiliser seul et sans aide le matériel à l'étude.

Les réalisations personnelles ou les projets des sujets sont rapportées sur une troisième grille permettant de voir l'apprentissage effectué par l'enfant au cours de cette formation en programmation (voir Appendice D).

Le plan d'analyse des données

L'objet d'étude du prochain chapitre, soit la présentation et l'analyse des données, vise la vérification des deux hypothèses générales. Le plan d'analyse des données est donc double, il prévoit répondre à deux interrogations: est-ce que les enfants du préscolaire sont capables de programmer à l'aide du «Petit LOGO» et est-ce que l'utilisation du langage «Petit LOGO» par des enfants de 5 ans et demi favorise le développement de la pensée divergente?

Hypothèse de recherche no 1

La capacité de programmer, telle que décrite par Hines (1983), se définit comme la capacité à donner une série de commandes en réponse à un problème, le nommer et le sauver.

La capacité de programmer est donc vérifiable à partir de la maîtrise du matériel didactique no 3. En effet, la maîtrise du troisième matériel didactique indique la capacité du sujet à programmer une forme sur le micro-ordinateur. A ce stade du processus, le sujet met individuellement en jeu, tous les éléments nécessaires, sélectionne les cartes de commande et les ordonne, pour produire une réalisation personnelle.

Ainsi, lorsque le sujet manifeste après entraînement la capacité d'exécuter seul un programme et de répondre aux exigences du matériel didactique avec un taux de réussite de 90%.

Hypothèse de recherche no 2

La deuxième hypothèse prévoit qu'il y aura une différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle en ce qui a trait au degré de pensée divergente après le traitement. La pensée divergente se définit à partir de quatre éléments: la fluidité (quantité d'objets produits), la flexibilité (quantité de catégories d'objets produits); l'originalité (la rareté de l'objet produit) et l'élaboration (quantité de détails apportés à l'objet). Ainsi, après utilisation du langage Petit LOGO, les sujets devraient manifester plus d'idées, plus de solutions aux problèmes présentés. De plus, ils devraient présenter des objets, des événements plus détaillés et plus raffinés.

Pour évaluer s'il y a une augmentation du degré de pensée divergente figurale chez les sujets du groupe expérimental, quatre hypothèses sont vérifiées à partir du test «t» sur la différence des moyennes.

Les hypothèses s'expriment de la façon suivante:

Il existe une différence significative quant au degré de fluidité en faveur du groupe expérimental.

Il existe une différence significative quant au degré de flexibilité en faveur du groupe expérimental.

Il existe une différence significative quant au degré d'originalité en faveur du groupe expérimental.

Il existe une différence significative quant au degré d'élaboration en faveur du groupe expérimental.

L'étude analysera chacun des facteurs de la pensée divergente pour vérifier la seconde grande hypothèse.

Il suffira d'une différence significative à un seul des quatre facteurs pour conclure à l'influence déterminante de la programmation sur la pensée divergente.

Ce type de test permet donc de conclure qu'il y a une différence significative entre les deux groupes et, dans le cas où c'est affirmatif, de déterminer quelle moyenne est supérieure compte tenu de la direction.

Si les deux groupes sont équivalents après le traitement, il y aura lieu de penser que la seconde hypothèse est impertinente puisque la pensée divergente n'est pas plus affectée ainsi par la programmation qu'autrement.

Si le groupe contrôle présente un degré de pensée divergente plus élevé que le groupe expérimental, alors l'hypothèse que l'utilisation du langage «Petit LOGO» favorise la pensée divergente, se verra infirmée. Des études seront alors nécessaires afin de vérifier quelle(s) variable(s) aurait(ent) pu intervenir lors de la préparation des sujets à la programmation, autant chez les sujets du groupe contrôle que du groupe expérimental.

En plus, la notation des données révélera tout le secteur non identifié par le test, soit tout le travail produit par l'enfant appartenant au groupe expérimental. Il sera alors possible de décrire les productions réalisées par la quantité, la complexité et le style employé. De même, il est intéressant de souligner quel type d'objet créé se retrouve le plus souvent ainsi que le nom que l'enfant lui aura donné. Ces facteurs pourront démontrer le degré de divergence des enfants ainsi que leur degré de facilité à manipuler un outil qui jadis était considéré exclusivement pour les jeunes et grands adultes.

Il sera également pertinent de vérifier si l'utilisation d'une stratégie d'introduction structurée et imposée à l'enfant a pu influencer les productions.

Enfin, les réponses à ces interrogations permettront de voir si la micro-informatique est un outil utile et accessible par les enfants du niveau préscolaire. La création d'un atelier informatique est-il pertinent à l'éducation des enfants de cet âge; pourrait-il permettre à l'enfant de mieux s'adapter à la société?

CHAPITRE III

La description et la discussion des résultats

Le but général de cette étude est de vérifier si l'activité de programmer en langage «Petit LOGO» permet l'exploitation et l'enrichissement des facteurs de la pensée divergente. Cette vérification a été rendue possible par l'opérationnalisation du concept de pensée divergente et par la formulation de deux hypothèses de recherche.

Ce chapitre présente les résultats obtenus: soit les productions réalisées sur micro-ordinateur et le degré de pensée divergente après expérimentation. Une analyse des produits et des résultats au test de Torrance (1966) figure par la suite, afin de vérifier les hypothèses de recherche et de soumettre quelques recommandations pour d'éventuelles études.

Pour une meilleure compréhension des résultats, il est nécessaire de présenter brièvement le déroulement de l'expérimentation. Quinze sujets ont participé à l'expérimentation pendant toute sa durée, soit trois mois. Le nombre de séances auquel ils ont participé varie considérablement. Ainsi, deux élèves se sont présentés 14 fois à l'atelier de programmation, un s'est présenté 12 fois, trois se sont présentés 11 fois et ainsi de suite. La moyenne

de participation atteint dix présences d'une heure à l'atelier. Ceci représente un entraînement moyen de dix heures.

Le tableau 6 présente la distribution de la participation de chaque enfant du groupe expérimental pour chaque matériel didactique.

Il révèle une motivation soutenue pendant les trois mois d'expérimentation. Seulement deux sujets n'ont pas complété les trois matériaux didactiques.

Il s'avèrera important de prendre en considération, lors de l'analyse des résultats, du facteur indiqué par le tableau 6, soit l'absence de participation de deux sujets, l'un à partir du matériel didactique no 2 et l'autre à partir du matériel didactique no 3. Le temps minimum d'entraînement à la programmation, à l'exclusion du sujet no 8, est de cinq heures. Le temps maximum d'entraînement est de 14 heures. Le tableau 6 révèle également que la durée d'entraînement au matériel didactique no 1 est d'une heure; au matériel didactique no 2 est de quatre heures; et au matériel didactique no 3 est de quatre heures. En conséquence, il faudra tenir compte de ces données dans la discussion.

TABLEAU 6
Identification des présences
aux séances de programmation

	JANVIER	FEVRIER	FEVRIER	FEVRIER	FEVRIER	MARS	MARS	MARS	AVRIL	AVRIL	AVRIL	AVRIL	MAI	MAI
00	22 23 25 28	29 30 01 04	05 06 08 11	12 13 15 18	19 20 22 25	26 27 12 13	15 18 20 21	22 25 26 27	29 01 02 03	04 09 10 11	12 15 16 17	18 19 22 23	24 25 26 01	02 03 06 07 08
01	50												55	55
02		40	45		50		50					55		
03			40	45								55		55
04	45											55		55
05	50				45		45 50					55		55
06	45	50			45 40		45 50					55		55
07			40		50			50				55		55
08			40									50		55
09		40		50		40 50 50 50	50		50 55		30	55		55
10			40	45			50 45		50 55 55		30	55	55	45
11		50		50		10 50		50		55		55		55
12	45	50	45	30		50		55	50 55		55	55		55
13	50				50	55 50	55		55		55	55		55
14	50					50					55	55		45
15	50			50	45			50		55		55		

M.D. 1

M.D. 2

M.D. 3

LA DESCRIPTION DES RÉSULTATS
RELATIFS AUX HYPOTHÈSES

La présentation et l'analyse des résultats relatifs aux hypothèses prend deux orientations: la première porte sur une vérification statistique et la seconde, sur l'analyse des projets de programmation réalisés par les sujets lors de l'entraînement.

La vérification statistique

La vérification des hypothèses de recherche

L'hypothèse de recherche no 1

La première hypothèse de recherche prévoit que l'enfant possède les habiletés pré-requises à la programmation. La vérification de cette hypothèse est rendue possible en utilisant le critère suivant, soit de répondre aux exigences du troisième matériel didactique.

Cette première hypothèse de recherche se traduit par l'hypothèse statistique suivante: l'enfant manifeste, après entraînement, la capacité d'exécuter seul un programme et de répondre aux exigences du matériel didactique à 90% du taux de réussite. Un

sujet qui réussit un programme informatique au matériel didactique no 3, ce qui comporte la capacité d'écrire le projet réalisé, nous indique qu'il est capable de programmer.

Pour le nombre de sujets qui répond à ce critère, le tableau 5 révèle que la majorité des sujets, soit 13 sur 15, réussissent seuls à programmer des projets de leur choix.

Le tableau 7 indique que 13 sujets maîtrisent suffisamment le langage «Petit LOGO» pour produire des représentations graphiques d'objets à l'écran. De plus, en écrivant la procédure sur les cartes programmes, ils réussissent à reconstituer l'objet simplement en décodant cette procédure.

En somme, pour cette première hypothèse de recherche, l'analyse du nombre de programmes complétés et réussis seuls, confirme la capacité de l'enfant d'âge préscolaire de programmer en langage «Petit LOGO», à partir du matériel d'introduction conçu à cette intention.

L'hypothèse de recherche no 2

La deuxième hypothèse de recherche prévoit que l'apprentissage et l'usage des rudiments de la programmation en LOGO

TABLEAU 7

Projets de programmation complétés
et réussis par les sujets

SUJET	PROJETS DE PROGRAMMATION COMPLÉTÉS
No 00	Carré - rectangle (2) - lettre «T» et «M».
No 01	Arbre(2) - cœur(2) - main de calinours.
No 03	Carré.
No 04	Carré - cercle(2) - maison.
No 05	Lettre: «P» - «H» - «A» - «D» - «F» - «M» - enveloppe - bonhomme.
No 05	Rectangle(2) - cercle - chiffre «4» - maison(2) - triangle(2) - soleil.
No 07	Carré - lettre «M»(2) - dos.
No 09	Cercle - rectangle(2) - maison(2) - carré - rectangle debout - chiffre «8»(2) - «3» - triangle - pancarte «arrêt stop» - lettre «E».
No 10	Carré - maison(3) - camion - petit carré - petit rectangle.
No 11	Maison - oeuf cassé - lettre «M» - «H» - cercle - voiture accidentée - coffre - lettre «T».
No 12	Carré - fenêtre - échelle - carré.
No 14	Triangle d'ordinateur - rond - maison(2) - cœur(2) - carte à jouer - balançoire - rectangle.
No 15	Cercle - boîte - mur - planche - signe «+» - lettre «T».

développe les capacités de pensée divergente figurale dans ses composantes de fluidité, de flexibilité, d'originalité et d'élaboration.

Cette deuxième hypothèse de recherche se traduit par quatre hypothèses statistiques. La vérification de chacune des hypothèses permet d'identifier s'il y a une différence significative entre le groupe expérimental, qui a subi un entraînement à la programmation et le groupe contrôle. Pour obtenir la confirmation de l'hypothèse de recherche, les quatre hypothèses statistiques doivent démontrer une différence positive.

La vérification de l'équivalence
des groupes avant l'expérimentation

Une première mesure a été prise avant l'entraînement afin de vérifier l'équivalence des deux groupes en ce qui a trait au niveau de pensée divergente chez les sujets. Le tableau 8 confirme l'équivalence de ces groupes en ce qui a trait à la fluidité, à la flexibilité, à l'originalité et à l'élaboration, manifestées par les sujets dans l'épreuve figurale de Torrance.

L'écart-type des résultats obtenus pour un même groupe, est plus grand dans le cas du groupe contrôle, ce qui démontre

TABLEAU 8

Test de différence des moyennes des facteurs
de la pensée divergente
entre les deux groupes au pré-test.

		N	Moyenne	Ecart-type	Niveau de signification
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	22	3,74	,52
	Gr.Cont.	15	20,6	7,46*	
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	16	3,29	,80
	Gr.Cont.	15	15,67	3,99	
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	27,3	8,98	,69
	Gr.Cont.	15	28,87	13,43	
ELABORATION	Gr.Exp.	15	55,73	19,26	,65
	Gr.Cont.	15	51,4	30,49	

* P < 0.05.

une plus faible cohésion du groupe ou une plus grande variabilité des résultats.

L'écart-type obtenu à l'étude du premier facteur, la fluidité, indique que pour le groupe contrôle, les résultats se

répartissent plus dans les extrêmes que pour le groupe expérimental. Ainsi, les sujets du groupe contrôle manifestent plus de différences individuelles dans l'expression écrite de la fluidité.

Malgré cette différente répartition des résultats, la statistique sur la différence des moyennes en fluidité indique que la moyenne du groupe expérimental n'est significativement pas supérieure à la moyenne du groupe contrôle.

L'hypothèse nulle s'avère également confirmée dans le cas du deuxième facteur de pensée divergente, la flexibilité. Le test de différence des moyennes ne révèle aucune moyenne significativement supérieure.

Les moyennes obtenues par les deux groupes au troisième facteur de pensée divergente, l'originalité, sont équivalentes. Ainsi, l'hypothèse nulle est confirmée pour un seuil de signification 0.05.

L'élaboration, soit le quatrième facteur de pensée divergente est, après analyse, de valeur égale dans les deux groupes. Le tableau 8 indique également à ce facteur, une répartition des

résultats vers les extrêmes, plus accentuée chez le groupe contrôle.

En résumé, l'étude du pré-test démontre que les sujets du groupe expérimental et du groupe contrôle manifestent de façon équivalente, les quatre facteurs de pensée divergente, l'hypothèse nulle étant confirmée pour chacun de ces facteurs.

Cette première mesure effectuée, il est maintenant possible d'établir s'il y a une différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle après entraînement du premier groupe. L'équivalence des deux groupes est vérifiée au pré-test. Une seconde mesure est prise après l'entraînement à la programmation d'une durée de trois mois. Il s'agit de comparer pour chacun des groupes s'il y a un changement au niveau de la fluidité, de la flexibilité, de l'originalité et de l'élaboration. Puis une troisième mesure est prise afin de vérifier s'il y a une différence significative entre les deux groupes. S'il y a une différence significative dans le sens positif, l'hypothèse sera confirmée.

Et, finalement, un second post-test, qui a lieu un mois après la fin de l'entraînement à la programmation, permettra de vérifier la constance des résultats obtenus lors du post-test.

La vérification des quatre sous-hypothèses
de l'hypothèse de recherche no 2

Les quatre facteurs de pensée divergente figurale, objet des sous-hypothèses de l'hypothèse de recherche no 2, sont vérifiées à partir de trois éléments: (1) l'identification de la variabilité à l'intérieur du groupe après trois mois d'expérimentation; (2) l'identification de la variabilité du facteur chez le groupe expérimental par rapport au groupe contrôle; et (3) l'identification de la constance des résultats après un mois de la fin de l'expérimentation.

Sous hypothèse no 1

La première sous-hypothèse, s'exprime ainsi: il existe une différence significative du degré de «fluidité» en faveur du groupe expérimental au seuil de signification 0.05. Elle conduit à la comparaison des résultats obtenus en pré-test et post-test pour les deux groupes.

L'identification du premier élément, la variabilité du facteur de fluidité à l'intérieur du groupe expérimental d'une part, et du groupe contrôle d'autre part, démontre qu'il y a effectivement une

modification du degré de fluidité au premier post-test pour les deux groupes.

Les moyennes obtenues au premier post-test sont significativement supérieures dans les deux groupes. En effet, le tableau 9 présente un seuil de signification inférieur à 0.01 pour le groupe expérimental et le tableau 10 indique un seuil de signification de 0.01 pour le groupe contrôle.

La vérification du deuxième élément, la variabilité du facteur de fluidité entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au premier post-test, démontre que l'augmentation de fluidité chez les sujets des deux groupes est équivalente. Par conséquent, il n'y a pas de différence significative du degré de fluidité entre le groupe expérimental et le groupe contrôle (voir tableau 11). La première sous-hypothèse est donc infirmée à la suite des résultats obtenus par le test de différence des moyennes.

L'identification du troisième élément, la vérification de la constance des résultats, révèle que l'augmentation significative de fluidité ne s'est pas maintenue, et cela, dans les deux groupes. Les tableaux 12 et 13 indiquent que le degré de fluidité a subi une diminution du premier post-test au second post-test de façon non significative chez les deux groupes. Et, le tableau 14 confirme

TABLEAU 9

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
du groupe expérimental au pré-test et au premier post-test

	N	Moyenne Pré-test	Ecart-type Post-test-1	Ecart-type Pré-test	Post-test-1
FLUIDITÉ	15	22	27,27**	3,74	6,49
FLEXIBILITÉ	15	16	19,6**	3,29	2,97
ORIGINALITÉ	15	27,3	28,9	8,99	10,2
ÉLABORATION	15	55,7	36,4**	19,26	17,15

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 10

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
du groupe contrôle au pré-test et au premier post-test

	N	Moyenne Pré-test	Ecart-type Post-test-1	Ecart-type Pré-test	Post-test-1
FLUIDITÉ	15	20,6	31,2**	7,46	6,86
FLEXIBILITÉ	15	15,6	20,1**	3,99	3,70
ORIGINALITÉ	15	29	24,4	13,37	5,99
ÉLABORATION	15	51,4	55,2	30,49	23,24

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 11

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au premier post-test

		N	Moyenne	Ecart-type
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	27,27	6,49
	Gr.Cont.	15	31,2	6,86
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	19,67	2,97
	Gr.Cont.	15	20,13	3,70
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	28,93	10,2
	Gr.Cont.	15	24,4	5,99
ELABORATION	Gr.Exp.	15	36,47*	17,15
	Gr.Cont.	15	55,2	23,24

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 12

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente du groupe expérimental au premier et deuxième post-test

	N	Moyenne Post-test 1	Ecart-type Post-test 2	Moyenne Post-test 1	Ecart-type Post-test 2
FLUIDITE	15	27,27	25,73	6,50	8,71
FLEXIBILITE	15	19,67	20,93	2,97	6,02*
ORIGINALITE	15	28,93	34,27	10,22	15,57
ELABORATION	15	36,47	54,6**	17,15	31,64

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 13

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
du groupe contrôle au premier et au deuxième post-test

	N	Moyenne	Ecart-type		Post-test 2
		Post-test 1	Post-test 2	Post-test 1	
FLUIDITÉ	15	31,2	28,07	6,86	6,81
FLEXIBILITÉ	15	20,13	21,27	3,7	4,3
ORIGINALITÉ	15	24,4	38,67**	5,99	14,30*
ÉLABORATION	15	55,2	71,8*	23,24	35,19

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 14

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au deuxième post-test

		N	Moyenne	Ecart-type
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	25,73	8,71
	Gr.Cont.	15	28,07	6,81
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	20,93	6,02
	Gr.Cont.	15	21,27	4,3
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	34,27	15,57
	Gr.Cont.	15	38,67	14,30
ELABORATION	Gr.Exp.	15	54,6	31,64
	Gr.Cont.	15	71,8	35,19

* p < 0,05

que la différence du degré de fluidité entre les deux groupes demeure non significative après l'arrêt de l'expérimentation.

Sous hypothèse no 2

La deuxième sous-hypothèse s'exprime de la façon suivante: il existe une différence significative du degré de «flexibilité» en faveur du groupe expérimental au seuil de signification 0.05.

Les mesures permettant de déterminer s'il y a variation du degré de «flexibilité» à l'intérieur des deux groupes sont présentées dans les tableaux 9 et 10. Celles-ci révèlent que les moyennes obtenues au test de Torrance sont significativement plus élevées au post-test. En effet, le niveau de signification du degré de flexibilité est inférieur à 0.01 dans le cas des deux groupes à l'étude. Cependant, les résultats sont non significatifs lorsque l'on compare un groupe par rapport à l'autre (voir tableau 11). Ce qui indique que les sujets ont manifesté un degré d'accroissement de flexibilité comparable à la suite des activités lors de l'expérimentation.

La deuxième sous-hypothèse se voit infirmée à partir des résultats obtenus par les deux groupes au test de Torrance (1966). La vérification de l'hypothèse, après un mois de la fin de

l'expérimentation, atteste que l'accroissement du degré de flexibilité est similairement continu dans les deux groupes (voir tableaux 12 et 13). De plus, le test de différence des moyennes indique qu'aucun des deux groupes ne manifeste significativement plus de flexibilité que l'autre (voir tableau 14). Cependant, la variance est significative pour le groupe contrôle, ce qui peut être interprété comme un accident puisqu'aucune variable est significative.

Sous-hypothèse no 3

La troisième hypothèse se traduit ainsi: il existe une différence significative du degré d'«originalité» en faveur du groupe expérimental au seuil de signification 0.05. La vérification de cette hypothèse oriente l'étude vers l'identification de manifestation d'idées ou d'objets rares.

Selon les résultats obtenus au test figural de Torrance (1966), les sujets du groupe expérimental atteignent une moyenne plus élevée au post-test comparativement au pré-test. Cependant, la différence est considérée comme non significative, car le niveau de signification est supérieur à 0.05 (voir tableau 9). Les sujets du groupe contrôle subissent une baisse dans la moyenne du degré d'originalité au post-test. Néanmoins, la différence est non significative (voir tableau 10).

Il est possible d'affirmer que malgré des résultats plus élevés chez le groupe expérimental, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes au premier post-test (voir tableau 11).

Il est intéressant de constater dans les tableaux 12 et 13, que le degré d'originalité subit une hausse dans les deux groupes au second post-test. La différence est significative dans le groupe contrôle, car le niveau de signification est inférieur à 0.01. Cependant, cette augmentation du degré d'originalité ne suffit pas à produire une différence qui soit significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, les moyennes obtenues au second post-test étant comparables (voir tableau 14).

En résumé, les sujets du groupe expérimental ne manifestent pas plus d'originalité que les sujets du groupe contrôle après trois mois d'expérimentation avec un matériel de programmation en «Petit LOGO», donc il y a infirmation de la troisième sous-hypothèse.

Sous-hypothèse no 4

La quatrième sous-hypothèse s'exprime ainsi: il existe une différence significative du degré d'«élaboration» en faveur du

groupe expérimental au seul de signification 0.05.

L'identification du premier élément, soit la variabilité du facteur d'élaboration chez les sujets du groupe expérimental et du groupe contrôle, démontre qu'il y a effectivement une modification du degré d'élaboration au premier post-test. En effet, les sujets du groupe expérimental obtiennent une moyenne beaucoup plus faible au post-test (36,4), comparativement au pré-test (55,7). Cette différence est très significative, car le niveau de signification est inférieur à 0.01; alors que les sujets du groupe contrôle obtiennent une moyenne plus élevée au post-test. Cependant, la différence est non significative car le niveau de signification est supérieur à 0.05 (voir tableau 9).

L'identification du deuxième élément, la variation du facteur d'élaboration entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, indique que les deux groupes obtiennent des moyennes significativement différentes au premier post-test. Le groupe contrôle manifeste plus d'élaboration dans les objets produits dans le test figural de Torrance (1966) que le groupe expérimental au premier post-test (voir tableau 11).

L'identification du troisième élément, vérification de la constance des résultats au post-test, révèle que les sujets du

groupe expérimental et du groupe contrôle expriment plus d'élaboration dans leurs productions au second post-test. Cette augmentation du degré d'élaboration du premier post-test au second post-test, est significative dans les deux groupes (voir tableaux 12 et 13). Cependant, le tableau 14 révèle que le groupe expérimental ne manifeste significativement pas plus d'élaboration que le groupe contrôle. La quatrième sous-hypothèse est donc infirmée.

En résumé, les sujets des deux groupes ont atteint des degrés de fluidité, de flexibilité plus élevés après la période d'expérimentation. Ainsi, les activités de programmation et celles du programme régulier ont permis aux sujets de s'exprimer par la quantité et la variété des objets produits. Il en est autrement de l'originalité où l'on note une baisse chez le groupe contrôle au premier post-test (voir tableau 10). Le tout s'étant rectifié au second post-test. C'est au niveau de l'élaboration que le groupe expérimental se démarque de façon négative par rapport au groupe contrôle. En effet, le groupe expérimental passe d'une moyenne de 55,7 au pré-test à 36,4 au post-test, comparativement de 51,4 à 55,2 pour le groupe contrôle. Malgré la différence dans le sens négatif du degré d'élaboration du groupe expérimental, les deux groupes à l'étude ne sont significativement pas différents dans l'élaboration de leurs productions.

Il y a donc augmentation équivalente de trois facteurs de pensée divergente du groupe expérimental et du groupe contrôle lors de l'expérimentation du «Petit LOGO» chez des enfants du préscolaire. Ces facteurs sont la fluidité, la flexibilité et l'originalité chez le groupe expérimental et la fluidité, la flexibilité et l'élaboration chez le groupe contrôle.

A partir de ces données, il est possible d'extrapoler les résultats du test de différence des moyennes entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. L'hypothèse nulle semble justifiée. L'analyse qui suit permettra de vérifier cette hypothèse ainsi que l'hypothèse de recherche no 2.

Selon l'analyse des différences des moyennes entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, il appert que trois des facteurs de pensée divergente présentent des moyennes supérieures au seuil de signification de 0.05. Ces résultats démontrent donc qu'il n'y a pas de différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au premier post-test pour les trois facteurs suivants: fluidité, flexibilité et originalité.

La distinction entre les deux groupes se situe donc au niveau du degré d'élaboration. En effet, les moyennes obtenues par le groupe contrôle sont significativement supérieures aux

moyennes du groupe expérimental. Cependant, la distinction entre les deux groupes s'avère effacée lors du deuxième post-test. En effet, il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes au second post-test car le niveau de signification du degré d'élaboration est supérieur à 0.05.

Il appartient à la suite de l'analyse des quatre sous-hypothèses que l'hypothèse de recherche no 2 est infirmée, c'est-à-dire que l'étude n'a pas permis de constater une influence supérieure du langage «Petit LOGO» sur la pensée divergente. Cependant, l'application de la stratégie d'introduction à la programmation chez les sujets du groupe expérimental a été très positive, en ce sens que les sujets ont appris à programmer les rudiments du langage «Petit LOGO» et que les réalisations effectuées seul sur écran sont des plus concluantes.

L'analyse des projets de programmation
des sujets du groupe expérimental

Les réalisations des sujets au deuxième et troisième matériels didactiques, toutes aussi variées les unes que les autres, se rapprochent infiniment de la réalité de l'enfant, des apprentissages qui se produisent à cet instant.

Le matériel de programmation en «Petit LOGO» a donc été pour les sujets, un moment propice leur permettant d'appliquer ce qu'ils ont appris avec le professeur. Ainsi, le matériel qui comprend des formes géométriques, des lettres de l'alphabet et des chiffres a servi de rappel aux enfants et a suscité leur utilisation lors de la transcription écrite des programmes réalisés. Ces activités ont mis en oeuvre des processus de pensée logique où l'enfant a à produire une séquence ordonnée pour obtenir l'objet désiré sur écran; également, des processus de décodage par la reconnaissance des symboles, ainsi que la discrimination et l'interprétation. Ces activités étaient une occasion pour l'enfant d'exprimer spontanément sa pensée divergente par le type, l'élaboration, la quantité des objets réalisés ainsi que par le type, l'élaboration et la quantité de solutions ou de procédés utilisés pour réaliser correctement l'objet sur écran.

Comme le démontre le tableau 15, seulement deux sujets sur 15 n'ont pas effectué de programmation au troisième matériel didactique. Un de ces deux sujets n'a participé qu'au premier matériel didactique, préférant jouer avec de gros blocs. Il est à noter que ce sujet était le plus jeune du groupe (5 ans 4 mois). Le facteur de maturation étant peut-être un pré-requis nécessaire à la programmation.

TABLEAU 15
Temps de réalisation des programmes en rapport avec le matériel didactique 2 et 3.

NO	REALISATIONS AU MATERIEL DIDACTIQUE 2	TEMPS	NO	REALISATIONS AU MATERIEL DIDACTIQUE 3	TEMPS
00	T, \square_3 , T_5 , \square_3 , T_5 , \square_3	2:30	00	\square , \square , T, M	2:45
01	\square_5 , $T_{3(2)}$, \square_4 , \square_5 , T_4 , $\Delta_{3(2)}$, Δ_4 , \square_{2-5} , T_5 , Δ_3 , T_4 , $\square_{5(2)}$	3:30	01		3:40
02	T, \square , Δ_4 , T_4 , \square_5 , T_4 , \square_3 , T_3 , Δ^* , T_{4-3} , \square_5 , \square_5	4:25	02		
03	\square_3 , \square_2 , $T_{4(3)}$, T_5 , $\square_{5(2)}$, T_4 , \square , $T_{5(2)}$, X^* , Δ^*	3:25	03	\square	0:55
04	\square_2 , $\square_{3(2)}$, M^* , \square_4 , Δ_3 , T_4 , \square_2 , $T_{4(2)}$, Δ_5 , \square_4 , Δ_3 , \square , Δ	4:15	04	\square , o, o, Δ	3:35
05	$T_{(2)}$, \square , T_3 , T_4 , Δ_3 , \square_2 , \square_5 , \square_2 , T_4 , o, Δ_2 , \diamond	1:55	05	P, H, A, D, F, , M, , 2	5:55
06	T, T_3 , T_5 , $\Delta_{4(2)}$, T_5 , Δ^* , Δ_5 , oo * , Δ_{3+2} , \square_5	3:05	06	\square , o, 4, Δ , Δ , \triangleright , \triangleright , \nwarrow , \square	5:20
07	Δ , T, N, \bullet , T, Δ_4 , T_{3-4} , $\square_2(2)$	2:35	07	\square , , , \wedge	2:40
08			08		
09	T_3 , \square_2 , Δ_4 , \square_3 , T_5 , \square_5 , $\square_2 + \Delta_3$, $\square_5 + \Delta_3$, T_5 , \square_4 , Δ_3 , \square_5 , Δ_4 , T_{3-4-3} , \square_3 , T_3 , o	4:25	09	o, \square , Δ , \square , Δ , \square , \square , \square , \square , \square , Δ , \exists , \diamond	5:30
10	\square_4 , T_3 , \square_5 , Δ_5 , T_4 , Δ_5 , Δ_3 , T_5 , \square , T, \diamond^* , \bullet , \square_5 , T_3	3:20	10	o, \square , \square , \square , \square , o, \square	7:25
11	T_3 , \square_5 , \square_5 , Δ_5 , \square_2 , Δ_5 , T_{4-3-4} , \square , T_5 , Δ_4 , \square_5 , H^* , V^* , Δ	3:10	11	Δ , , M, o, , , H, , T	4:35
12	\square_4 , + * , \square , \square_4 , T_3 , \square_3 , \square , T_5 , Δ_5	2:15	12	o, , , , , , \square	4:30
14	\square_4 , Δ_3 , T_4 , \square_3 , Δ_5 , \square_5 , T_3 , $\Delta_{3(2)}$, $\square_2(2)$, T_4 , \square_2 , Δ_5 , Δ , \square_4	3:30	14	, o, , , , \square , ,	4:35
15	\square_4 , \square_4 , \square_3 , \square_{5-3} , \square_5 , T_{4-3}	2:30	15	o, \square , Q , \square , \triangleright , \square , +, T	3:40

• Programme non présent dans le matériel didactique 2.

De toute évidence, l'étude démontre que pour des sujets âgés de 5 ans 6 mois, le matériel de programmation répond aux capacités des enfants. Car, tous les sujets connaissaient le matériel de programmation et l'avaient essayé sur micro-ordinateur. La nature et la quantité des productions a beaucoup varié d'un matériel à l'autre. Ainsi, les sujets ont réalisé 12 objets de programmation en «Petit LOGO» au deuxième matériel didactique et sept au troisième matériel didactique. Une première observation révèle que les productions au troisième matériel didactique sont des objets nécessitant plusieurs opérations de programmation (voir tableau 15). Un objet a pu nécessiter plus de trois séances pour sa réalisation complète, tel que le sapin du no 1, le bonhomme du no 5, la voiture du no 10 et l'échelle du no 11 (voir tableau 15).

En général, les productions sont élaborées et pas reproduites plus de deux fois. En ce sens, elles surpassent largement la base d'apprentissage exigée au deuxième matériel didactique. Des objets simples au départ, prennent des proportions inouies une fois la programmation terminée. C'est donc dire que le sujet, en vérifiant instantanément à l'écran ce qu'il programme, est susceptible de modifier son projet à partir de nouvelles idées occasionnées par une erreur de programmation. Par exemple, le second arbre du no 1, le bonhomme du sujet no 5, le soleil du no 6, la voiture du no 9, la voiture accidentée du no 11 et le coeur du no

14, sont le résultat d'un réarrangement à la suite d'erreurs de programmation.

Le temps mis à chaque séance pour la réalisation des procédures révèlent à quel point les sujets étaient motivés. A ce titre, il est important de préciser que les sujets ont reçu une copie de leurs réalisations et qu'ils ont vu une de leur production de leur choix être dessinée par l'imprimante.

Lors de l'étude, un relevé des difficultés et du type de résolution de problèmes ont été notés lors du deuxième et troisième matériaux didactiques, de la stratégie d'introduction à la programmation.

Les difficultés au deuxième matériel didactique

Le tableau 16 présente pour chacun des programmes à exécuter au deuxième matériel didactique le type de difficulté le plus fréquemment rencontré chez les sujets étudiés. Le tableau 17 présente le type de résolution de problèmes le plus utilisé pour réussir à compléter les objets de programmation proposés.

TABLEAU 16
Difficultés de programmation
lors d'exercices au matériel didactique no 2

DIFFICULTÉ	T %	□ %	■ %	Δ %
1. Reconnaître les commandes.	4	5	0	0
2. Etablir la correspondance procédure-commande.	13	20	20	9
3. Placer les commandes sur le carton géant.	13	10	10	18
4. Identifier la ligne appropriée.	4	5	5	9
5. Empiler les séries de commandes à gauche.	0	5	0	0
6. Regrouper les piles du haut vers le bas.	17	5	20	0
7. Appuyer sur la touche correspondante.	17	20	20	18
8. Placer la commande exécutée à l'envers.	17	15	10	27
9. Recommencer en cas d'erreur.	13	10	25	18
10. Reclasser les commandes.	0	5	0	0

TABLEAU 17
Mode de résolution de problème
au matériel didactique no 2

PLANIFICATION/RÉSOLUTION	T %	□ %	= %	Δ %
1. Refait le programme sans modification.	4	3	11	0
2. Replace les commandes sur le carton procédure.	8	3	5	6
3. Corrige à partir du programme.	8	11	23	6
4. Modifie son programme selon le résultat sur l'écran.	8	3	0	0
5. Demande l'aide des pairs.	0	3	0	0
6. Demande l'aide de l'assistante.	16	7	17	0
7. Procède lentement.	12	11	17	13
8. Réussi.	20	18	5	20
9. Produit directement une figure sans l'aide de programme.	4	11	0	0
10. Procède directement avec une carte-programme.	12	14	11	26
11. Abandon.	8	11	5	26

La forme du «T»

Ainsi, à la réalisation de la forme du «T», les principales difficultés étaient de regrouper les piles du haut vers le bas, d'appuyer sur la touche correspondante et de placer ensuite la commande exécutée à l'envers. Ce qui indique une difficulté de structuration au niveau de l'ordre d'opération ainsi qu'au niveau de l'exécution, car les sujets avaient tendance à appuyer plus d'une fois sur la même touche pour programmer une commande. Il est à noter que la réalisation de ce programme présente le plus haut taux de réussite au premier essai, soit 20% des sujets ont produit au premier essai le programme (voir tableau 17).

Le carré

La programmation du carré, selon la procédure proposée, atteint également un taux de réussite intéressant. En effet, 19% des sujets ont complété le programme sans manifester de difficultés. Le tableau 17 démontre que les principales difficultés rencontrées pour programmer le carré sont d'établir la correspondance procédure-commande, c'est-à-dire de décoder l'ordre et l'opération illustrées sur la carte programme et de l'exécuter sur le clavier du micro-ordinateur puis d'appuyer sur la touche correspondante le nombre de fois nécessaire.

Le rectangle

Les difficultés à réaliser le rectangle sont les mêmes que celles à exécuter le carré. Il s'agit donc d'établir la correspondance procédure-commande et d'appuyer sur la touche correspondante le nombre de fois nécessaire (voir tableau 16). Les sujets corrigent à partir du programme, tel que le suggère la méthode (voir tableau 17). Le taux de réussite seul au premier essai n'atteint que 6% (voir tableau 17).

Le triangle

Les difficultés d'utilisation du procédé de programmation diffèrent lors de l'exécution du triangle. En effet, les sujets manifestent ici de la difficulté à placer les commandes correctement sur le carton géant, à appuyer sur la touche correspondante sur le clavier et à placer la commande exécutée à l'envers une fois enregistrée. Le type de résolution de problème le plus fréquemment utilisé est de procéder directement au clavier avec l'aide de la carte programme. Ce qui permet une vérification rapide du programme qu'il a noté. Le taux de réussite seul à la programmation du triangle, soit 20%, révèle que ce programme était bien réussi.

Les difficultés au troisième matériel didactique

Le tableau 18 présente les difficultés de programmation lors de l'exécution de projets individuels. Les difficultés sont plus variées, car à cette étape, le sujet est amené à faire appel à plus d'habiletés; il doit en plus du procédé de programmation recommandé, faire appel à la notion des chiffres et des lettres lors de la transcription écrite du programme. Il est également amené à reproduire le dessin obtenu sur l'écran sur la carte programme.

Le tableau 18 indique des difficultés majeures au troisième matériel didactique à appuyer sur les touches de commande le nombre de fois approprié (14,8%) et à recommencer en cas d'erreur (26,8%). Les sujets manifestent également de la difficulté à reproduire le programme sur le micro-ordinateur à partir de la lecture de la carte-programme qu'il a remplie (9,8%). Ce qui dénote une instabilité dans les nouveaux acquis lors de la transcription du programme. L'enfant n'étant pas assez habile dans l'utilisation des chiffres et des lettres.

Le tableau 19 présente les procédés de résolution de problèmes relatifs aux difficultés rencontrées au troisième matériel didactique. Ce tableau indique une tendance des enfants à demander l'aide de l'assistante (35,3%), à corriger directement à l'écran

TABLEAU 18

Difficultés de programmation
lors de l'exécution du matériel didactique no 3

DIFFICULTÉ	%
1. Empiler les séries de commande à gauche du carton.	1,1
2. Empiler les séries de commande du haut vers le bas.	0
3. Placer les séries de commande sur la ligne appropriée sur le carton géant.	0
4. Correspondance procédure-commande (connaître la signification des touches et prendre la carte appropriée)	6,0
5. Appuyer sur la touche correspondante le nombre de fois nécessaire.	14,8
6. Placer la commande exécutée à l'envers.	3,8
7. Recommencer en cas d'erreur.	26,8
8. Reklasser les commandes.	0
9. Difficulté à dessiner la carte appropriée sur la bonne ligne.	2,2
10. Difficulté de coordination (fonction des différentes touches).	8,7
11. Difficulté dans l'écriture en général du programme.	2,7
12. Difficulté au niveau de la reproduction des couleurs (bleu-rouge).	3,8
13. Difficulté à reproduire le dessin dans l'espace indiqué.	8,7
14. Difficulté avec la carte des nombres.	0
15. Difficulté avec la carte des noms.	0,6
16. Difficulté avec la recherche de son dossier.	0
17. Difficulté à reproduire son programme sur le micro-ordinateur une fois rédigé.	9,8
18. Oublier des cartes.	9,8
19. Difficulté dans l'exécution de certaines parties de son dessin sur l'ordinateur.	7,7
20. Inversion du sens d'un chiffre.	2,2
21. Mettre le chiffre après le signe.	1,1

TABLEAU 19

**Procédés de résolution de problème
en fonction des difficultés rencontrées
au troisième matériel didactique**

PLANIFICATION/RÉSOLUTION	%
1. Lors de la vérification de son programme (avant de le placer sur le carton géant) enlève ou ajoute des cartes de commandes selon le résultat sur l'écran.	7,5
2. Demande l'aide des pairs.	1,2
3. Demande l'aide de l'assistante.	35,3
4. Abandon.	0
5. Réussite (sans dessin du programme).	6,9
6. Réussite (avec dessin du programme).	24,9
7. Réussite (dessin du programme complété en partie).	6,4
8. Dessin non complété par manque de temps.	2,9
9. Non réussi.	2,3
10. Finalisation d'un programme déjà abordé mais non terminé dont le dessin est non complété.	1,7
11. Finalisation d'un programme déjà abordé mais non terminé dont le dessin du programme est complété.	5,8
12. Réussite du dessin à l'écran mais erreur dans la transcription.	3,5
13. Recorriger les erreurs du programme avec l'assistante.	1,7

en enlevant ou ajoutant des cartes de programme selon le résultat obtenu (7,5%).

Le taux de réussite de projets individuels est important car il atteint 24,9% avec la représentation de l'objet obtenu sur la carte programme et 6,4% avec une représentation partielle de l'objet et 6,9% sans représentation de l'objet.

La programmation sur micro-ordinateur a l'avantage de permettre à l'enfant de voir immédiatement les erreurs qu'il commet. L'enfant peut ainsi réajuster chacune des actions qui ne produit l'effet désiré. Les tableaux 17 et 19 permettent d'identifier le type de résolution de problème employé par les sujets lorsque la difficulté apparaît à une autre étape du processus, par exemple, la difficulté peut intervenir lors de la transcription du programme. Alors, les tableaux 17 et 19, présentent la façon dont les sujets ont rectifié leur erreur. Selon les résultats, l'attitude la plus fréquente des sujets lorsqu'ils sont confrontés à une difficulté est de demander l'aide de l'assistante puis de corriger directement en reproduisant sur écran le programme. Ces tendances se sont également manifestées de façon majoritaire au niveau des procédés de résolution de problèmes au deuxième et troisième matériels didactiques.

LA DISCUSSION DES RÉSULTATS

Cette étude voulait évaluer si l'enfant d'âge préscolaire a les habiletés nécessaires pour programmer et si l'utilisation du langage «Petit LOGO» favorisait le développement de la pensée divergente. L'affirmation à ces interrogations suppose que l'enfant a les capacités pour programmer seul en «Petit LOGO» et que l'influence est positive pour un des facteurs de pensée divergente (la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration) de manière significative chez les sujets du groupe expérimental.

La programmation en «Petit LOGO» par des enfants du préscolaire

L'analyse des résultats démontre que l'enfant d'âge préscolaire est capable de répondre aux exigences de la programmation à partir d'une méthode et d'un matériel structuré et adapté.

Cette étude apporte à la conception de Papert (1981), la preuve que l'enfant a les pré-requis nécessaires à la programmation dès l'âge de 5 ans et demi; ce qui implique la présence de la pensée linéaire et séquentielle requise à la programmation.

Il n'est donc pas nécessaire, tel que soutenu par Barnes et Hill (1983), que l'enfant ait préalablement acquis le stade des opérations concrètes. En effet, l'étude démontre que les sujets, d'âge pré-opératoire, ont démontré des capacités de programmer en «Petit LOGO», par le traitement de données sur écran pour obtenir un résultat et un produit déterminé. Le matériel a ainsi permis à l'enfant d'utiliser ce potentiel par le processus de recherche de solutions et par la maîtrise d'un autre langage, un langage symbolique.

La compréhension de l'enfant de ses actions en programmation, ne se limite pas à des impressions, tel que suggéré par Gorman et Bourne (1983), car l'enfant est amené à identifier et à trouver des équivalences en manipulant et en observant les changements produits à l'écran. L'enfant est amené à penser sur les opérations, à prévoir les effets avant d'effectuer l'enregistrement de commandes.

Ainsi, la réalisation d'une échelle a nécessité chez le sujet, une capacité de mémorisation et l'aide de l'assistante pour repérer l'endroit à compléter et pour produire une séquence de bâtons apparaissant à égale distance. Ce projet a également exigé un contrôle de l'image à deux dimensions, une capacité d'orientation dans l'espace pour parvenir à faire déplacer la tortue d'avant à

arrière et de gauche à droite. A la fin de la programmation, selon l'ordre montré, l'enfant doit retranscrire par écrit l'ordre et le classement des commandes utilisés. Ce qui démontre l'utilisation d'une pensée convergente par le processus recommandé et d'une pensée divergente par la variété de choix possibles s'offrant au sujet pour produire la séquence de bâtons à égale distance. Le matériel de programmation en «Petit LOGO» est donc souple en permettant sans restriction les procédés de résolution de problème. L'enfant est donc laissé libre dans ses activités de programmation.

Parmi les aspects développés par l'utilisation du langage «Petit LOGO», peut-on inclure la pensée divergente?

Le «Petit LOGO» et la pensée divergente

Il n'est pas possible de tirer de conclusion à partir des résultats de cette étude.

Cependant, l'approfondissement du problème suggère l'étude de deux éléments: (1) l'adéquation de l'instrument de mesure et des variables étudiées et (2) la pensée divergente dans les productions lors du traitement.

L'adéquation de l'instrument de mesure

Il est à propos de s'interroger sur la validité du test utilisé pour vérifier la variable dépendante. En effet, le test de Torrance (1966) met-il en évidence l'habileté créatrice de manière réaliste? Car, il est clair que les sujets avaient tendance à reproduire leurs acquis d'ordre académique: formes géométriques, lettres de l'alphabet et chiffres.

La pensée divergente figurale de Torrance apparaît, dans le test, dans l'accomplissement de trois tâches:

1. La composition d'un dessin à partir d'une forme donnée en papier adhésif coloré en vert.
2. La réalisation d'un dessin à partir de dessins ébauchés et leur donner un nom.
3. La réalisation d'un maximum de dessins à partir de 30 lignes parallèles pour la Forme A et de 40 cercles pour la Forme B.

Dans la première tâche, les facteurs d'originalité et d'élaboration sont mis en évidence par l'effort à trouver une réponse

originale et de l'enrichir pour que l'objet ait une histoire. La deuxième tâche évalue chez le sujet la flexibilité, l'originalité et l'élaboration, car une figure inachevée pousse au désir de la terminer le plus vite possible sans raffinement. La troisième tâche suscite une confrontation entre la fluidité et l'originalité, l'élaboration et la flexibilité. Cette partie du test mesure la capacité à faire des associations à partir d'un stimulus unique.

Le calcul de la fluidité est obtenu par la quantité d'objets produits; la flexibilité, par la quantité de catégorie d'objets produits; l'originalité, par la quantité de réponses peu fréquentes (moins de 2% des sujets) émises et l'élaboration, par la quantité d'éléments ajoutés à l'objet produit.

Par conséquent, ce que le test exige, est différent des habiletés que l'enfant doit utiliser lors des activités de programmation. Si les sujets avaient au départ, une connaissance plus poussée du micro-ordinateur et s'ils avaient eu des simulations, telles que présentées par le test de Torrance (1966), alors ils auraient pu manifester plus de pensée divergente. Il aurait peut-être fallu, dans un cinquième matériel didactique, prévoir un logiciel qui aurait présenté des ébauches suggestifs que les élèves, utilisant leur connaissance en «Petit LOGO», auraient eu à compléter; ce qui se rapprocherait des tâches de Torrance.

De plus, le test de Torrance (1966) mesure le champ des possibles et un certain potentiel en créativité et non la créativité manifestée concrètement dans la réalité. L'initiative de l'élève est conditionné à un stimulus donné au départ. Dans l'expérience, la réalisation est déterminée en toute initiative par le sujet. Il ne s'agit donc pas de situations totalement comparables.

En résumé, l'expérience a réussi à instaurer un processus de programmation très spécifique qui permettait un certain niveau d'application et de résolution de problèmes mais n'a pas permis aux enfants de le transférer et de l'utiliser de façon flexible.

La pensée divergente dans les productions
lors du traitement

Ce test évalue la pensée divergente par le dessin. Qu'en est-il alors des autres formes d'expression de la pensée divergente? C'est en ce sens que le deuxième élément à l'étude dans la discussion a été apporté. En effet, les productions des sujets en cours de traitement peuvent être révélateurs au niveau de la pensée divergente.

La manifestation de peu de créativité peut être due au fait que les sujets étaient soumis à un matériel structuré et basé sur

l'apprentissage de formes géométriques. Il n'est donc pas étonnant de retrouver des réalisations correspondantes à celles contenues dans les matériels didactiques no 2 et 3. Sept sujets sur 12 exactement ont reproduit des formes géométriques sans les agencer de quelque façon que ce soit.

Un autre facteur a été déterminant dans l'obtention de résultats infirmant la seconde hypothèse de recherche. Il s'agit de la présence de deux sujets, du groupe expérimental, qui n'ont pas effectué les activités de programmation telles que présentées. Un sujet s'est arrêté au matériel no 1 et un autre n'a pas été initié au matériel didactique no 3.

Malgré la représentation d'un procédé, les sujets avaient tendance à procéder par tâtonnements pour résoudre les difficultés qui se présentaient au cours de la réalisation d'un programme et cela vaut également dans la réalisation d'un programme conçu par le sujet. Le temps consacré au matériel didactique no 3 n'a pas permis à tous les sujets de bénéficier d'un apprentissage plus approfondi de la procédure. Cependant, cette activité s'est avérée être une opportunité pour le transfert de l'apprentissage des lettres de l'alphabet. Car cinq sujets sur 12 ont réalisé des lettres de l'alphabet dans leurs productions finales.

Au deuxième matériel didactique, l'apprentissage effectué se situe au niveau d'une capacité de synthèse et d'analyse des problèmes. Le sujet distingue les parties du problème et manifeste plus de facilité à produire des agencements. Ainsi, la réalisation d'une maison est le résultat de l'agencement de deux programmes connus, soit le carré et le triangle. Cette capacité est exploitée à 14,3% chez les sujets du groupe expérimental au second matériel didactique et de façon plus évidente au troisième (17,4%).

L'intérêt des sujets est très révélateur dans ces acquisitions. Seulement deux sujets n'ont pas complété le processus, un seul a manifesté au départ, son désintérêt à travailler avec le matériel. Toutefois, le sujet obtenait l'information des procédures à suivre pour programmer, en observant les sujets en opération. Le sujet est le plus jeune du groupe et son intérêt était axé vers les jeux de construction, tel que les blocs en bois géants. Ce qui indique également le niveau d'intérêt est le temps passé à chaque séance de programmation. Car, chaque sujet demeurait actif en moyenne 50 minutes à travailler à la production d'un programme, le constituer et l'écrire.

En somme, les acquisitions des sujets lors de l'utilisation du langage «Petit LOGO» ont pris des orientations non attendues. L'impact ne s'est donc pas manifesté vers le niveau de pensée

divergente mais vers des habiletés de correspondance, de structuration de la pensée. Si l'on se réfère aux productions et aux significations données par les sujets, alors la créativité apparaît.

En effet, chaque sujet manifeste beaucoup de fluidité, de flexibilité et d'originalité dans leurs productions. La fluidité est le résultat d'une quantité intéressante d'objets produits étant donné le peu de temps alloué au troisième matériel didactique et le contingentement des sujets pouvant être reçus à l'atelier. Comme le démontre le tableau 15, les sujets ont produit plusieurs variétés d'objets, ce qui est un indice de flexibilité. Ainsi, les sujets: 00, 01, 05, 06, 09, 10, 11, 14 et 15 ont réalisé plus de quatre catégories d'objets différents.

L'originalité apparaît dans la rareté de la production, soit moins de 2% des productions. Il s'agit donc d'un objet produit de manière peu fréquente. Il est possible de remarquer que les sujets manifestent beaucoup d'originalité en constatant au tableau 15, que seules les formes géométriques sont communes aux projets des différents sujets. Le nom donné à l'objet est également un indice d'originalité. Ainsi, le dos du no 7, la voiture accidentée du no 11 et l'oeuf cassé du no 11 sont des productions originales, dû au nom qui leur a été donné.

Ce qui révèle que les sujets du groupe expérimental ont effectivement manifesté trois facteurs de pensée divergente: la fluidité, la flexibilité et l'originalité. Seule l'élaboration n'a pas été manifestée dans les productions des sujets.

Par conséquent, c'est donc la limitation des connaissances des élèves en programmation qui a empêché l'utilisation flexible du micro-ordinateur. Ils sont limités à exécuter des objets qui ont, en eux-mêmes, une certaine rigidité naturelle.

Il est maintenant possible de conclure que les sujets du groupe expérimental ont répondu aux étapes mises en jeu par le processus de pensée divergente, soit: la sensibilisation au problème, l'identification de la ou des difficultés, la recherche de solutions, la formulation d'hypothèses, la vérification des hypothèses et des solutions, le réarrangement et la communication des résultats. Les facteurs ne se manifestent pas tous avec le même degré d'acuité. Un sujet peut manifester plus de fluidité et de flexibilité que d'originalité et d'élaboration. Ce qui dénote également de la divergence.

L'étude de la divergence par le test verbal de Torrance (1966) aurait pu conduire à des résultats autres que le figural, puisque c'est l'utilisation d'un langage qui a été étudié dans cette

recherche. En effet, les sujets devaient travailler à partir d'un langage de programmation. Ce qui exigeait des habiletés différentes de l'écrit. Il serait intéressant de vérifier l'impact du «Petit LOGO» à partir du test verbal de Torrance.

LES RECOMMANDATIONS POUR L'ENSEIGNEMENT

Les résultats obtenus dans cette étude suscitent d'établir quelques recommandations pour l'enseignement préscolaire. Ces suggestions se traduisent ainsi:

- o Que le préscolaire s'avère être l'instant propice pour l'enfant de saisir la base de la programmation, ses exigences et ses récompenses. Cet apprentissage doit se faire selon une méthode structurée et un matériel adapté.
- o Que l'aménagement de l'aire d'activité en programmation soit bien organisé et ordonné. Les accessoires de travail doivent être variés et accessibles. L'enfant doit pouvoir remplir facilement ses cartes de programme. L'enfant doit également avoir accès à des lettres et des nombres déplaçables pour écrire son nom et son programme; avoir également accès à un dossier identifié à son nom dans lequel il remisera ses productions.

o Que les sujets soient amenés à montrer aux autres la procédure. La question de temps et de disponibilité s'avérera plus souple et dégagée si chaque enfant a une responsabilité vis-à-vis les autres. De toute évidence, les résultats indiquent que ce processus s'est installé de lui-même au cours de l'expérimentation.

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour but de vérifier si l'enfant d'âge préscolaire est capable de programmer les rudiments du langage LOGO et de vérifier dans une seconde partie si l'activité de programmer en LOGO favorisait le développement et l'enrichissement de la pensée divergente.

Le critère de vérification est que le sujet réponde aux exigences du matériel didactique utilisé et qu'il manifeste à un degré différent les quatre facteurs de pensée divergente, soit: la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration. Le matériel didactique est une conception de Dubuc (1985) et est basé sur les principes d'apprentissage au préscolaire de Maria Montessori. Les facteurs étudiés sont la fluidité, la quantité d'objets produits; la flexibilité, la quantité de catégories d'objets; l'originalité, la rareté des objets produits; et l'élaboration, la quantité de détails apportés à l'objet produit. Les hypothèses prévoient que ces quatre facteurs se démarqueront de façon positive chez les sujets du groupe expérimental après avoir effectué les acquisitions de programmation en LOGO.

Le schéma expérimental de l'étude est constitué de deux groupes: un groupe expérimental et un groupe contrôle. Quinze

enfants de plus de 5 ans, fréquentant une classe du préscolaire à la Commission Scolaire de Chicoutimi, ont été initié à la programmation. Les sessions d'entraînement, d'une durée d'une heure, se sont poursuivies pendant trois mois. La fréquence des sessions étaient de quatre par semaine. La capacité d'accueil des enfants était de quatre au maximum. L'apprentissage s'effectuait selon le rythme de l'enfant.

La capacité de programmer est vérifiée lors de l'utilisation du troisième matériel didactique, car le critère de réussite à ce matériel est que l'enfant réalise seul des objets de son choix sur écran en utilisant le langage «Petit LOGO».

La vérification statistique des quatre variables de la pensée divergente est effectuée à l'aide du test t au seuil de confiance .05. L'analyse des résultats confirme la capacité de l'enfant d'âge préscolaire à programmer en LOGO et infirme l'hypothèse selon laquelle l'utilisation d'un mode de pensée structurée qui serait induit par le langage LOGO, conduise à un plus haut degré de divergence, qui serait manifesté par la fluidité, la flexibilité, l'originalité et l'élaboration.

Il s'est produit une augmentation équivalente du degré de pensée divergente entre les deux groupes. Les objets produits

sur écran étaient le reflet des apprentissages effectués en classe. Ainsi, les sujets ont tous réalisé des formes géométriques, des lettres de l'alphabet et des chiffres. Si les enfants n'avaient eu cette préoccupation, les résultats auraient pu être différents également. D'éventuelles recherches permettraient de cerner davantage l'impact de la programmation et sa pertinence au préscolaire en prenant en considération les faits apportés par cette étude.

RÉFÉRENCES

BARNES, B.J. and HILL, S. (1983). «Should young children work with microcomputers-LOGO before LEGOtm». The Computing Teacher, pp.11-14.

BASTIDE, P. et LETOUZE, J.C. (1981). «Prototype d'un dispositif autonome programmable par de jeunes enfants». Revue française de pédagogie, no 56, pp.27-32.

BEN-ZVI, A. (1983). «Enseigner avec LOGO». Math-Ecole, no 110, pp.8-15.

BOSSUET, G. (1983). L'enfant et l'ordinateur. Paris: PUF.

BOWMAN, B. (1983). Research in early childhood education: The most urgent research questions, in Brady, E.H. and Hill, S. (1984). Research in review. Young children and micro-computer. Young children, pp.49-61.

BRADY, E.H. and HILL, S. (1984). «Research in review. Young children and microcomputer». Young Children, pp.49-61.

CHAUVIN, J. et EMERL, K. (1984). Le jeune enfant et le micro-ordinateur. La documentation française, Centre mondial de la micro-informatique. Paris.

COTE, B. (1984). «Lire, écrire et compter avec LOGO». Québec Français, pp.34-37.

DAIUTE, C. (1983). «Writing, creativity and change. Childhood Education, pp.227-231.

DEMERS, A. et DUBUC, B. (1985). «Pédagogie du langage LOGO à la maternelle», dans: Ordinateur et Education, Cahier de l'ACFAS, pp.276-283.

DUBUC, B. et TREMBLAY, M. (1985). L'apprentissage des concepts de base en informatique chez les jeunes enfants, Communication présentée au 53e Congrès de l'ACFAS, Chicoutimi.

DUBUC, B. (1985). The Challenge of Computer Programming in Kindergarten, Communication présentée au 3rd Annual Conference on Computer in Education, McGill University, November.

EMERL, K. (1983). «L'enfant et l'ordinateur: approche psychopédagogique». Education enfantine, no 8, pp.18-22.

EYSTER, R.M. (1981). «Seymour Papert and LOGO Universe». Creative Computing, vol. 7, no 12, pp.70-74.

GIRARD, J.D. et BOIVIN, Y. (1984). Petit LOGO: Didacticiel, Chicoutimi: U.Q.A.C.

GORMAN, H. Jr., BOURNE, L.E. Jr. (1983). «Learning to think by learning LOGO: Rule learning in third grade computer programmers». Bulletin of the Psychonomic Society, vol. 21, no 3, pp.156-167.

GOULET, D.L. et JUSTRAS, L. (1984). «L'ordinateur au préscolaire». Liaisons, vol. 8, no 4.

GOWAN, J.C., DEMOS, G.D., and TORRANCE, E.P. (1967). Creativity CTS Educational Implications, John Wiley & Sons, Inc.

GRACE (de), G.R. (1981). «Crise et créativité: La motivation intrinsèque à créer». Revue canadienne de psycho-éducation, vol. 10, no 2, pp.128-141.

GUILFORD, J.P. (1956). «The structure of intellect». Psychological Bulletin, no 53, pp.267-293.

GUILFORD, J.P. (1968). Intelligence, creativity and their educational implications, Robert R. Knapp Publisher.

GUILFORD, J.P. and HOEPFNER, R. (1971). The analysis of intelligence, McGraw-Hill Book Company.

GUILFORD, J.P. (1984). «Varieties of divergent production». The Journal of Creative Behavior, vol. 18, no 1.

HARVEY, B. (1982). «Why LOGO? LOGO is designed to encourage development of problem-solving skills», BYTE, pp.163-193.

HINES, S.N. (1983). «Computer Programming Abilities of Five-Year-Old Children». Educational Computer, pp.10-12.

KRASNOR, L.R. and MITTERER, J.O. (1984). «LOGO and the development of general problem-solving skills». The Alberta Journal of Educational Research, vol. XXX, no 2, June, pp.133-144.

LYTTON, H. (1972). Creativity and Education. Students Library of Education, p.33.

MOORE, J.W. and SMITH, W.I. (1961). «Knowledge of results in self-teaching spelling». Psychological Reports, vol. 9, pp.717-726.

PAPERT, S. et al. (1978). Interim report of LOGO project in the brookline public schools, National Science Foundation, Memo 49.

PAPERT, S. (1981). Jaillissement de l'esprit. Flammarion.

PARE, A. (1977). Créativité et pédagogie ouverte. Editions N.H.P., vol. I et II.

PERLMAN, R. (1976). Using computer to provide a creative learning environnement for preschool children. National Science Foundation. Washington.

PIAGET, J., BRUNNER, J.S., BESSON, F. et MORF, A. (1958). Logique et perception. P.U.F.

ROUCHIER, A. (1981). «Problèmes, procédures, programmes étudiés et réalisés par des enfants de C.M.2 utilisant un micro-ordinateur». Revue française de pédagogie, no 56, pp.18-26.

SOLOMON, C. (1975). Leading a child to a computer. NSF LOGO Memo 20.

SOLOMON, C. (1982). «Introducing LOGO requires an awareness of different learning styles», BYTE, pp.196-208.

STEFFIN, S.A. (1981). «Come in play with me. Computer simulations: A key to divergent thinking». Media & Methods, pp.12-13.

STEFFIN, S.A. (1983). «Using the micro as a weapon fighting against convergent thinking». Childhood Education, pp.255-258.

STREIBEL, M.J. (1983). «The educational utility of LOGO». School Science and Mathematics, vol. 83, no 6, pp.475-485.

SUCHMAN, J.R. (1967). Creative thinking and conceptual growth, dans Creativity: ITS Educational Implications, John Wiley and Sons, Inc.

TAURISSON, A. (1983). «L'ordinateur au primaire». Vie pédagogique, no 25, pp.4-8.

THERIAULT, J., VAN THAM, S., DOYON, D., DOUCET, M. (1982-1986). Le potentiel, la pertinence et l'exploitation du matériel didactique des classes maternelles. Rapport de recherche.

TORRANCE, E.P. (1966). Torrance Tests of Creative Thinking. Personnal Press, Inc.

TORRANCE, E.P. (1972). «Can we teach children to think creatively?». The Journal of Creative Behavior, vol. 6, no 2, pp.115-140.

VAIDYA, S. (1983). «Using LOGO to stimulate childrens fantasy». Educational Technology, pp.25-26.

VAIDYA, S. (1984). «Making LOGO accessible to pre-school children». Educational Technology, pp.30-31.

WARIDEL, F. (1984). «Une expérience LOGO avec des élèves de 5e et 6e années primaire». Math Ecole, 23e année, no 115, pp.20-28.

WATT, D. (1979). «A comparison of problem solving styles of two students learning LOGO». Creative Computing, vol. 5, no 12, pp.86,88,90.

WATT, D. (1982). «LOGO in the schools. Putting LOGO in the classroom has led to some interesting results». BYTE, pp.116-134.

WATT, D. (1983). «Learning with LOGO». Classroom computer, no 5, vol. 3, pp.40-43.

WEYER, S.A. (1983). «Computers for communication». Childhood Education, pp.232-240.

APPENDICE A

Fiche d'identification des sujets

Date: _____

FICHE D'IDENTIFICATION
DES SUJETS

Nom: _____ No: _____

Sexe: F: _____ M: _____

Âge: _____ ans _____ mois

Date de naissance: _____

Premier contact avec le micro-ordinateur: Oui: _____ Non: _____

Intérêt(s) du sujet: _____

_____Comportement général: _____

_____Remarques: _____

APPENDICE B

Le questionnaire

No _____

QUESTIONNAIRE

1. Tu connais le mot l'ordinateur?

2. Qu'est-ce que c'est?

3. Qu'est-ce qu'on peut faire avec?

4. Qui s'en sert?

5. Pour quoi faire?

6. Qu'est-ce qu'on peut faire encore avec?

7. Est-ce utile pour les enfants?

8. Pour quoi faire?

9. Toi, est-ce que ça t'intéresse?

10. As-tu vu un ordinateur?

11. Comment c'est?

12. Peux-tu le dessiner?

APPENDICE C

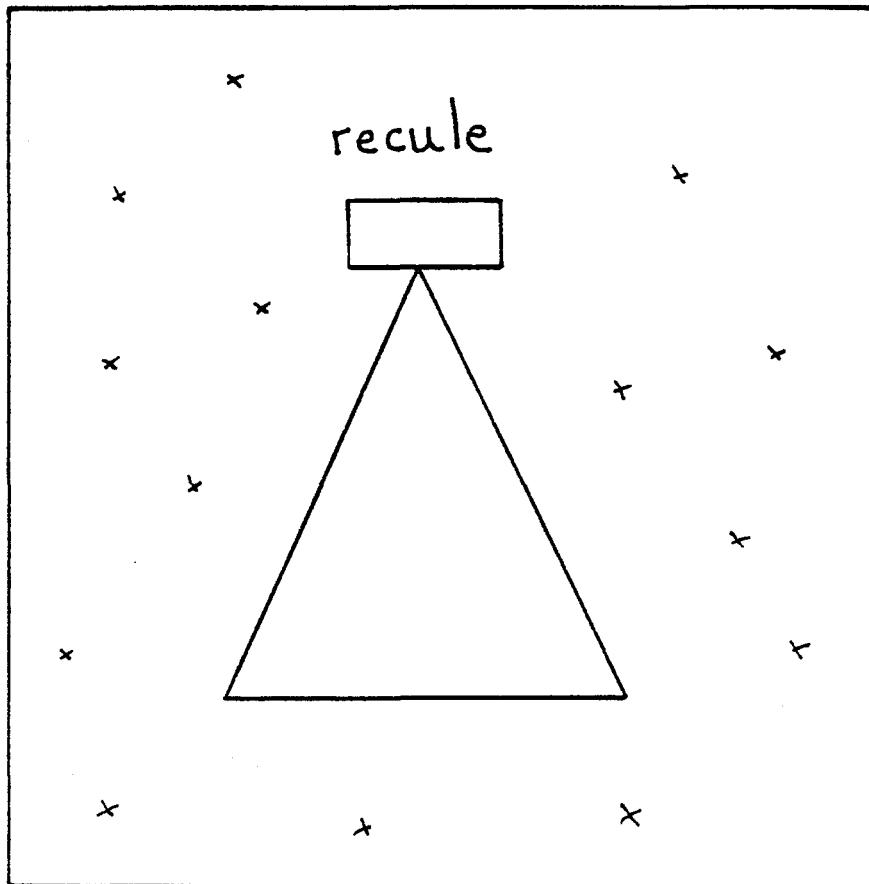
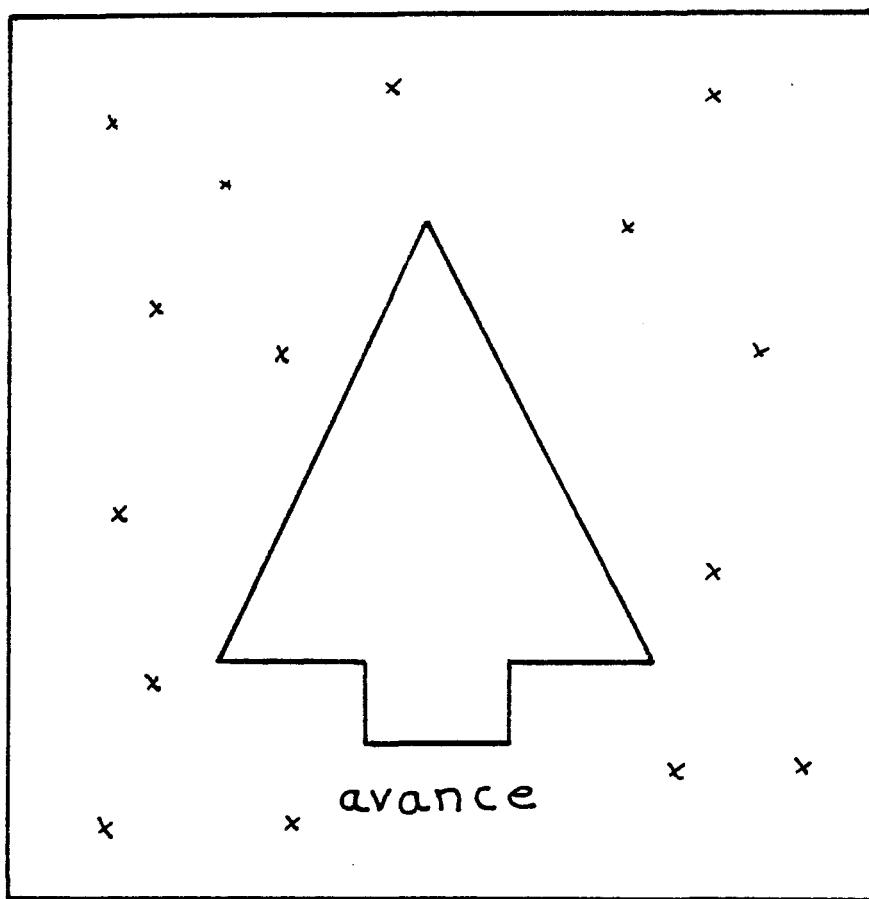
Le matériel

1. LES MATÉRIELS DIDACTIQUES

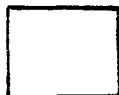
MATÉRIEL DIDACTIQUE

NO 1

MATERIEL DIDACTIQUE

I: Commandes de base
de la tortue

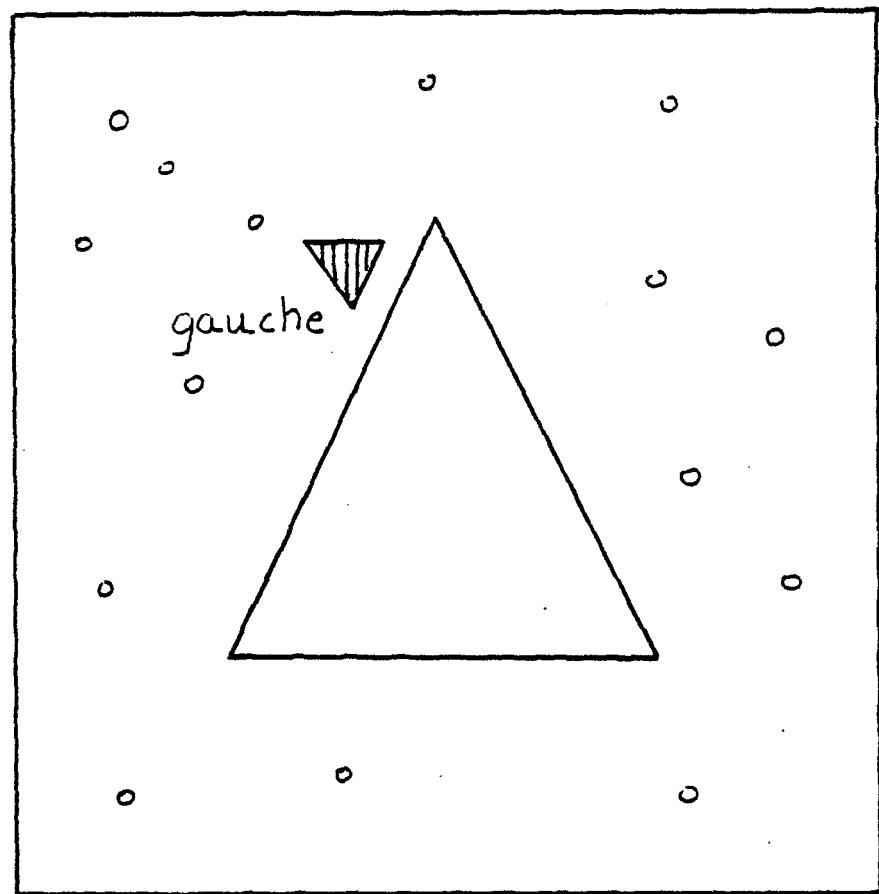
Légende:



papier d'émery



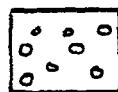
couleur rouge



Légende:



papier d'émeri



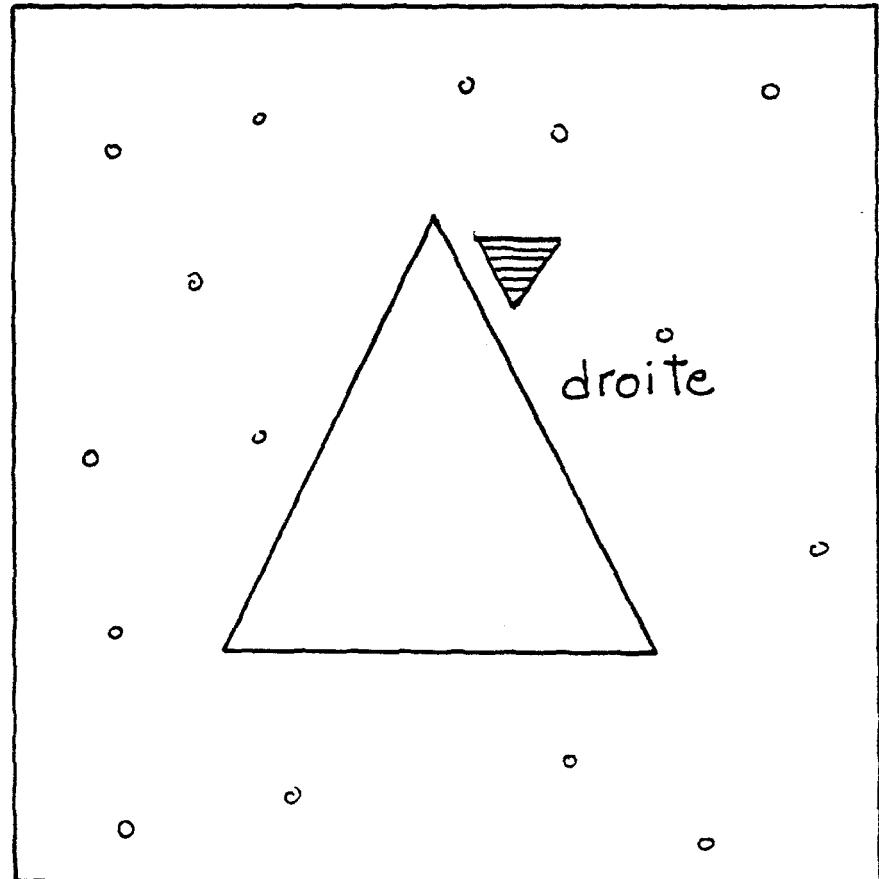
couleur bleu



couleur blanc

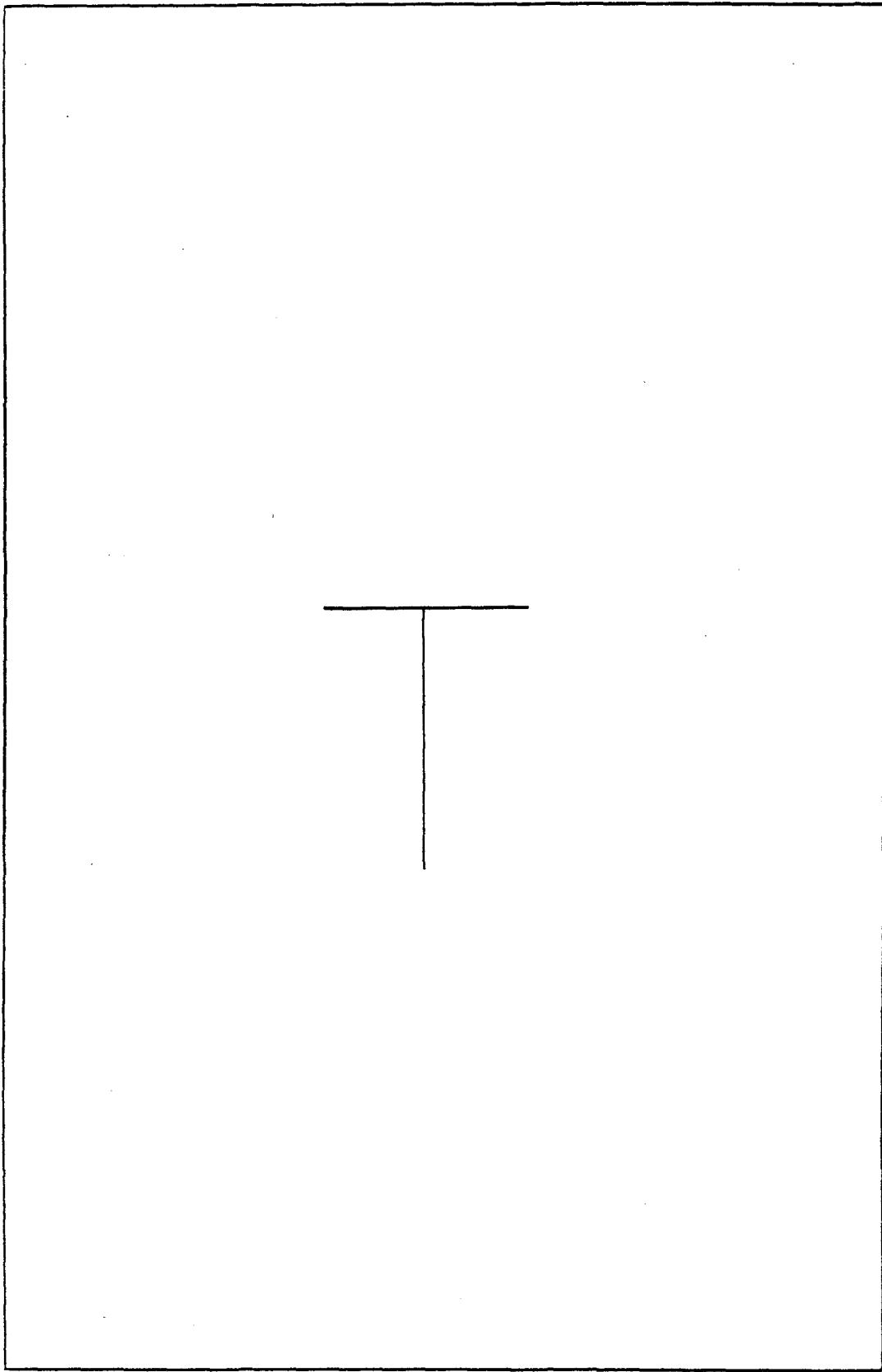


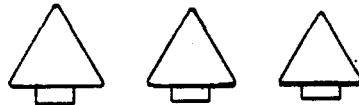
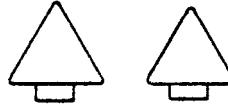
couleur noir



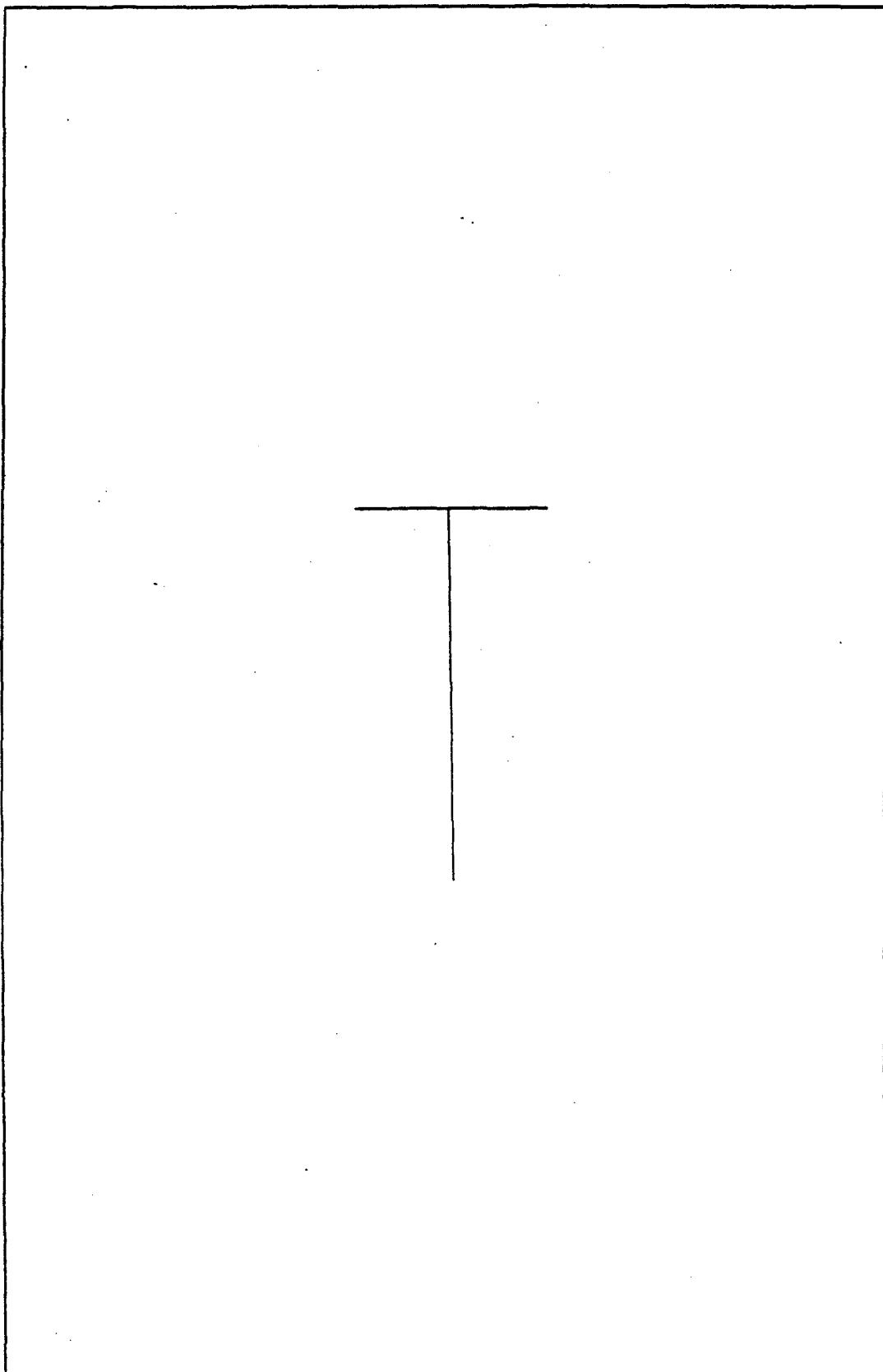
MATÉRIEL DIDACTIQUE

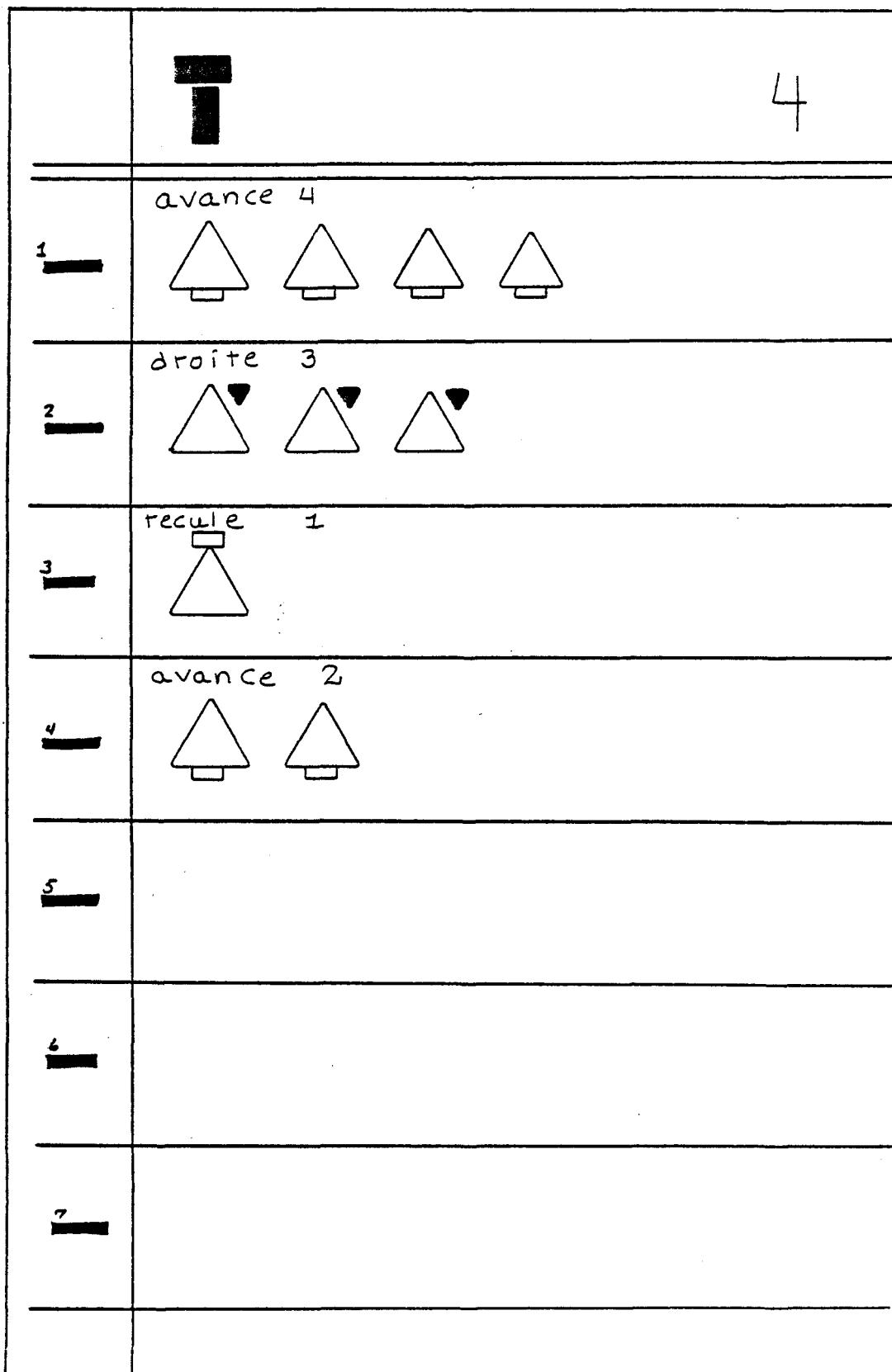
NO 2



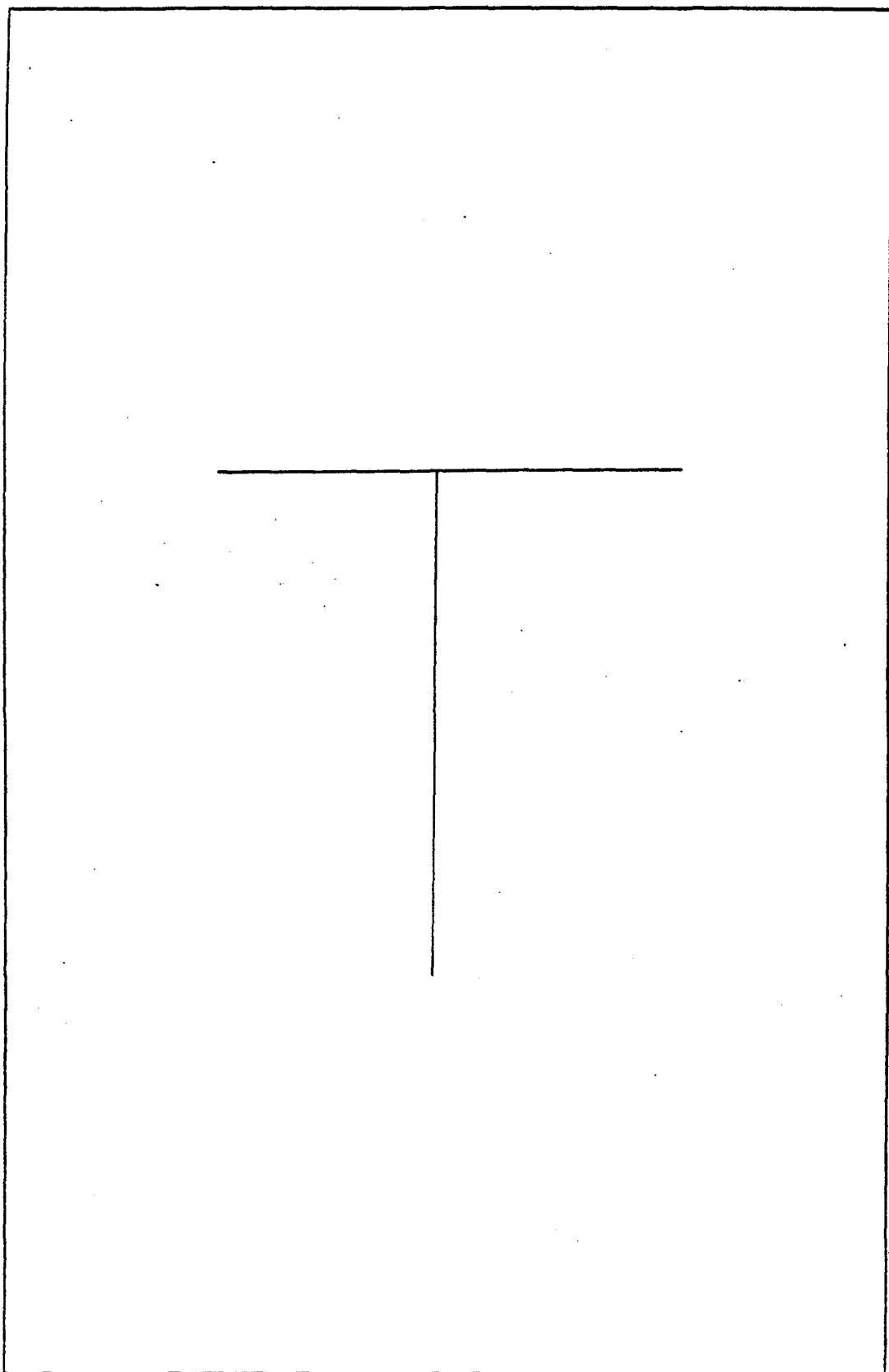
		
1		avance 3
2		droite 3
3		recule 1
4		avance 2
5		
6		
7		

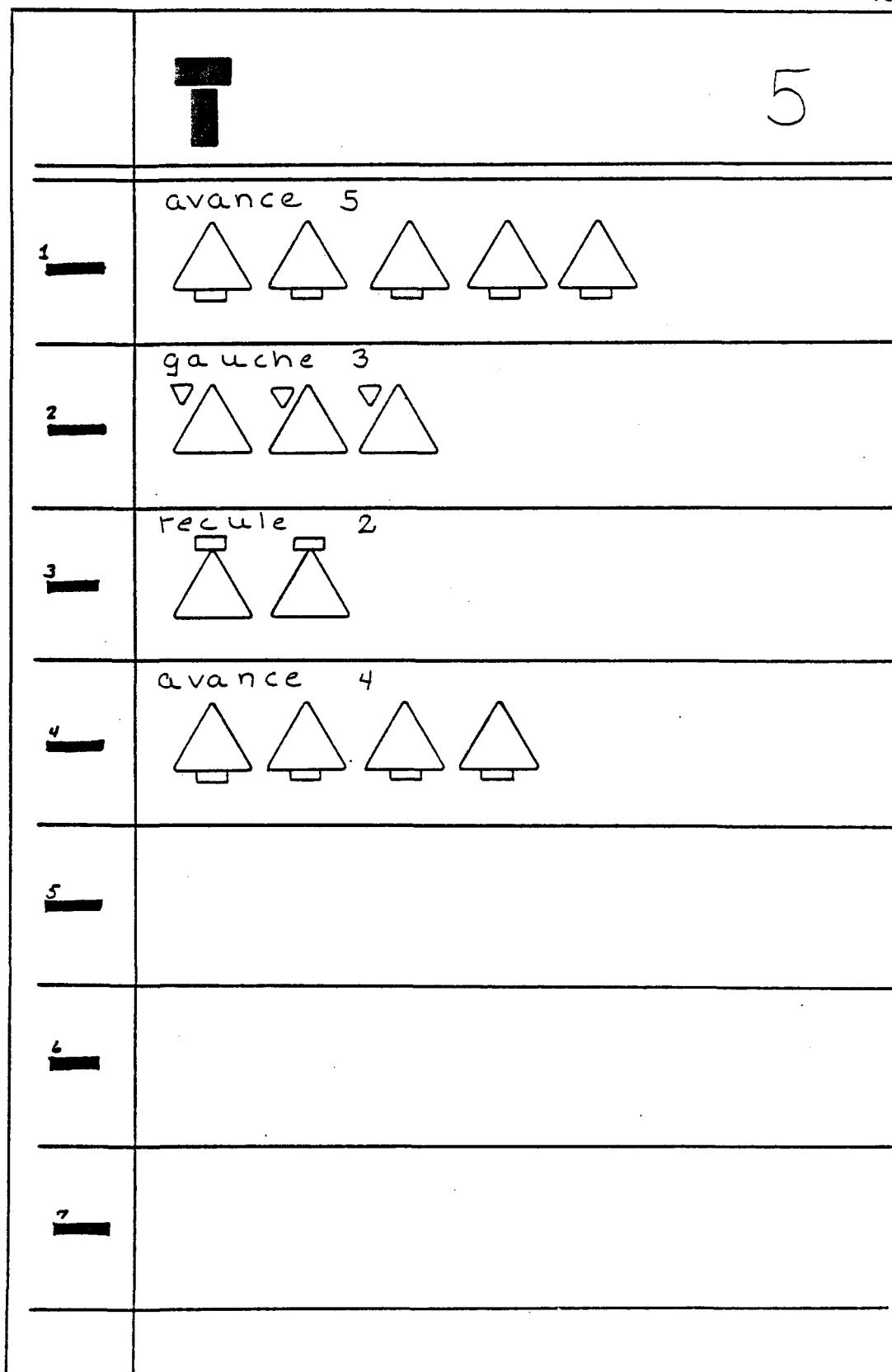
1.vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir

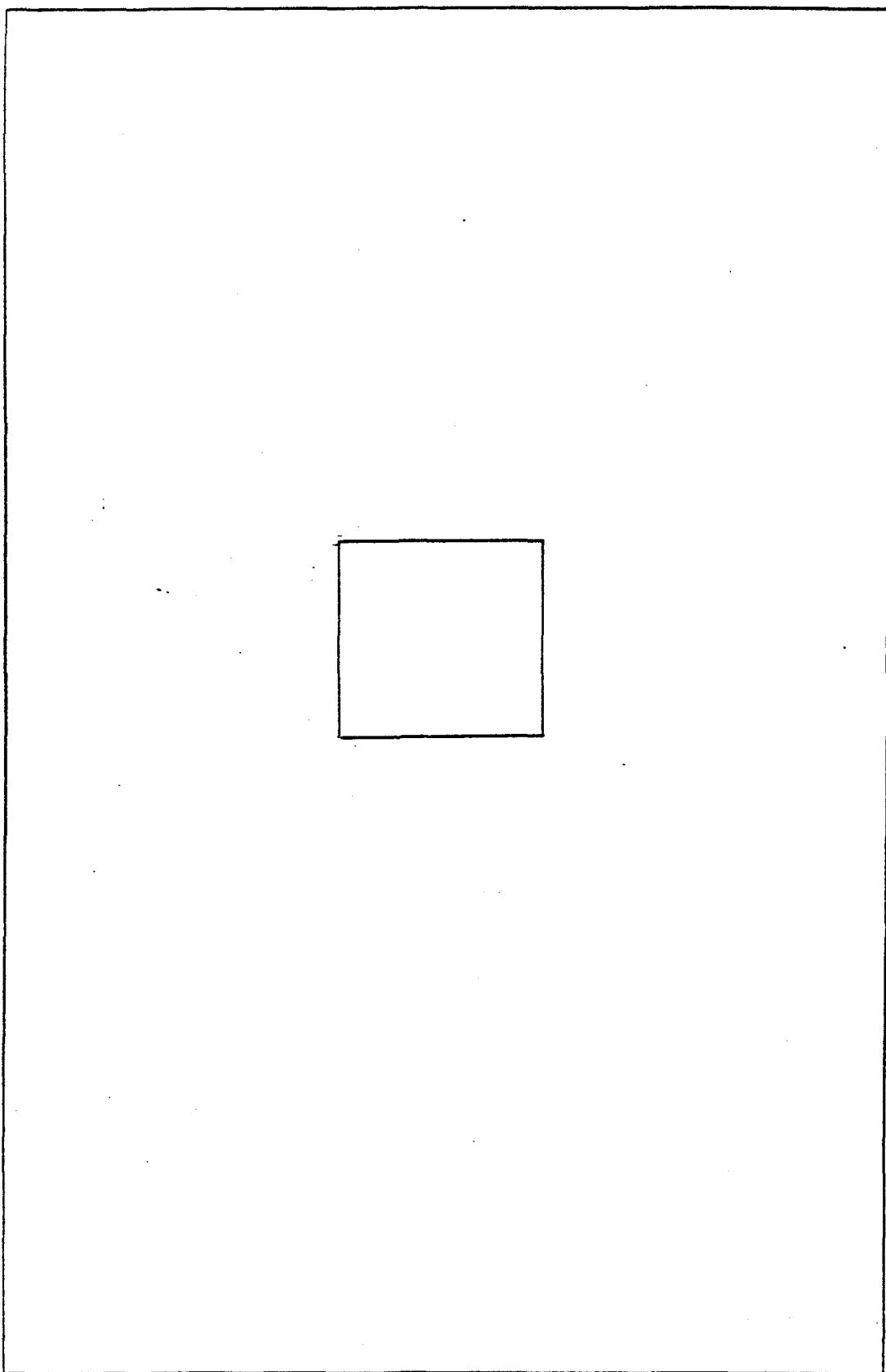




1.vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir

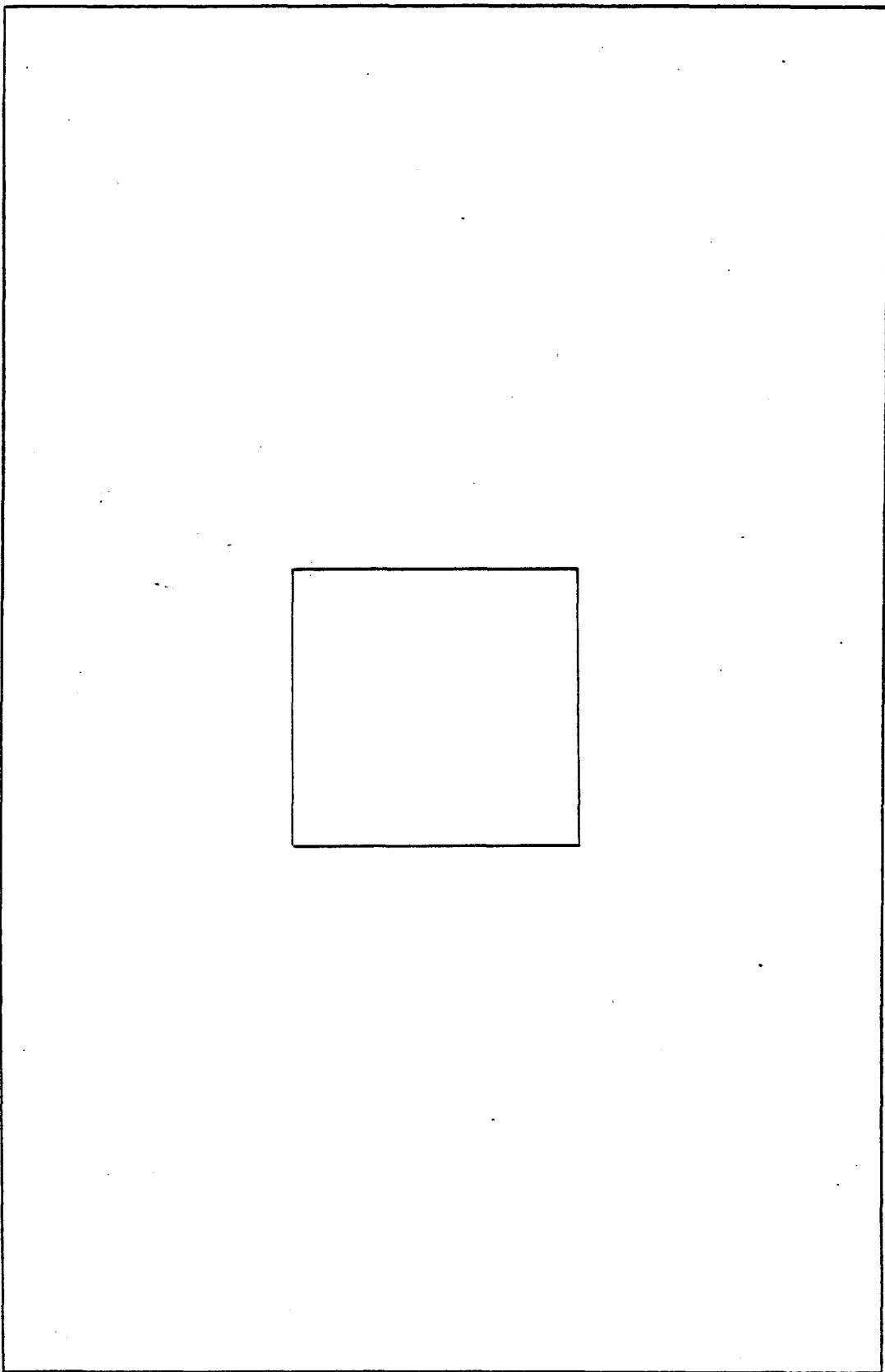


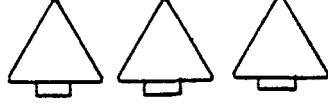
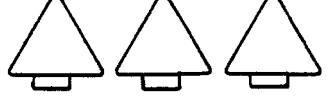
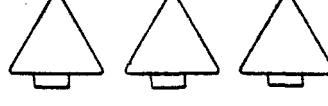
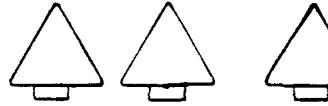




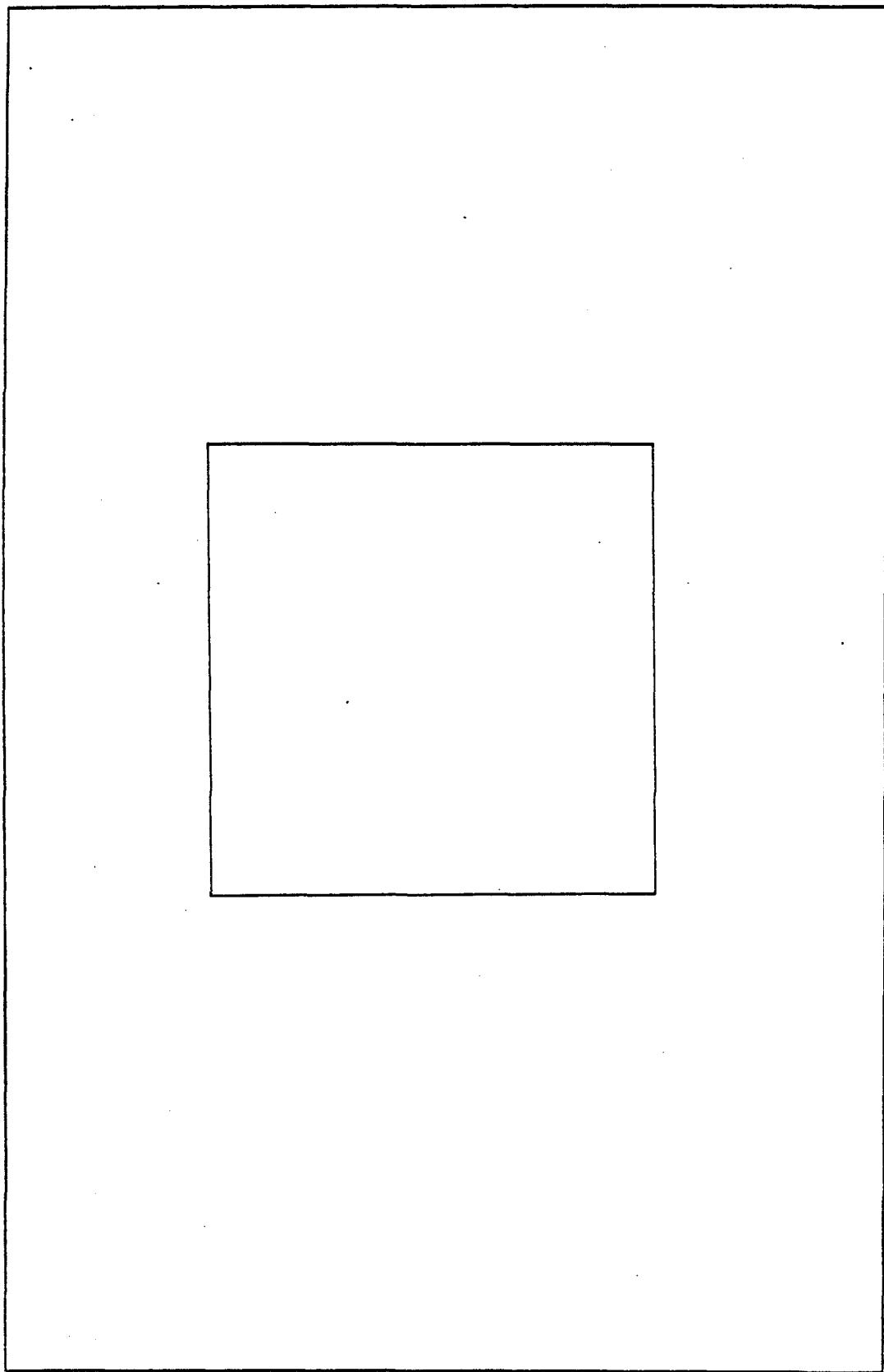
		carré	2
1		avance 2	
2		gauche 3	
3		avance 2	
4		gauche 3	
5		avance 2	
6		gauche 3	
7		avance 2	

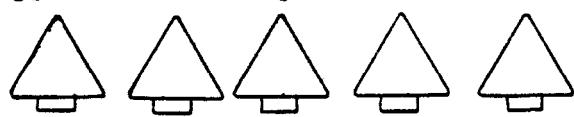
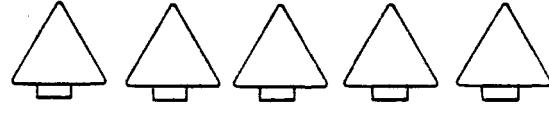
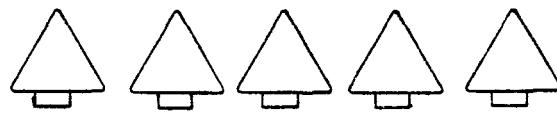
1.vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir



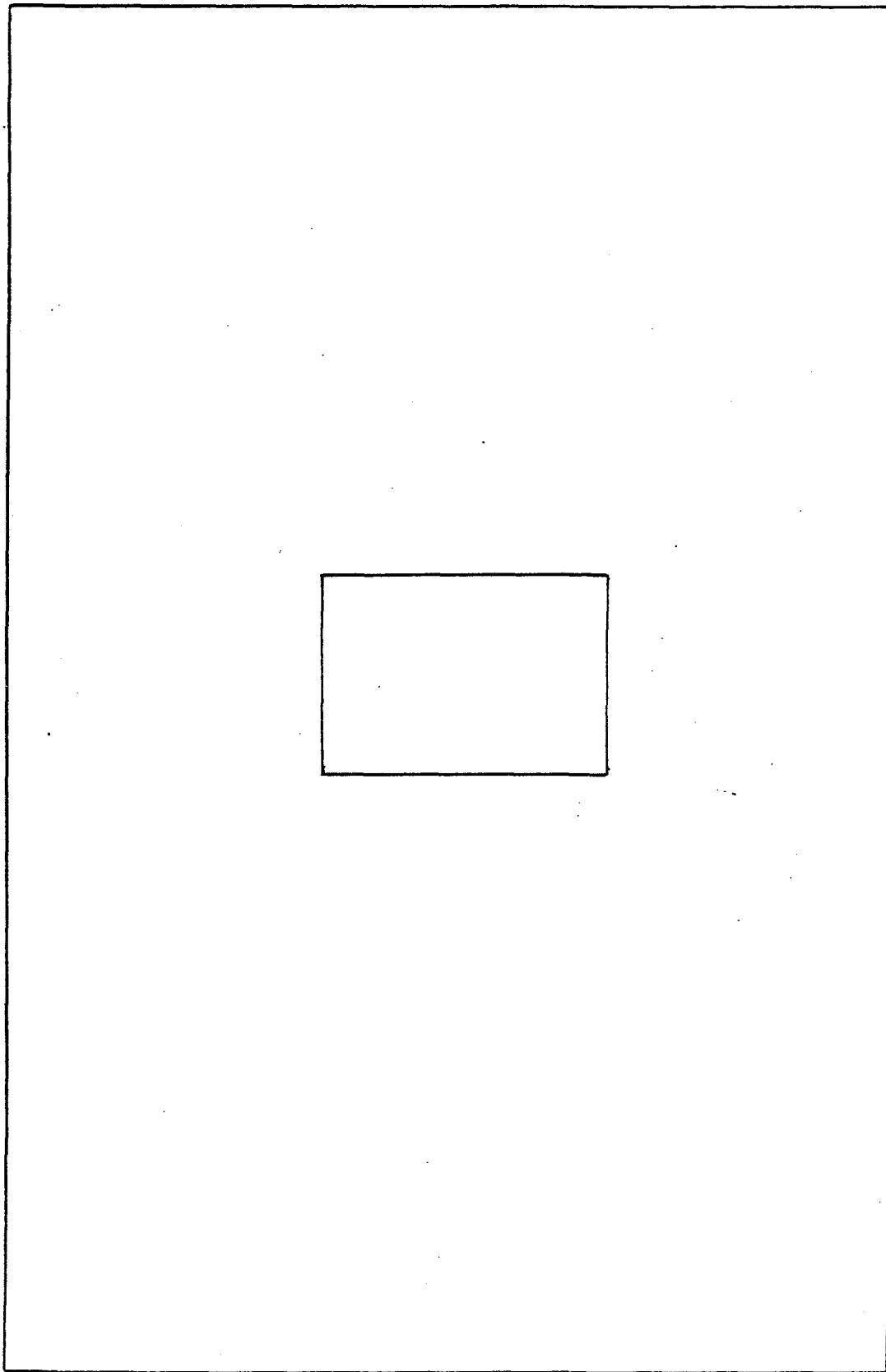
		Carré	3
1		avance	3
			
2		droite	3
			
3		avance	3
			
4		droite	3
			
5		avance	3
			
6		droite	3
			
7		avance	3
			

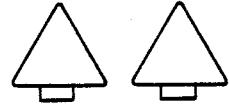
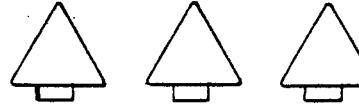
..vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir

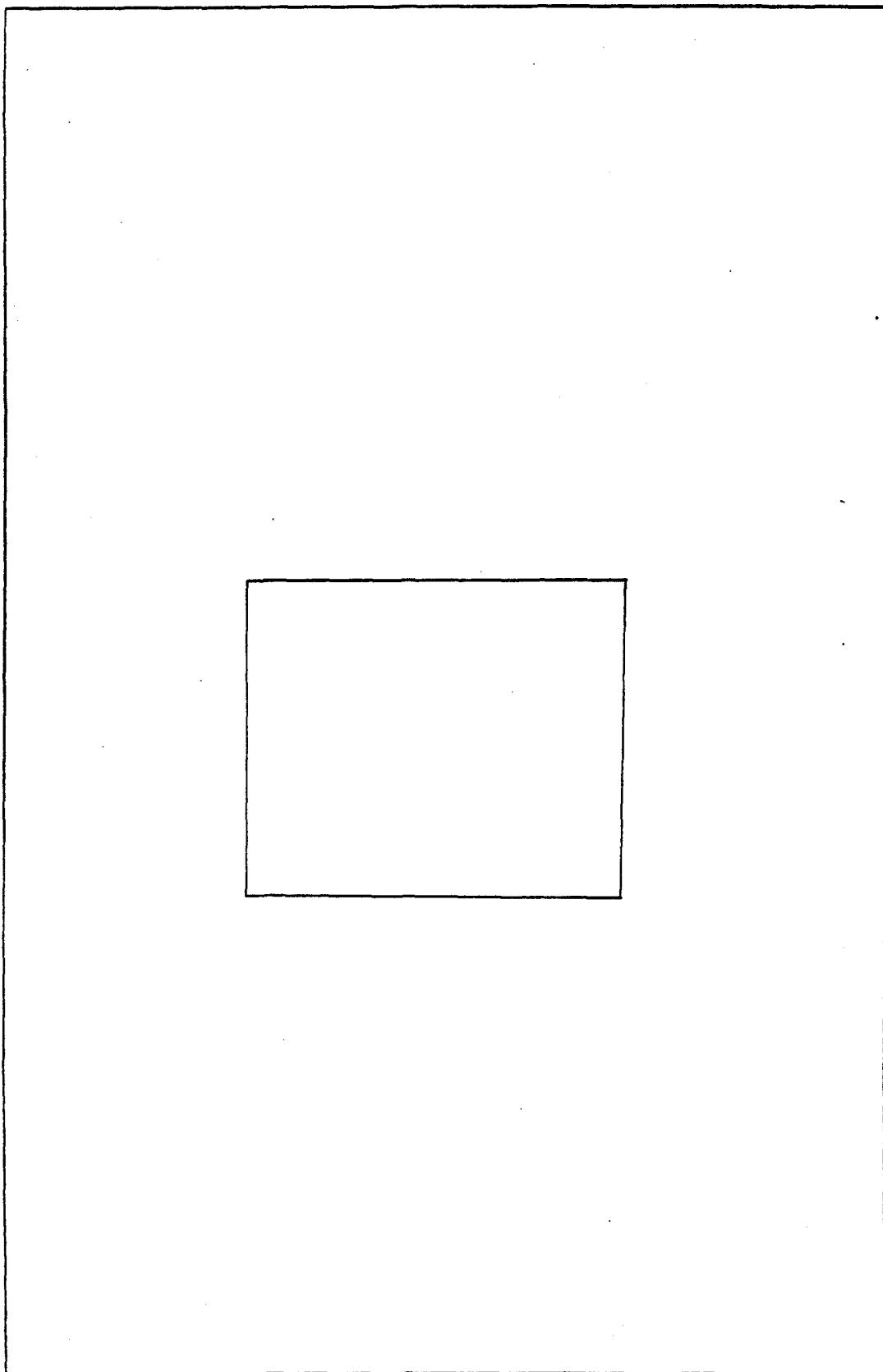


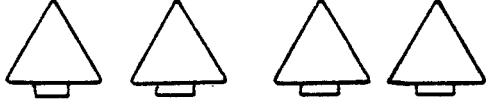
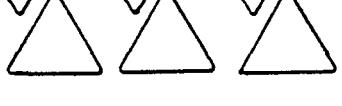
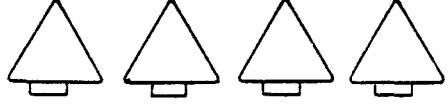
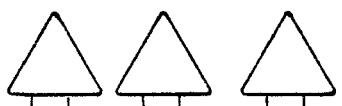
	Carré 5	
1	avance 5	
2	droite 3	
3	avance 5	
4	droite 3	
5	avance 5	
6	droite 3	
7	avance 5	

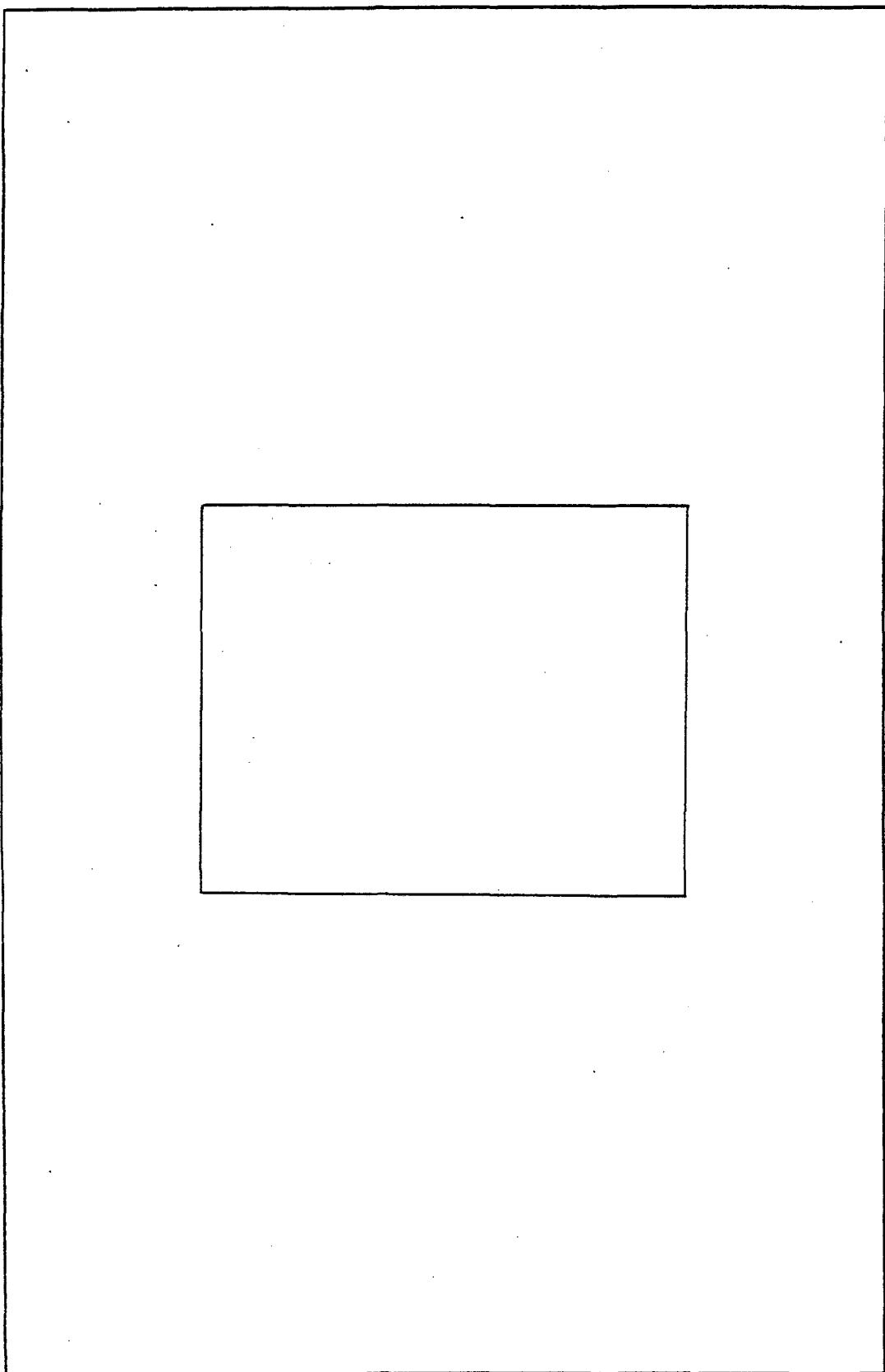
1.vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir

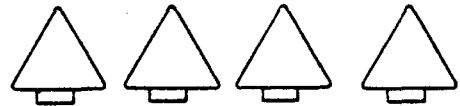
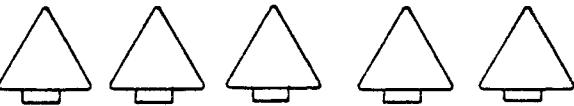
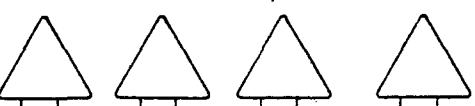


	rectangle	3
1	avance 3	
2	droite 3	
3	avance 2	
4	droite 3	
5	avance 3	
6	droite 3	
7	avance 2	

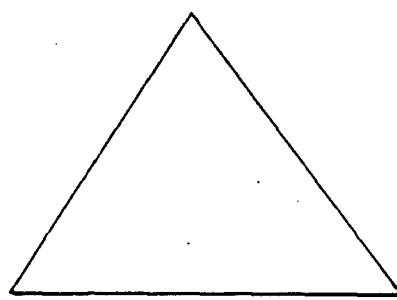


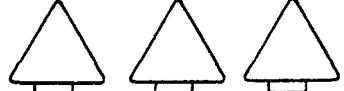
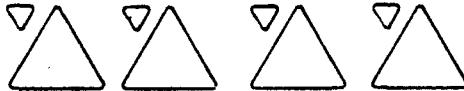
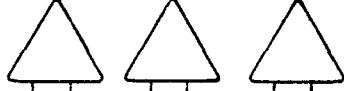
	rectangle	4
1	avance 4	
2	gauche 3	
3	avance 3	
4	gauche 3	
5	avance 4	
6	gauche 3	
7	avance 3	

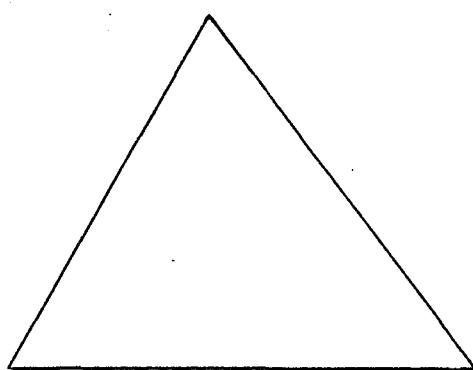


	rectangle 5
1	avance 5 
2	gauche 3 
3	avance 4 
4	gauche 3 
5	avance 5 
6	gauche 3 
7	avance 4 

1.vert 2.rouge 3.brun 4.bleu 5.jaune 6.violet 7.noir



	Triangle 3	
1	gauche 1	
2	avance 3	
3	gauche 4	
4	avance 3	
5	gauche 4	
6	avance 3	
7		



Triangle

4

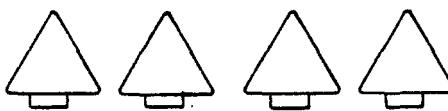
droite 1

1



avance 4

2



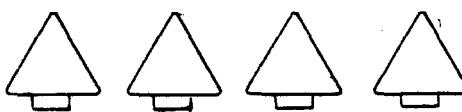
droite 4

3



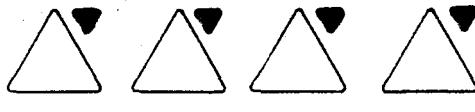
avance 4

4



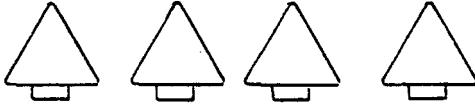
droite 4

5

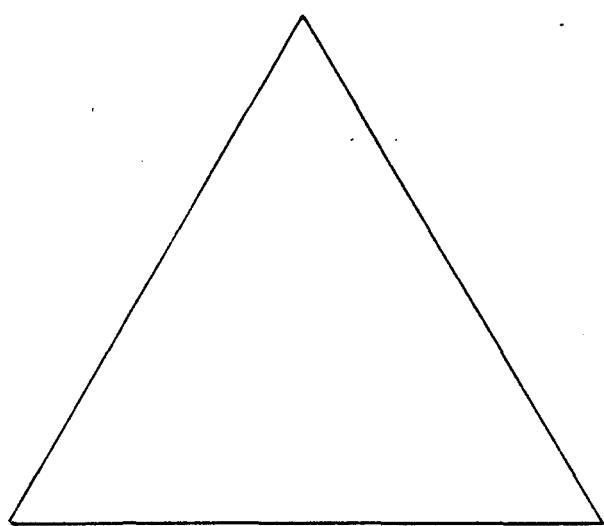


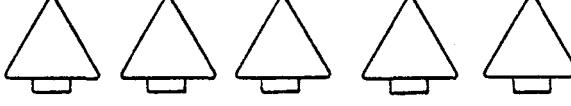
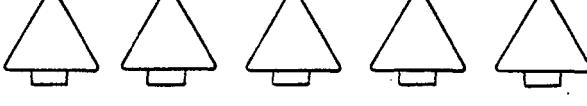
avance 4

6



7



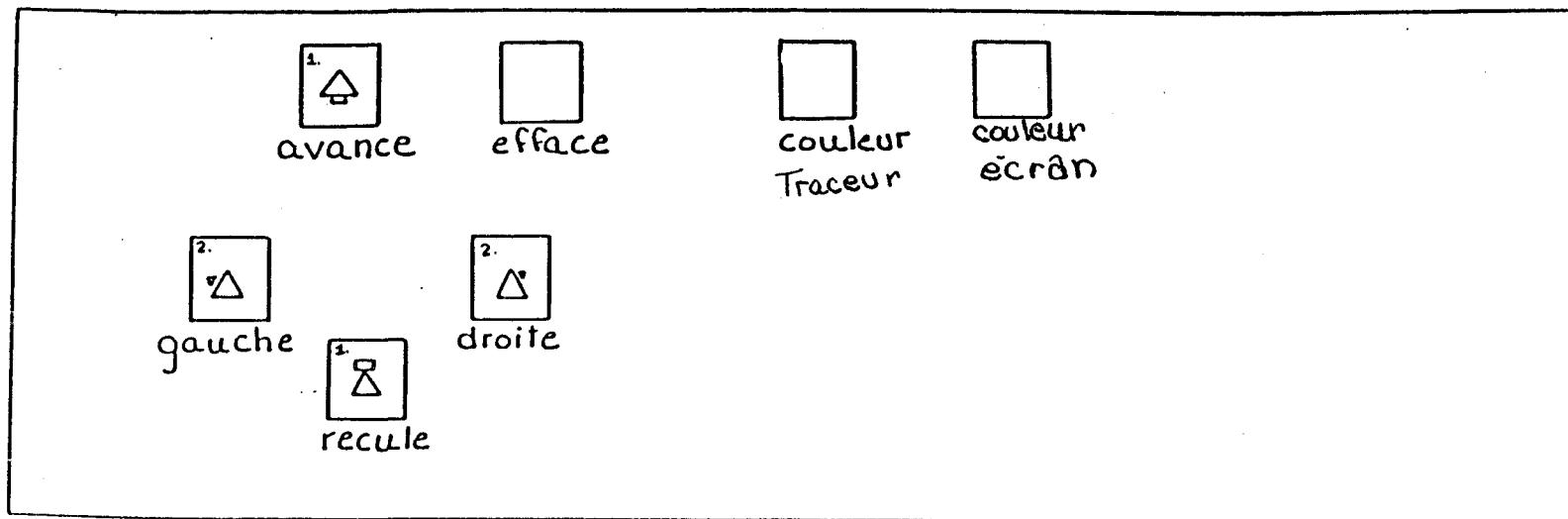
	Triangle 5	
1	gauche 1	
2	avance 5	
3	gauche 4	
4	avance 5	
5	gauche 4	
6	avance 5	
7		

MATÉRIEL DIDACTIQUE

NO 3

2. LE CLAVIER

LE CLAVIER



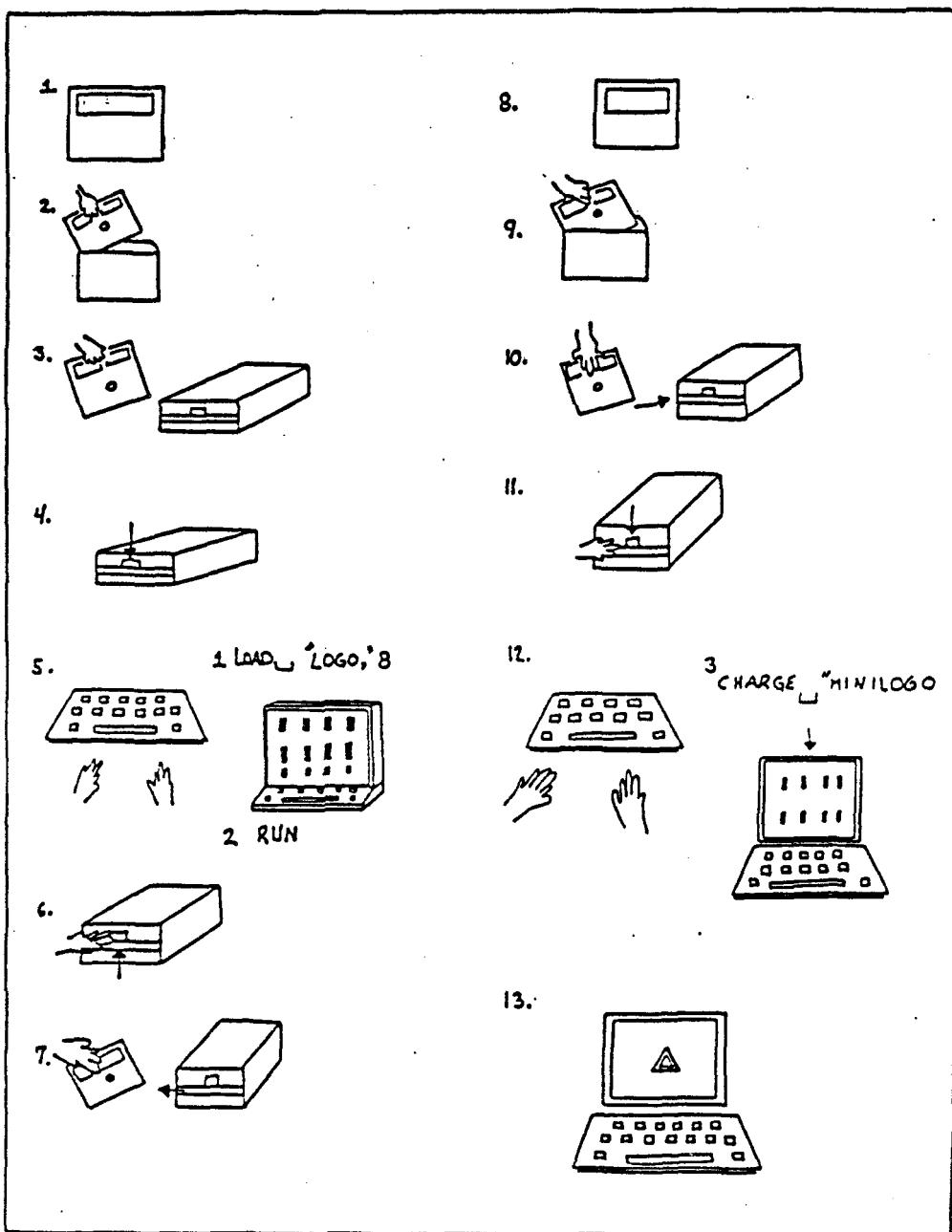
1. rouge

2. bleu

3. MODE D'UTILISATION

DU MICRO-ORDINATEUR

MODE D'UTILISATION DU MICRO-ORDINATEUR



4. CARTON DES NOMBRES

CARTON DES NOMBRES

	1 
 	2 
  	3 
   	4 
    	5 
     	6 
      	7 
       	8 
        	9 
         	10 

APPENDICE D

Les grilles d'observation

OBSERVATIONS JOURNALIÈRES DU TRAVAILEFFECTUÉ EN LOGO

NOM: _____

I. Marériel didactique NO: 1

Semaine: _____ Durée (t): _____

Date	Durée	Type d'activité	Contact initial	Utilise avec aide	Utilise indépendamment avec aisance

M.D. No 1: Introduction à l'appareil.

M.D. No 2: Introduction aux primitives.

M.D. No 3: Approfondissement des primitives.

M.D. No 4: Réalisation d'un programme.

OBSERVATIONS JOURNALIÈRES DU TRAVAIL
EFFECTUÉ EN LOGO

Nom: _____

Durée: (t): _____

TYPE D'ACTIVITÉ									
M.D.	Date	Durée	Figure	Essai	Difficulté(s)	Planification/ Résolution	C.I.	U.A.	U.I.

M.D. No 1: Introduction à l'appareil.
 M.D. No 2: Introduction aux primitives.
 M.D. No 3: Approfondissement des primitives.
 M.D. No 4: Réalisation d'un programme.

Nom: _____

8. Réalisations ou projet individuel

Date	Durée	Projet	Procédure	Difficultés	Résolution	Remarques

APPENDICE E

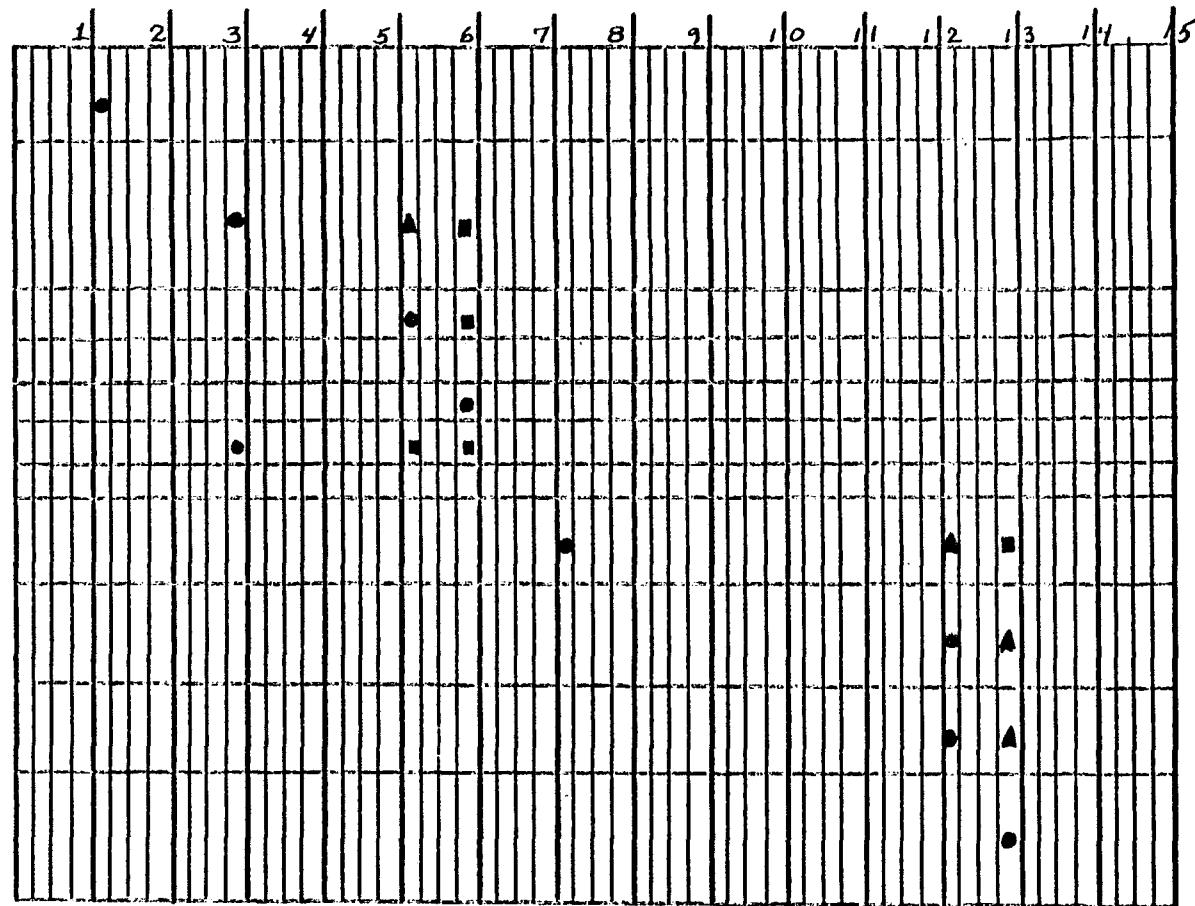
Tableaux: Concepts de programmation

en Petit LOGO pour chaque sujet

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

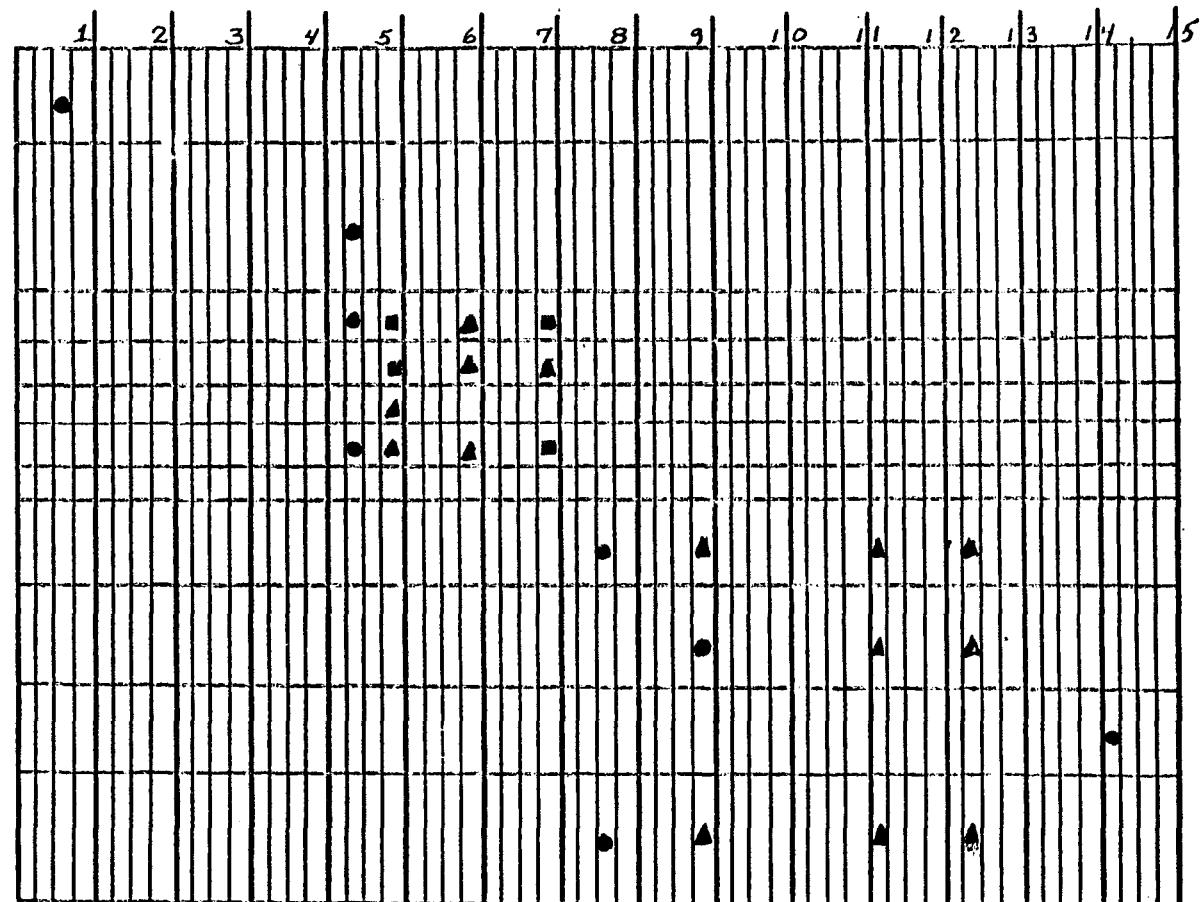
M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
T
O

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME
CORRESPONDANCE (chiffres)
CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

semaine:



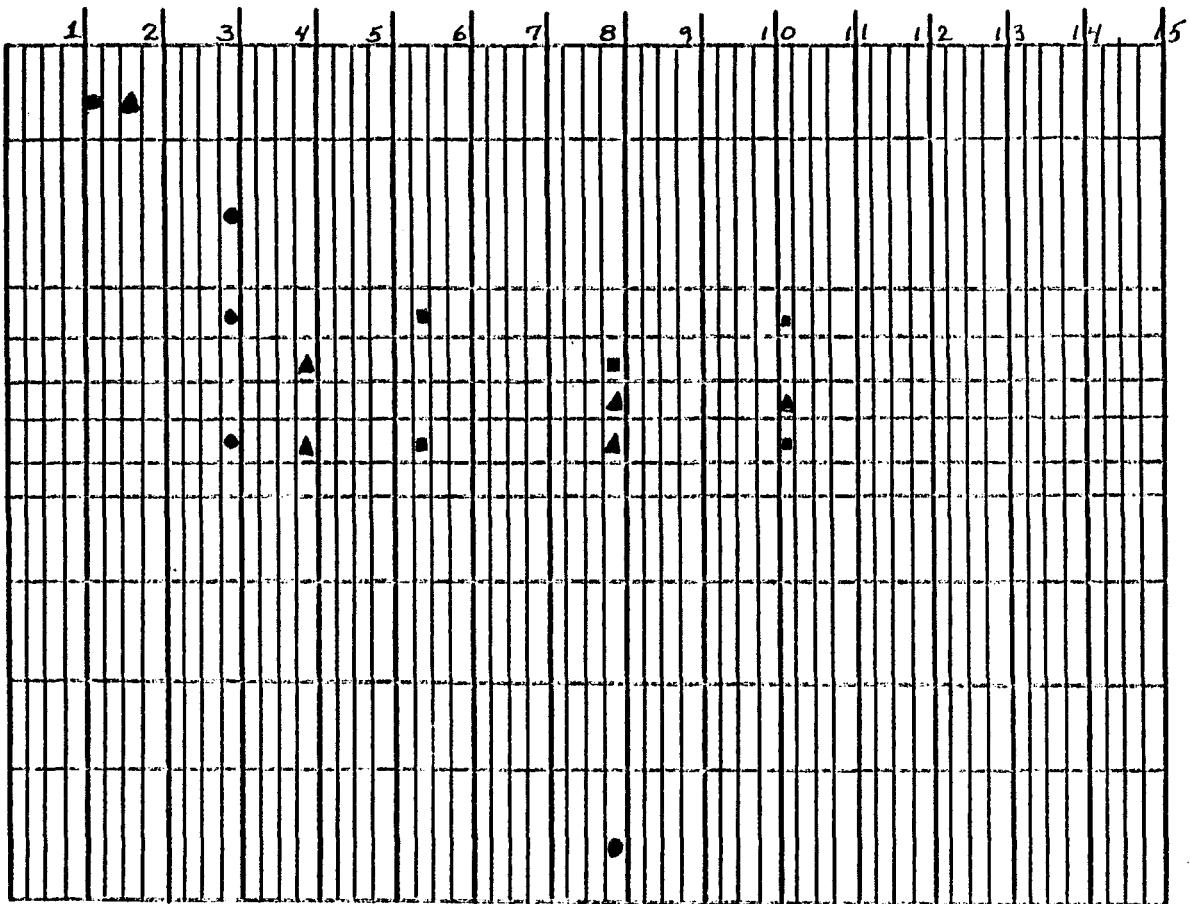
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



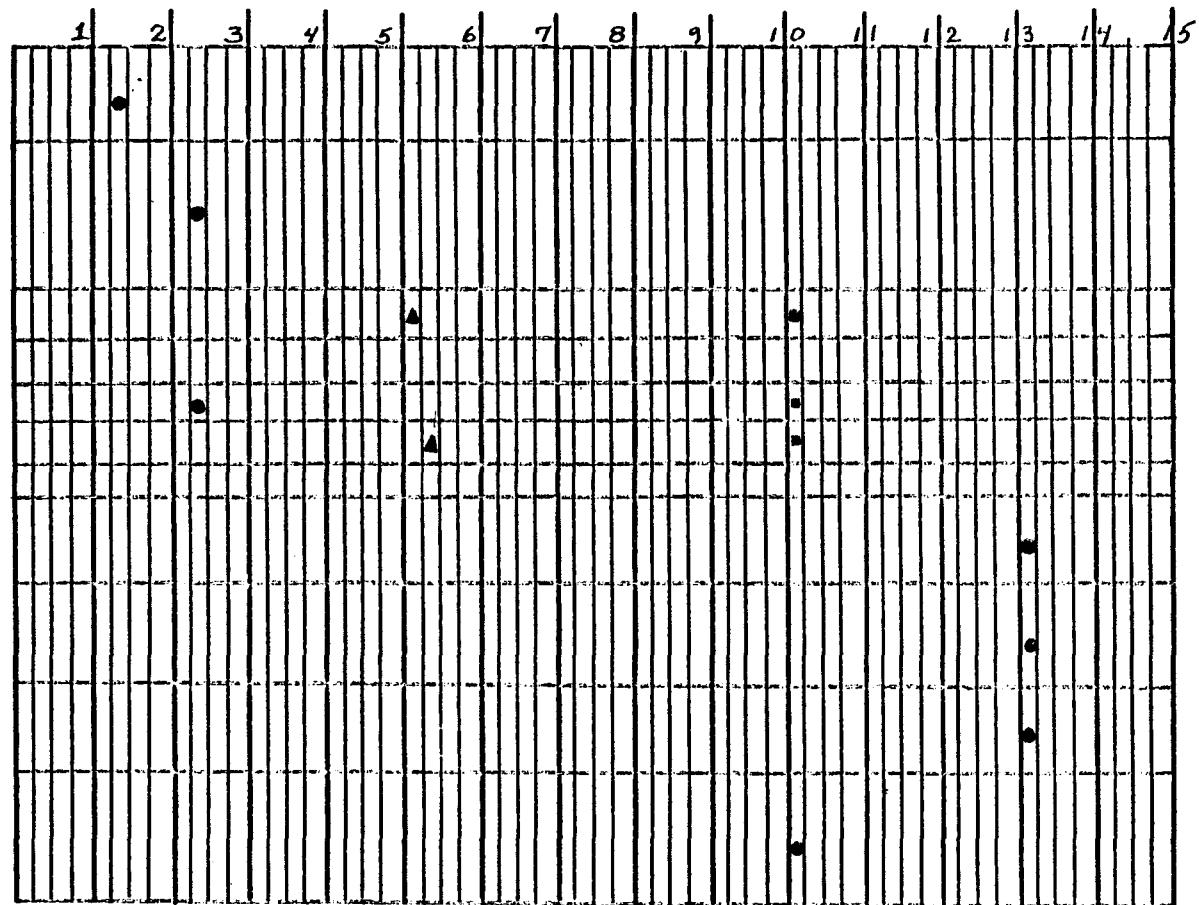
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



4.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

4.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
○

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME
CORRESPONDANCE (chiffres)
CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION EN PETIT LOGO

semaine:

M.D.1 **COMMANDES DE BASE** **(AV, RE, DR, GA)**

M.D.2 LIRE ET REALISER UN PROGRAMME SIMPLE

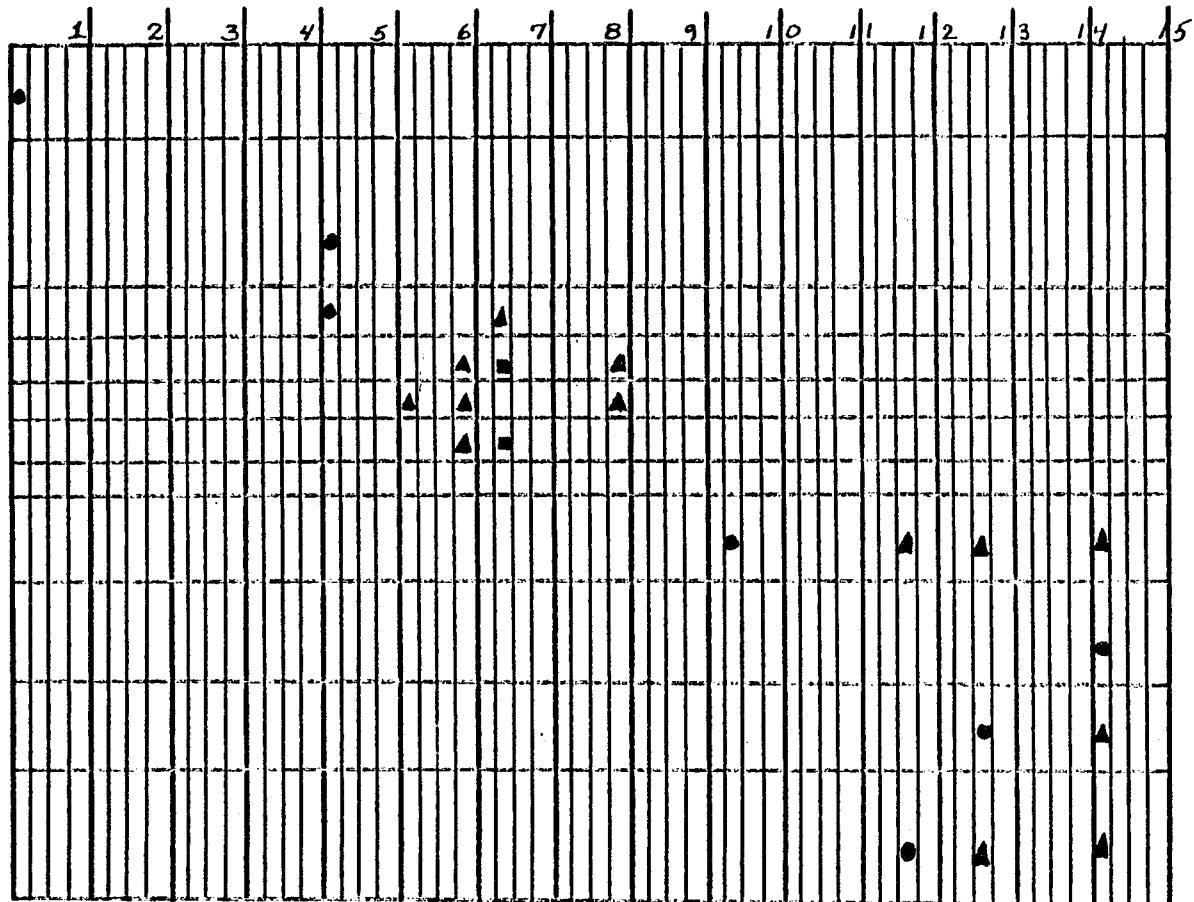
□△□○

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME



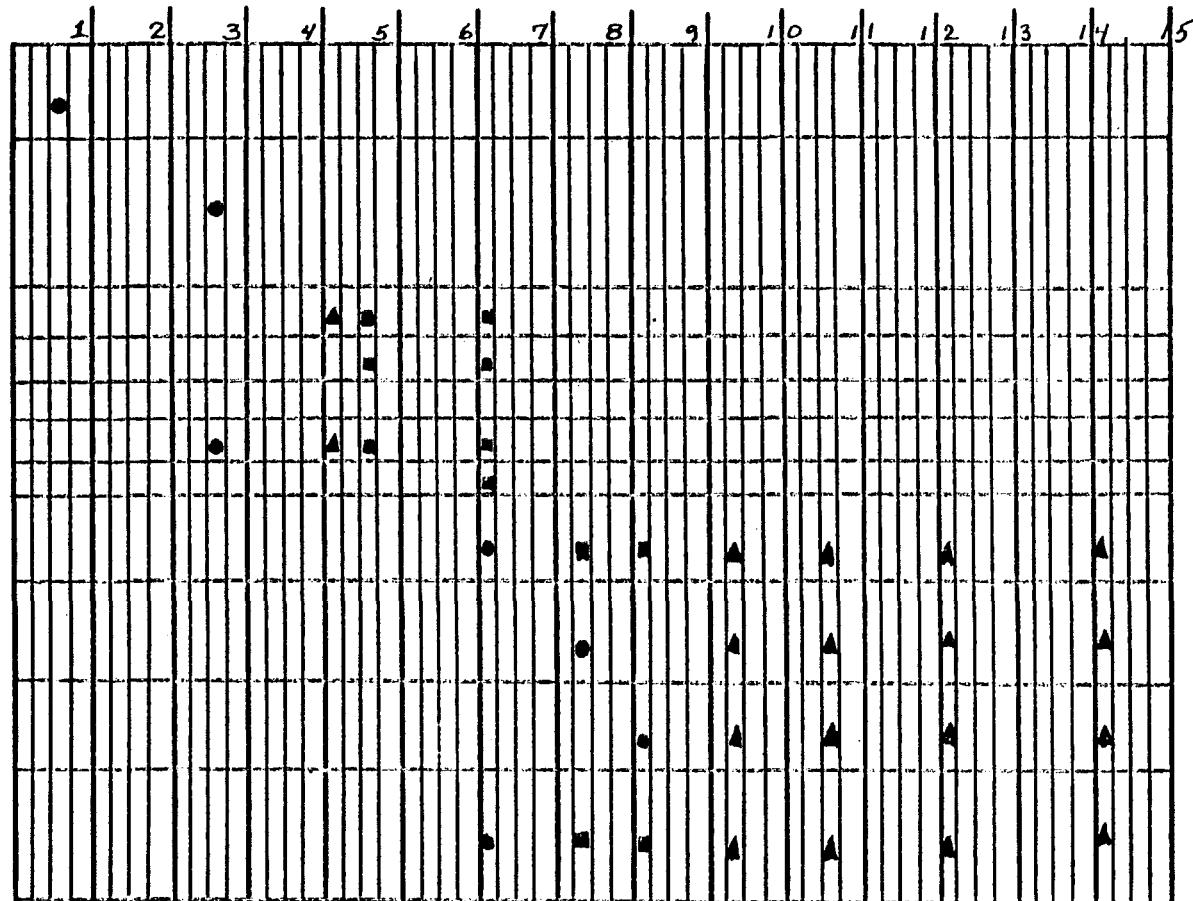
légende :

- prend contact
 - ▲ utilise avec aide
 - utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

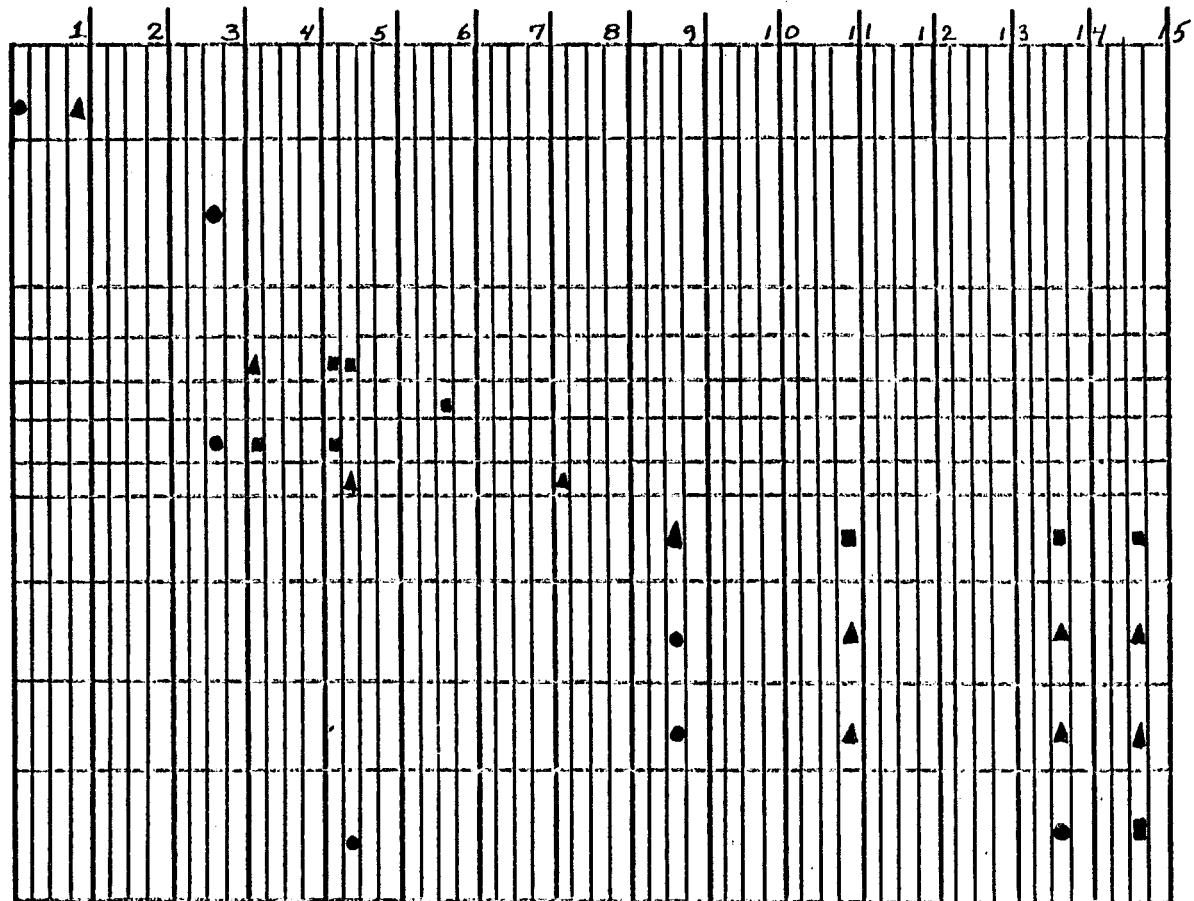
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:

17
ct

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

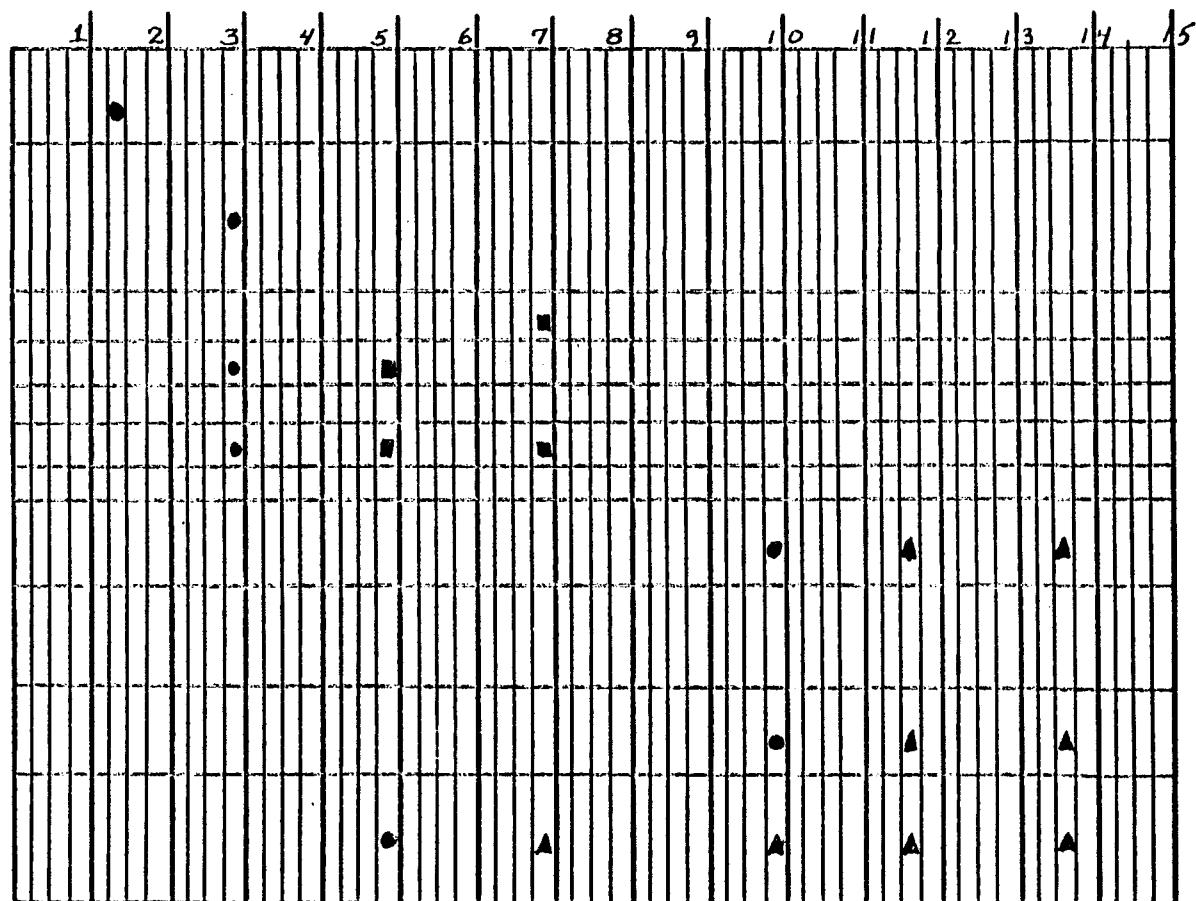
□
△
□
T
O

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME
CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

semaine:



176

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

NO:08

CONCEPTS DE PROGRAMMATION EN PETIT LOGO

semaine:

M.D.1 COMMANDES DE BASE (AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER UN PROGRAMME SIMPLE

□△□□○

M.D. 3 ECRIRE UN PROGRAMME

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

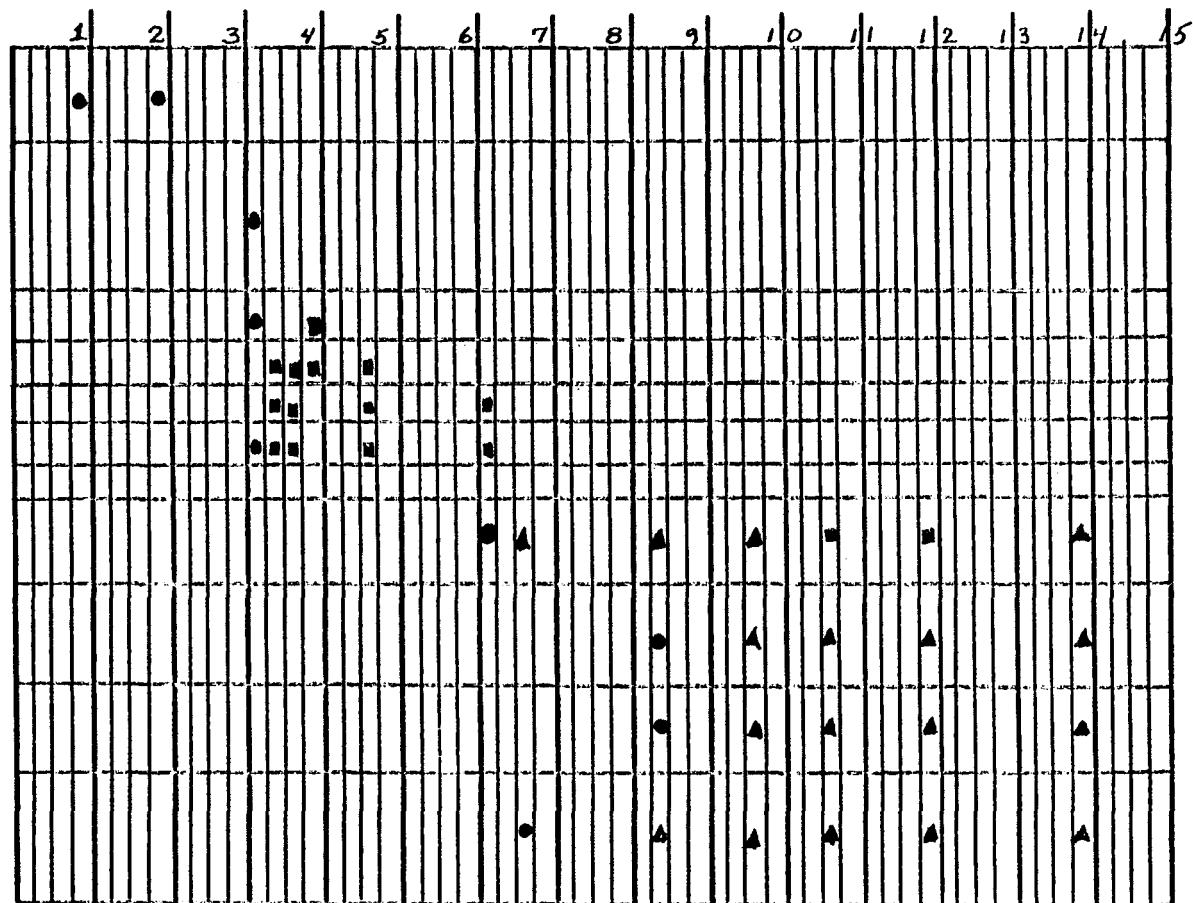
légende :

- premier contact
 - ▲ utilise avec aide
 - utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

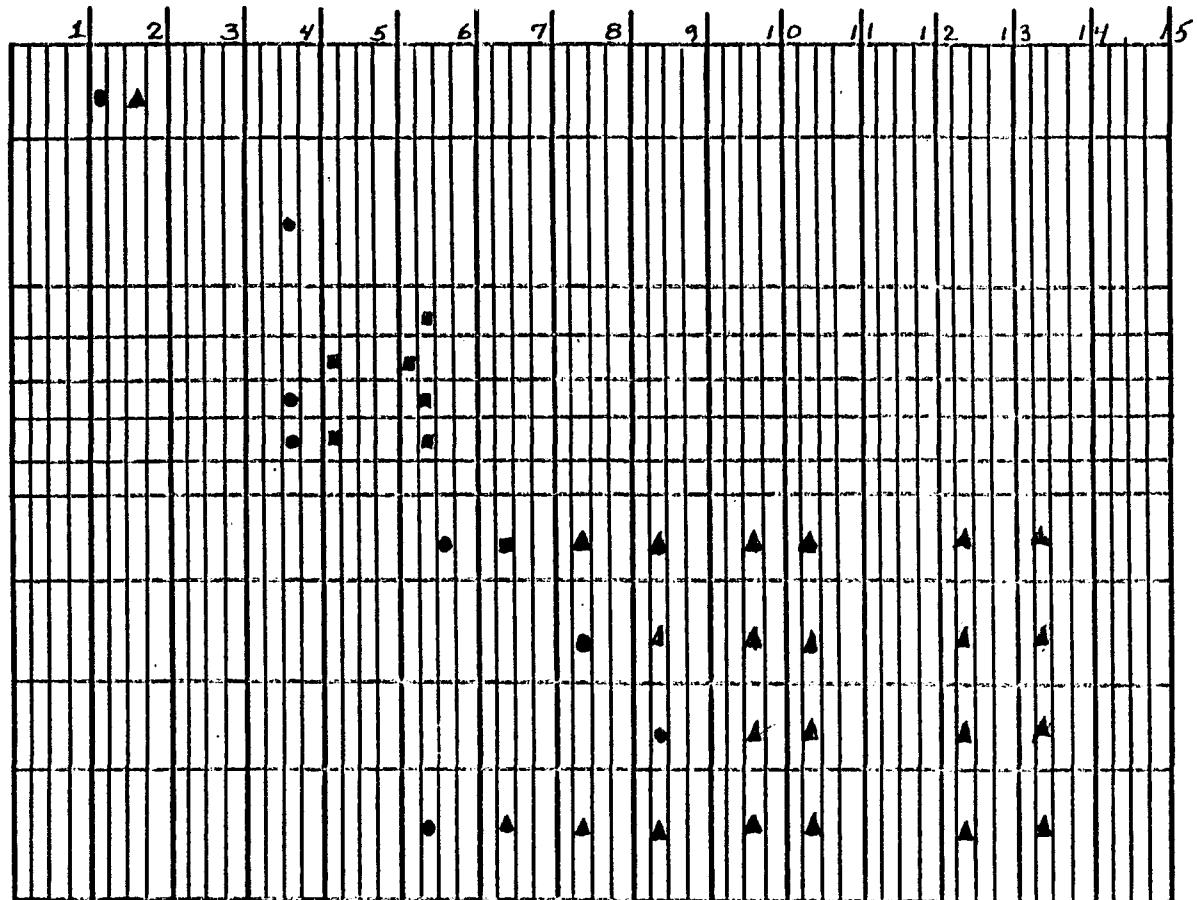
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



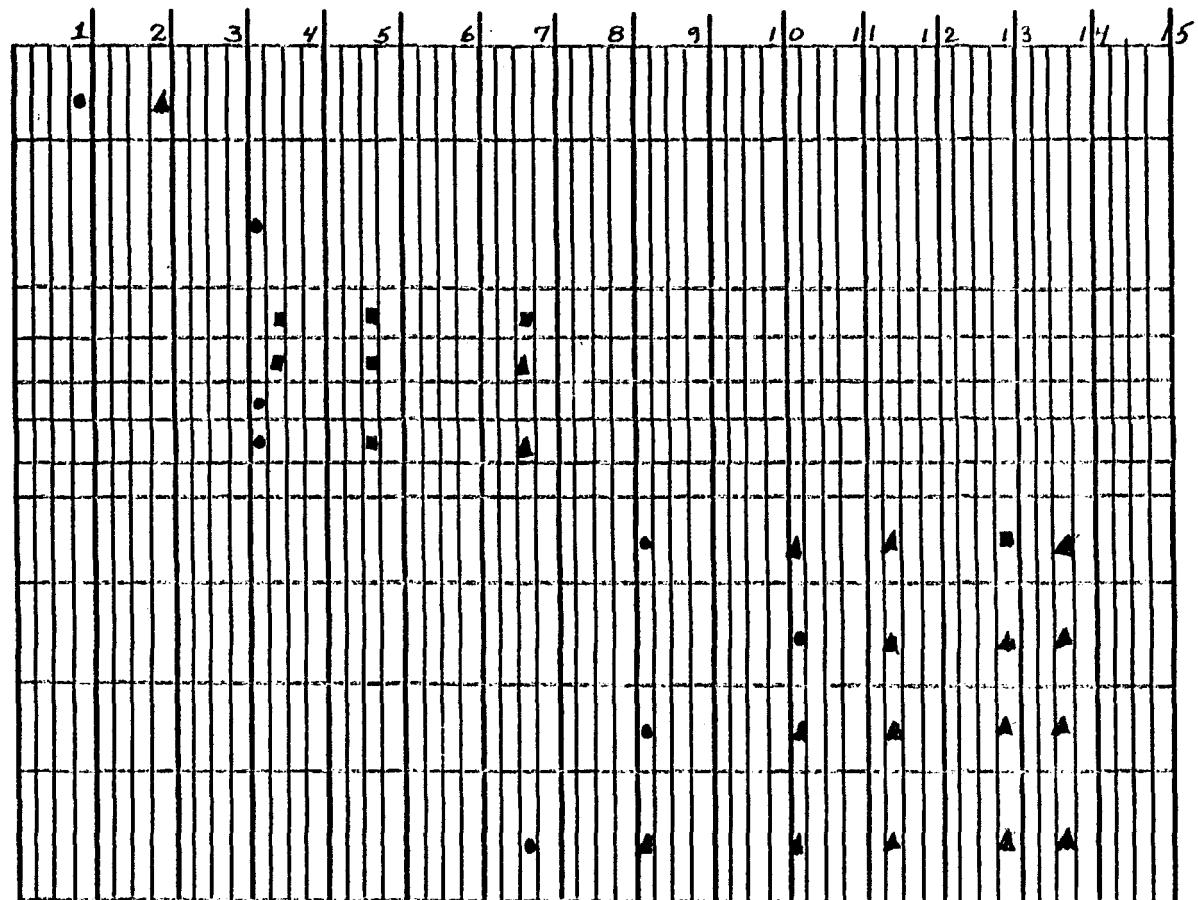
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□

△

□

TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

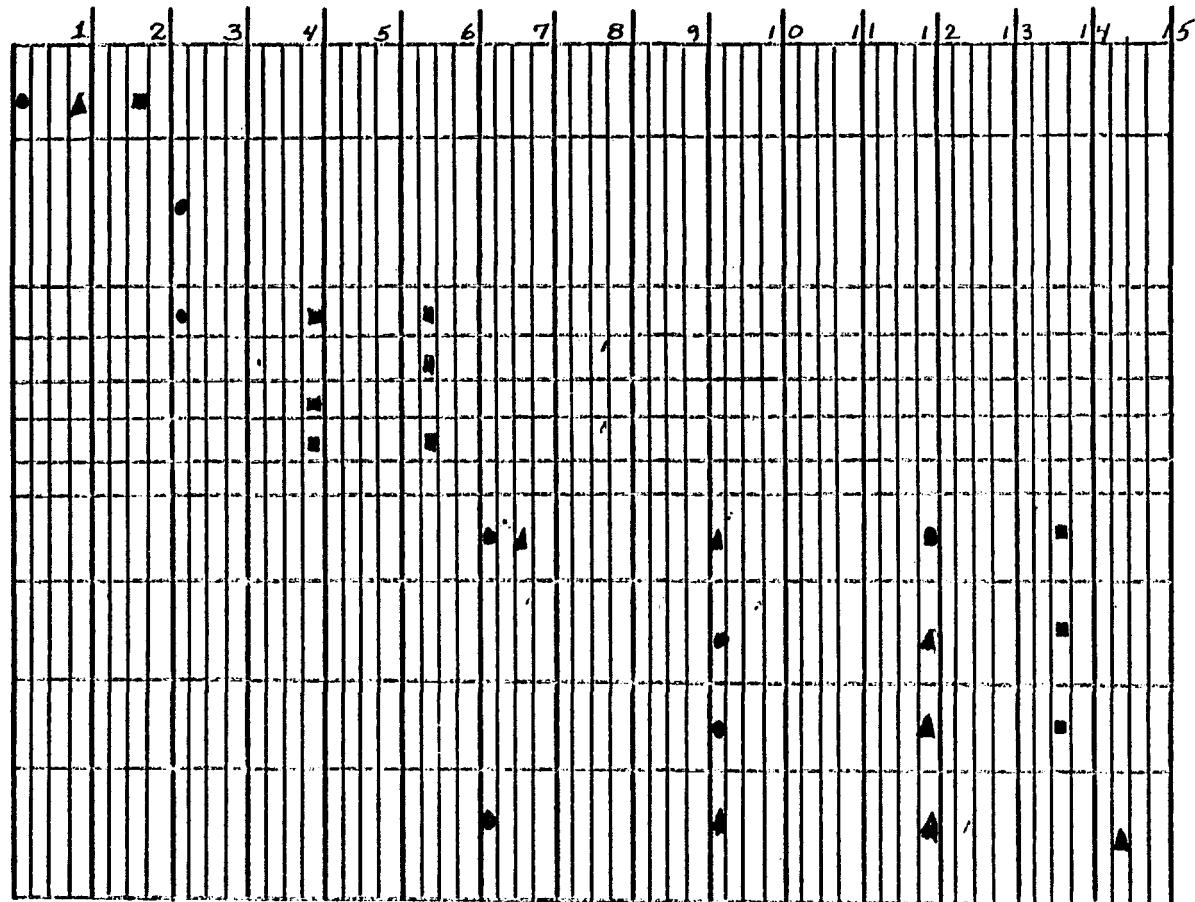
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



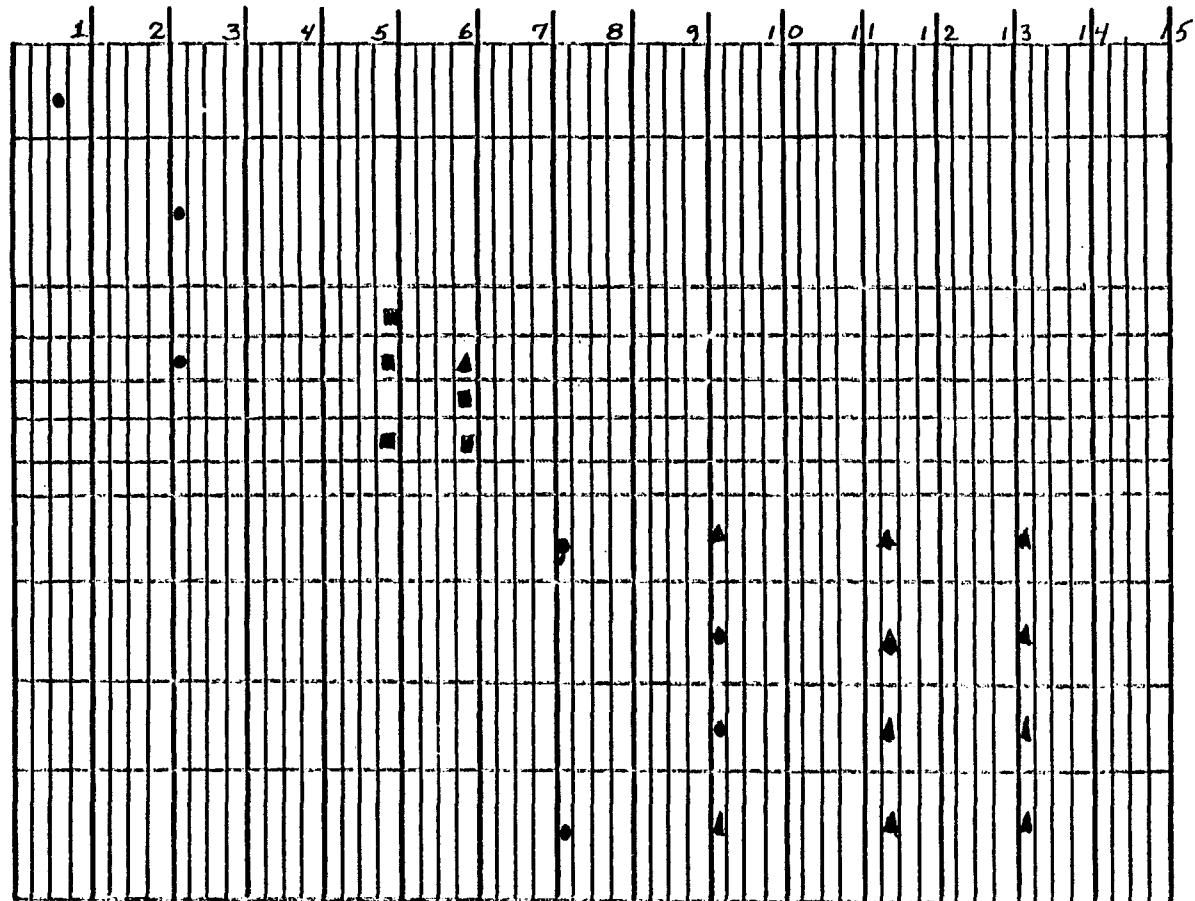
légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



I.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

I.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION EN PETIT LOGO

semaine;

4.D.1 COMMANDES DE BASE (AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER UN PROGRAMME SIMPLE

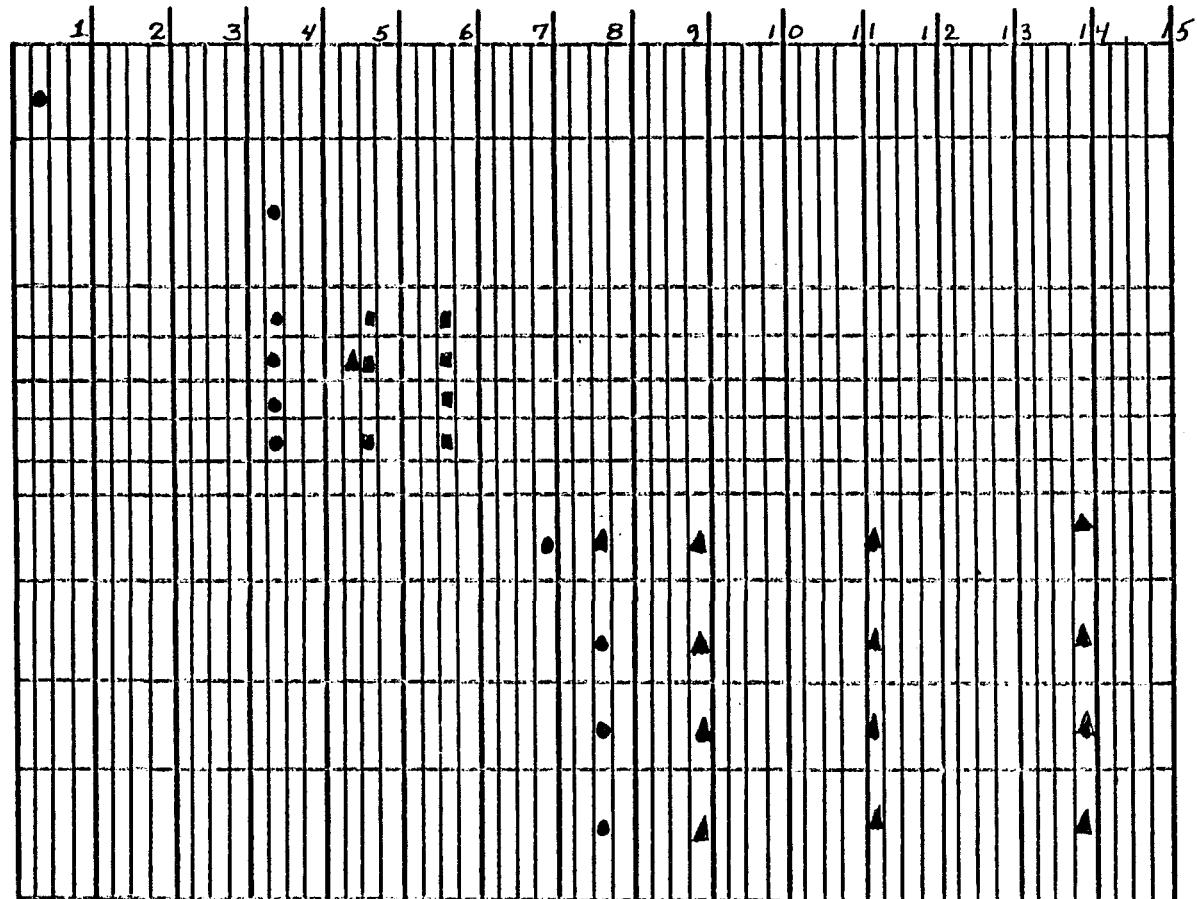
□△□○

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME



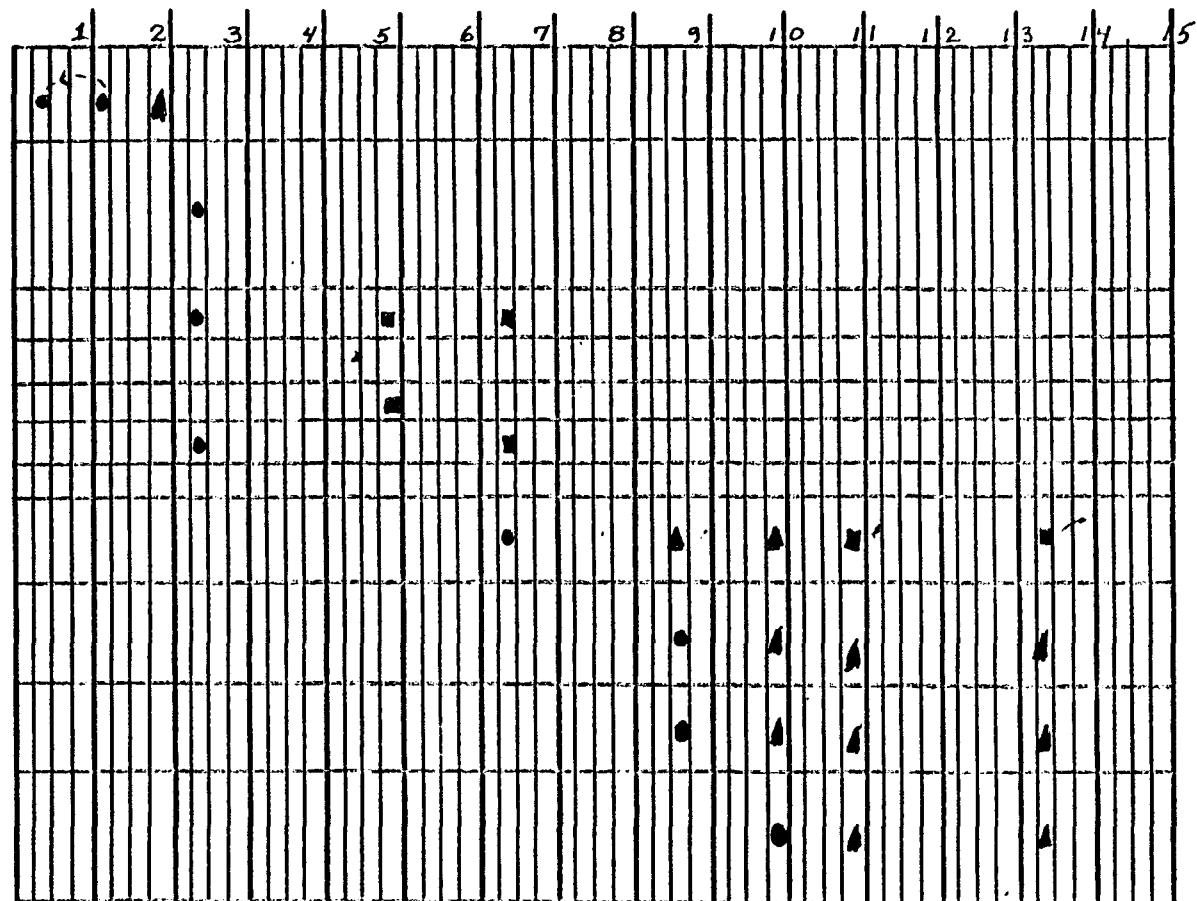
légende :

- premier contact
 - ▲ utilise avec aide
 - utilise seul, indépendamment.

CONCEPTS DE PROGRAMMATION

EN PETIT LOGO

semaine:



M.D.1 COMMANDES DE BASE
(AV, RE, DR, GA)

M.D.2 LIRE ET REALISER
UN PROGRAMME SIMPLE

□
△
□
TO

M.D.3 ECRIRE UN PROGRAMME

CORRESPONDANCE (chiffres)

CORRESPONDANCE (noms)

RÉALISATION D'UN PROGRAMME

légende:

- premier contact
- ▲ utilise avec aide
- utilise seul, indépendamment.

APPENDICE F

Style de travail, type de relations

interpersonnelles et communication

STYLE DE TRAVAIL, TYPE DE RELATIONS
INTERPERSONNELLES EN COMMUNICATION

Style de travail:

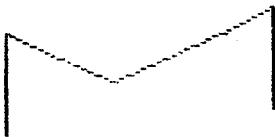
1. Tente de résoudre par lui-même ses problèmes.
2. Requiert de l'aide: régulièrement — occasionnellement — rarement —
3. Abandonne facilement.
4. Saute d'une activité à une autre.
5. Se motive lui-même.
6. Cherche l'aide du professeur.
7. Cherche l'aide de la classe.
8. Change facilement de buts lorsque de nouvelles idées se présentent.
9. Avance ses idées de projet.
10. Développe ses idées.
11. Montre son travail à la classe.
12. Montre de l'intérêt au travail des autres dans la classe.
13. Aide les autres.
14. Demande de l'aide aux autres.
15. Utilise les idées des autres.
16. Collabore avec les autres.
17. Autres.

Communication:

1. Parle clairement de son travail avec les autres.
2. Parle clairement de son travail avec le professeur.
3. Parle de stratégies pour résoudre des problèmes.
4. Utilise la technologie de l'informatique lorsqu'il parle du travail en LOGO.
5. Utilise la technologie de l'informatique dans des activités non informatisées.

APPENDICE G

Les réalisations individuelles



NO : 00

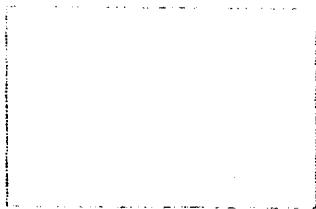
188

TITRE: LETTRE "M"



NO : 00

TITRE: CARRE



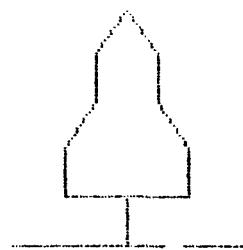
NO: 00

TITRE: RECTANGLE

—
|
|

NO : 00

TITRE: LETTRE "T"



NO: 01

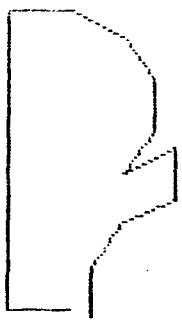
TITRE: ARBRE

192



NO: 01

TITRE: COEUR



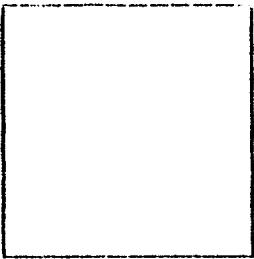
NO: 01

TITRE: MAIN DE CALINOURS



NO: 03

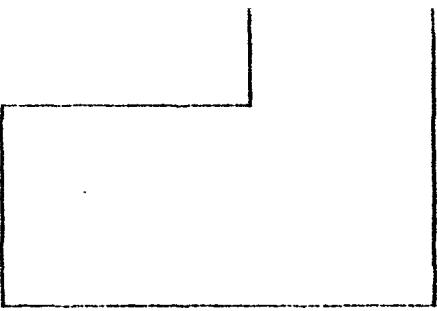
TITRE: CARRE



NO : 04

TITRE: CARRE

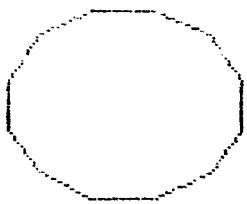
961



NO: 04

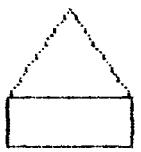
TITRE: CAMION

197



NO: 04

TITRE: CERCLE



NO : 04

TITRE: MAISON



NO: 05

TITRE: LETTRE "P"

200

201

NO: 05

TITRE: LETTRE "H"



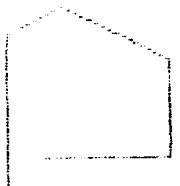
NO : 05

TITRE: LETTRE "F"



NO: 05

TITRE: LETTRE "A"



NO: 05

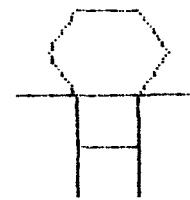
TITRE: LETTRE "D"

204

NO: 05

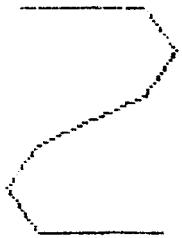
TITRE: ENVELOPPE

205



NO : 05

TITRE: BONHOMME



NO: 05

TITRE: LETTRE "S"

- MÉTHODE

NO : 05

TITRE: LETTRE "M"

NO : 06

TITRE: RECTANGLE

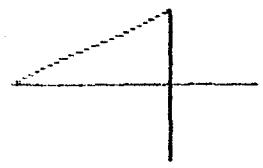
209



NO : 06

TITRE: ROND

210



NO: 06

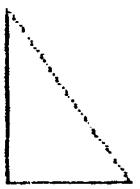
TITRE: CHIFFRE "4"

211

NO : 06

TITRE: LA MAISON

212



NO: 06

TITRE: TRIANGLE



NO: 06

TITRE: RECTANGLE

NO: 06

TITRE: SOLEIL

NO: 07

TITRE: CARRE

NO : 07

TITRE: LETTRE "M"

NO : 07

TITRE: DOS

218

111

NO: 07

TITRE: LETTRE "E"

219

220

NO : 09

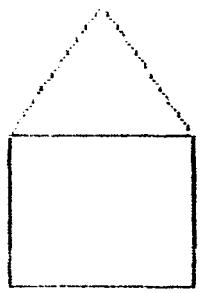
TITRE: RECTANGLE



NO: 09

TITRE: TRIANGLE

221



NO: 09

TITRE: MAISON

222



NO : 09

TITRE: RECTANGLE



NO: 09

TITRE: CARRE

224



NO: 09

TITRE: CHIFFRE "8"

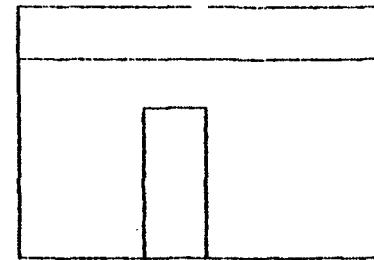
226

NO: 09

TITRE: CERCLE

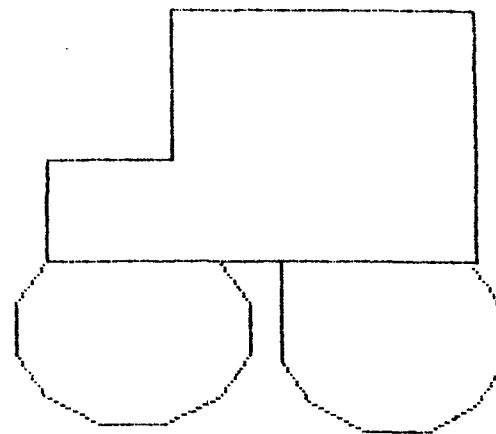
NO : 09

TITRE: ARRET STOP



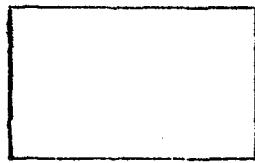
NO: 10

TITRE: MAISON



NO: 10

TITRE: CAMION



NO: 10

TITRE: CARRE



NO: 10

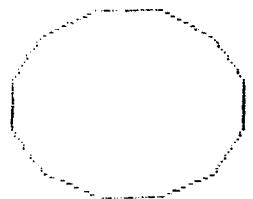
TITRE: PETIT RECTANGLE

232

NO: 10

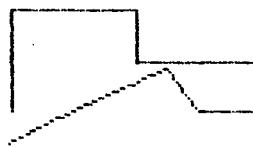
TITRE: PETIT CARRE

232



NO: 11

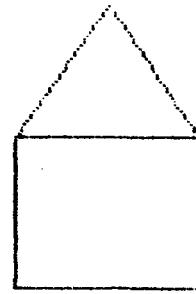
TITRE: CERCLE



NO: 11

234

TITRE: VOITURE ACCIDENTEE



NO: 11

TITRE: MAISON



NO: 11

TITRE: OEUFS CASSE

NO: 11

TITRE: LETTRE "T"

NO: 11

TITRE: LETTRE "H"

239

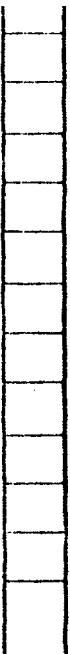
NO: 11

TITRE: MAISON

NO: 12

TITRE: CERCLE

240



NO: 12

TITRE: ECHELLE



NO: 12

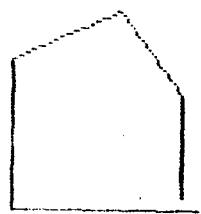
TITRE: PETIT CARRE



NO: 14

TITRE: TRIANGLE D'ORDINATEUR

243



NO: 14

TITRE: MAISON

244



NO: 14

TITRE: COEUR

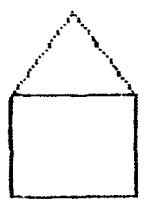
245

ENTER:



NO: 14

TITRE: ROND

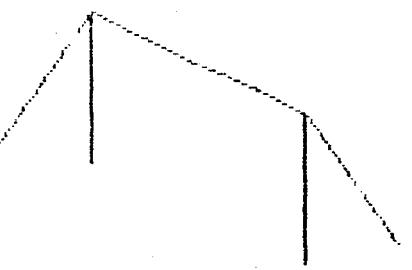


NO: 14

TITRE: MAISON

NO : 14

TITRE: RECTANGLE



NO : 14

TITRE: BALANCOIRE

249

— |

NO: 15

TITRE: LETTRE "T"

250

NO: 15

TITRE: MUR

251

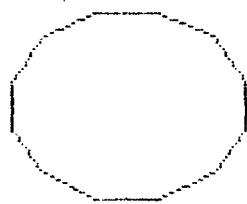
252

NO: 15

TITRE: BOITE

NO: 15

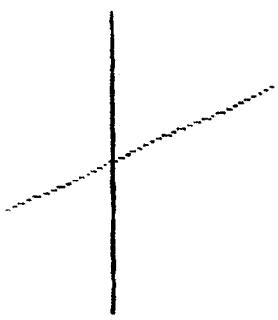
TITRE: PLANCHE



REHTR

NO: 15

TITRE: CERCLE



NO: 15

TITRE: SIGNE "+"

TABLEAUX

Test de différence des moyennes des facteurs
de la pensée divergente

TABLEAU 20

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
au pré-test et au premier post-test

		N	Moyenne		Ecart-type		Degré de liberté	Valeur «t» théorique	Valeur «t» calculée
			Pré-test	Post-test	Pré-test	Post-test			
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	22	27,27	3,74	6,49	22	2,98	3,078**
	Gr.Cont.	15	20,6	31,2	7,46	6,86	27	2,76	4,05**
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	16	19,6	3,29	2,97	27	2,98	3,56**
	Gr.Cont.	15	15,6	20,1	3,99	3,70	27	2,98	3,29**
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	27,3	28,9	8,99	10,2	27	2,14	,529
	Gr.Cont.	15	29	24,4	13,37	5,99	19	2,14	1,26
ELABORATION	Gr.Exp.	15	55,7	36,4	19,26	17,15	27	2,98	4,46**
	Gr.Cont.	15	51,4	55,2	30,49	23,24	26	2,98	,687

* p < 0,05

** p < 0,01

TABLEAU 21

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au premier post-test

		N	Moyenne	Ecart-type	Degré de liberté	Valeur «t»	Niveau de signification
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	27,27	6,49	27	-1,61	0,12
	Gr.Cont.	15	31,2	6,86			
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	19,6	2,97	27	-0,38	0,70
	Gr.Cont.	15	20,13	3,70			
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	28,9	10,2	22	1,48	0,15
	Gr.Cont.	15	24,4	5,9			
ELABORATION	Gr.Exp.	15	36,5	17,15	25	-2,51	0,02*
	Gr.Cont.	15	55,2	23,24			

* p < 0,05

TABLEAU 22

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
au premier post-test et au deuxième post-test

		N	Moyenne		Ecart-type		Degré de liberté	Valeur «t» théorique	Valeur «t» calculée
			Post-test #1	Post-test #2	Post-test #1	Post-test #2			
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	27,27	25,73	6,50	8,71	25	2,14	,864
	Gr.Cont.	15	31,2	28,07	6,86	6,81	27	2,98	1,64
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	19,67	20,93	2,97	6,02	20	2,14	,081
	Gr.Cont.	15	20,13	21,27	3,70	4,30	27	2,14	1,26
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	28,93	34,27	10,22	15,57	24	2,14	1,33
	Gr.Cont.	15	24,4	38,67	5,99	14,30	18	2,98	3,99**
ELABORATION	Gr.Exp.	15	36,47	54,6	17,15	31,64	21	2,98	3,27**
	Gr.Cont.	15	55,2	71,8	23,24	35,19	24	2,14	2,61*

* p < 0.05

** p < 0.01

TABLEAU 23

Test de différence des moyennes des facteurs de la pensée divergente
entre le groupe expérimental et le groupe contrôle au deuxième post-test

		N	Moyenne	Ecart-type	Degré de liberté	Valeur «t»	Niveau de signification
FLUIDITE	Gr.Exp.	15	25,73	8,71	26	-0,82	0,42
	Gr.Cont.	15	28,07	6,81			
FLEXIBILITE	Gr.Exp.	15	20,93	6,02	25	-0,17	0,86
	Gr.Cont.	15	21,27	4,30			
ORIGINALITE	Gr.Exp.	15	34,27	15,57	27	-0,81	0,43
	Gr.Cont.	15	38,67	14,30			
ELABORATION	Gr.Exp.	15	54,6	31,64	27	-1,4	0,17
	Gr.Cont.	15	71,8	35,19			

* p < 0,05