

Étude expérimentale de la relation entre l'utilisation de Logo et l'apprentissage de certains concepts de géométrie

François Dupont, Oscar Forgues, Pierre Michaud and Paul Trudel

Volume 13, Number 2, 1987

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/900559ar>

DOI: <https://doi.org/10.7202/900559ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)

1705-0065 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Dupont, F., Forgues, O., Michaud, P. & Trudel, P. (1987). Étude expérimentale de la relation entre l'utilisation de Logo et l'apprentissage de certains concepts de géométrie. *Revue des sciences de l'éducation*, 13(2), 167–183.
<https://doi.org/10.7202/900559ar>

Article abstract

This article presents the results of a school-based research study of the relation between the use of Logo and learning certain elementary concepts in geometry. The authors found that for those groups who studied Logo, geometry performance was superior only in the case where teachers made specific attempts to increase the transfer of those cognitive abilities involved. For the other groups, Logo seems to be simply an additional course on the student's schedule.

Étude expérimentale de la relation entre l'utilisation de Logo et l'apprentissage de certains concepts de géométrie

François Dupont, Oscar Forgues, Pierre Michaud et Paul Trudel*

Résumé — Cet article présente les résultats d'une expérience pédagogique faite en milieu scolaire et portant sur la relation entre l'utilisation de Logo et l'apprentissage de certains concepts élémentaires de géométrie. Les chercheurs ont constaté que la performance des élèves en géométrie, qui ont étudié le logo, n'est supérieure à celle des autres élèves que dans les cas où les enseignants ont fait un effort spécifique pour favoriser le transfert des habiletés cognitives ainsi acquises. Dans les autres cas, le Logo semble simplement constituer une matière de plus à la grille horaire de l'élève.

Abstract — This article presents the results of a school-based research study of the relation between the use of Logo and learning certain elementary concepts in geometry. The authors found that for those groups who studied Logo, geometry performance was superior only in the case where teachers made specific attempts to increase the transfer of those cognitive abilities involved. For the other groups, Logo seems to be simply an additional course on the student's schedule.

Resumen — Este artículo presenta los resultados de una experiencia pedagógica hecha en un medio escolar. Se refiere a la relación entre la utilización de Logo y el aprendizaje de ciertos conceptos elementales de geometría. Los investigadores constataron que el resultado de los alumnos que estudiaron geometría con Logo, fue solamente superior al de los otros alumnos en el caso de aquellos profesores que hicieron un esfuerzo especial por facilitar el paso de habilidades cognitivas así adquiridas. En los otros casos, Logo parece simplemente constituir una materia más en el horario del alumno.

Zusammenfassung — Dieser Artikel legt die Ergebnisse eines pädagogischen Experimentes vor, das das Verhältnis zwischen der Verwendung der Computersprache «Logo» und dem Erlernen gewisser geometrischer Grundbegriffe betraf. Die Forscher haben festgestellt, dass die Leistung in Geometrie bei den Schülern, die das «Logo» studiert hatten, nur dann besser war als die der anderen Schüler, wenn die Lehrkräfte bewusst und gezielt die Übertragung der so erworbenen Kenntnisse gefördert hatten. Sonst schenkt das «Logo» höchstens ein zusätzliches Fach im Stundenplan darzustellen.

* Dupont, François: professeur, Université d'Ottawa
Forgues, Oscar: directeur d'école, Conseil des écoles séparées d'Ottawa
Michaud, Pierre: professeur, Université d'Ottawa
Trudel, Paul: professeur, Université d'Ottawa

L'introduction de l'ordinateur dans la salle de classe suscite de nombreuses questions. Cet article fait part d'une recherche¹ en milieu franco-ontarien où l'on s'est penché sur la relation entre l'utilisation de Logo et l'apprentissage de certains concepts de base en géométrie, à savoir l'orientation dans un plan. L'objectif était de déterminer dans quelle mesure l'utilisation de ce langage de programmation permet aux élèves d'apprendre d'une manière plus efficace.

Les perspectives théoriques

Papert (Krasnor et Mitterer, 1984) postule que lorsque les élèves apprennent le Logo, ils apprennent bien plus qu'un langage de programmation. L'expérience de Logo est explicitement conçue pour faciliter l'apprentissage de concepts généraux et d'habiletés qui dépassent les exigences de la tâche immédiate. Les habiletés intellectuelles acquises peuvent s'appliquer à d'autres situations. Il s'agit là d'une perspective des plus intéressantes, compte tenu du fait que les concepteurs de programmes scolaires se sont habituellement arrêtés à l'atteinte d'objectifs spécifiques plutôt qu'à l'atteinte d'habiletés plus génériques comme la résolution de problèmes, l'analyse et l'évaluation (Côté, 1983; McCaan, 1981).

Bien qu'il n'y ait pas de preuve empirique, il est tout à fait plausible que les habiletés acquises grâce au Logo facilitent l'apprentissage de différents programmes scolaires. À ce sujet, Papert (1981) affirme que:

La notion de programmation structurée est donc un principe mathématique général, autrement dit une aide à tout apprentissage. Tout en expérimentant la géométrie Tortue, les enfants aiguisent le sens qu'ils ont de leur propre corps et de ses mouvements dans l'espace, en même temps que leur compréhension de la géométrie formelle. (p. 133)

Par une série d'exemples tirés de la géométrie, du développement d'habiletés physiques (l'apprentissage du jonglage) ou de la physique classique, Papert illustre comment l'expérience du «micro-monde Logo» pourrait favoriser le développement de structures logiques, d'habiletés d'analyse, etc.

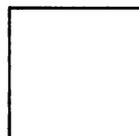
Présentant une perspective plutôt pédagogique de l'informatique, Taurisson (1983) voit s'élaborer une nouvelle approche à l'enseignement et à l'apprentissage, adaptée à l'utilisation de l'ordinateur en tant qu'aide à la création chez les enfants, approche dont les points saillants sont les suivants:

- apprendre, c'est acquérir des procédures;
- décrire permet l'acquisition de procédures;
- il faut prendre conscience des procédures que l'on possède;
- en réorganisant des procédures déjà connues on obtient une nouvelle connaissance;
- la méthode «d'essai et d'erreur» ne conduit qu'à des connaissances limitées, à moins qu'il y ait prise de conscience;
- l'erreur peut être source d'apprentissage;
- la réussite joue un rôle moteur dans l'acquisition de connaissances.

Clements (1975) rapporte que les adeptes de Logo soutiennent que la programmation par les enfants peut modifier leur manière de penser en facilitant le développement d'habiletés de résolution de problèmes, en favorisant la recherche créative de solutions et en les incitant à la réflexion. Si, comme le croient les adeptes de Logo, les enfants apprennent à «penser à leur manière de penser», à prendre le temps d'identifier leurs erreurs et ainsi à maîtriser les concepts qu'ils sont appelés à manier, il y a dans l'apprentissage de Logo et de la programmation tous les éléments nécessaires à la mise en place de programmes d'étude susceptibles de favoriser une accélération du développement cognitif (Geoffrion et Goldenberg, 1981).

En effet, Logo semble donner à l'utilisateur un sentiment immédiat et peut-être illusoire de maîtrise. Sa syntaxe et sa sémantique sont faciles à apprendre comparativement aux langages traditionnels de programmation comme le *Fortran* ou le *Basic*. L'utilisateur saisit vite la puissance d'un langage qui lui permet de créer son propre vocabulaire. Par exemple, pour construire un carré il s'agit de créer une procédure comme:

Pour carré
 rèpète 4 (avance 50 droite 90)
Fin



Une fois définie, une procédure peut être invoquée par un seul mot. En l'occurrence, le mot *carré* suffit pour produire la figure désirée. L'avantage principal des procédures Logo est de simplifier des opérations complexes. Après avoir défini un premier cercle, l'utilisateur n'a plus besoin de se souvenir des détails constitutifs, il n'a qu'à rappeler la procédure en temps opportun. En ce sens, le fonctionnement en Logo se rapproche de celui de l'esprit humain qui parvient à maîtriser des notions fort complexes même s'il ne peut manipuler qu'un nombre limité de concepts à un moment donné.

Logo est aussi conçu pour permettre de regrouper des sous-procédures afin d'en former d'autres plus complexes: il s'agit de tenir compte de l'ensemble des éléments qui constituent un tout. Logo permet et demande d'organiser les éléments d'un tout selon un ordre logique ou selon une structure hiérarchique.

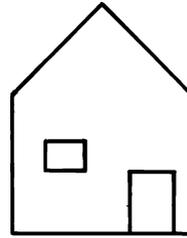
Ainsi, pour dessiner une maison, il faut tracer des côtés (ou des murs), des fenêtres, des portes et un toit et les mettre en place les uns par rapport aux autres. Suivant la «logique Logo», chacun de ces éléments peut être réalisé par une sous-procédure qui peut être décrite et ensuite rappelée au moment de construire la maison. La logique de la programmation correspondante pourrait être:

Pour maison
côté

porte
fenêtre

toit
etc.

Fin



La construction d'une procédure en Logo constitue un tout qui peut être décomposé en sous-ensembles ou en sous-procédures et en dernière analyse ceux-ci sont constitués de primitives ou de commandes élémentaires, comme, par exemple: *Avance 100*, *Droite 90*, etc. En d'autres mots, les utilisateurs de Logo doivent être capables de considérer une entité ou un tout, de le disséquer en modules qui s'expriment en termes de primitives et de mettre ces dernières en relation les unes avec les autres. Ou encore, doivent-ils fabriquer une structure à partir d'éléments (primitives, commandes, procédures) qu'ils relient au moyen de nouvelles relations: c'est une synthèse.

Selon Papert, Logo présente de nombreux isomorphismes avec les contenus d'apprentissage des programmes d'étude en vigueur dans les écoles. Logo possède, entre autres, un vocabulaire spécialisé, une syntaxe particulière et une structure logique qui se retrouvent dans les programmes scolaires de sciences, de mathématiques, de langues, etc. Il est donc plausible que l'utilisation de Logo puisse favoriser un transfert cognitif dans plusieurs matières scolaires ou encore que les structures logiques de Logo soient suffisamment conformes à celles de la géométrie, de l'algèbre, de la rédaction ou d'autres matières scolaires pour en favoriser l'apprentissage chez les élèves qui savent programmer. Si tel est le cas, les élèves qui possèdent une expérience de Logo ou d'un autre langage de programmation bénéficieraient de certains avantages face à l'apprentissage scolaire (Streibel, 1983).

Les chercheurs s'interrogent donc à savoir dans quelle mesure le transfert cognitif se réalise ou peut se réaliser dans le contexte qui vient d'être décrit. Le transfert se fait-il automatiquement de Logo vers les matières scolaires? Quelles sortes de transferts sont possibles? Sont-ils significatifs? Peut-on favoriser des transferts plus importants? Les élèves qui utilisent Logo sont-ils réellement favorisés dans leur apprentissage? L'enseignant peut-il intervenir et favoriser le transfert? Si oui, quelles en seraient les implications pédagogiques?

Ces questions n'ont pas de réponse simple, et une étude empirique ne peut fournir que des jalons, des indicateurs ou des éléments de réponse à des questions aussi complexes. La complexité des études traitant de transfert en apprentissage a maintes fois été démontrée tant dans le cas de la didactique générale que de la didactique des mathématiques. Ce projet ne peut être qu'une modeste contribution

à un effort collectif pour répondre à une question aussi complexe. C'est dans cette optique qu'il fut décidé de concevoir une expérience d'enseignement à partir de laquelle il serait possible de juger de l'impact de l'utilisation de Logo sur l'apprentissage de certains concepts de base de géométrie, plus spécifiquement, de permettre de juger dans quelle mesure un ensemble d'expériences de programmation en Logo peut avoir une incidence sur l'apprentissage de certains concepts élémentaires de géométrie. D'où l'hypothèse générale de recherche:

La connaissance de certains concepts de programmation a une incidence sur l'apprentissage et sur la rétention de concepts connexes de géométrie élémentaire.

Conformément aux écrits de Papert, cette hypothèse serait vérifiée, peu importe le niveau scolaire et la méthode employée pour faire l'intégration de la programmation à l'enseignement de la géométrie.

Le schéma de l'expérience

Les chercheurs ont choisi de concevoir une expérience qui se déroulerait en milieu scolaire afin de mieux juger de ses implications sur l'élaboration et la mise en place de nouveaux programmes d'étude. Ils voulaient ainsi être à même de juger dans quelle mesure il est possible d'intégrer l'utilisation de Logo à la pratique quotidienne de la pédagogie tout au moins dans un cas spécifique. La réalisation d'une telle expérience demande d'exercer un contrôle sur plusieurs variables intervenantes. En effet, s'il y a une relation entre le fait que l'élève pratique un langage de programmation et l'efficacité de son apprentissage dans un autre domaine, cette relation peut être affectée par de nombreuses variables d'ordre personnel, humain ou environnemental. Il n'est pas facile de contrôler toutes ces variables en situation de classe.

Le contexte de l'expérience n'était pas sans contraintes sérieuses; au moment où elle s'est déroulée, il y avait très peu d'écoles de langue française dans l'est de l'Ontario où on enseignait la programmation d'ordinateur en Logo. Un nombre de choix de recherche fut nécessaire pour rendre compte de différentes manières d'intégrer la connaissance de l'informatique à l'enseignement; trois approches correspondant à trois différents groupes d'élèves furent identifiées:

- a) un groupe qui ne connaissait ni Logo ni aucun autre langage de programmation (le groupe: sans Logo);
- b) un groupe qui connaissait Logo et auprès duquel il n'y a eu aucune intervention spécifique en vue de favoriser l'intégration de ces connaissances à celle des leçons de géométrie (le groupe: Logo libre) et
- c) un groupe qui connaissait Logo et qui, en plus, avait travaillé avec un micro-monde préparatoire à l'enseignement spécifique qui lui était destiné (le groupe: Logo dirigé). Ce micro-monde a permis aux élèves du groupe Logo dirigé d'explorer le concept de direction exprimé en coordonnées

cartésiennes et en coordonnées polaires à l'aide des commandes *Fixe position* et *Fixe cap*.

Les élèves des classes qui constituaient ces deux derniers groupes avaient étudié Logo à raison d'environ une heure par semaine depuis au moins un an. Les consignes des programmes d'étude des conseils scolaires et les témoignages des conseillers pédagogiques et des enseignants permettent de croire que dans toutes ces classes l'enseignement s'est fait sensiblement de la même manière, c'est-à-dire en suivant rigoureusement la consigne d'un enseignement non directif tel que préconisé par Papert. Puisque l'enseignement de Logo se faisait habituellement par un «enseignant-spécialiste» on n'avait pas l'habitude de référer aux concepts appris en programmation lors de l'enseignement des autres matières.

La démarche pédagogique

Après quelques sessions diagnostiques servant à assurer une certaine uniformité dans les connaissances antérieures, chacun des trois groupes a été soumis à la même séquence de leçons de géométrie. La première leçon traitait de la mesure et de la construction des angles; la deuxième, de l'identification des éléments constitutants et la troisième, de la mesure des angles par rapport aux points cardinaux. Ces leçons furent développées par les chercheurs de l'équipe en consultation avec des enseignants et des conseillers pédagogiques. Pour chaque leçon, on a identifié un objectif spécifique et un contenu d'apprentissage. Un document d'appui fut préparé, des stratégies d'enseignement et d'apprentissage furent proposées et un mode d'évaluation fut défini. En somme, pour assurer l'uniformité de la démarche pédagogique, les enseignants reçurent des instructions et une démarche précise avant l'expérience et ils furent visités régulièrement par les chercheurs durant l'expérience.

L'enseignement au groupe Logo dirigé s'est fait suivant la même méthode que pour les deux autres groupes, avec une seule exception: lors de la présentation des concepts de géométrie (droite, droite dirigée, angle, direction, etc.) les enseignants devaient tenter de mettre en évidence par tous les moyens les ressemblances et les différences avec l'expérience Logo. Ils avaient comme consigne de présenter initialement un concept en référant à Logo et de tenter de répondre aux questions des élèves de la même manière. C'est ainsi qu'ils devaient intervenir afin de favoriser le transfert, depuis les processus cognitifs appris initialement à l'ordinateur avec Logo, vers la géométrie.

L'objectif spécifique de l'expérience était de déterminer si les élèves qui connaissent les différentes manières d'exprimer la direction en Logo apprennent plus efficacement à mesurer les directions par rapport aux points cardinaux. L'expérience voulait aussi mettre à l'épreuve la valeur de certaines interventions méthodologiques visant à faciliter le transfert cognitif de Logo vers cet apprentissage.

L'échantillon

L'échantillon était constitué de 184 élèves de 5^e, 6^e, et 7^e années provenant de classes de langue française relevant des Conseils des écoles catholiques de Prescott-Russell, de Carleton et d'Ottawa. L'échantillon fut conçu afin d'obtenir la plus grande variabilité possible au niveau de la connaissance de Logo. Ainsi, on a pu identifier des classes où les élèves étaient initiés à cette forme de programmation depuis plus de trois ans d'une part, et des classes où les élèves n'avaient aucune expérience de Logo, d'autre part. Les chercheurs ont identifié des groupes choisis au hasard parmi les classes répondant aux exigences de la recherche dans l'espoir de former des groupes expérimentaux comparables.

Une analyse *ex-post facto* des caractéristiques pédagogique et démographique de l'échantillon a révélé que, du point de vue du partage démographique (âge, sexe, origine sociale), de la performance scolaire générale et de la préparation à la leçon spécifique de géométrie, les trois groupes étaient semblables, le groupe de contrôle ne se distinguant des deux autres que par le fait que les élèves ne connaissaient pas Logo, distinction qui était d'ailleurs voulue. Enfin un test fut conçu afin de permettre d'exercer un contrôle statistique sur le niveau de connaissance de Logo des élèves des différents groupes expérimentaux.

La séquence de l'expérience

Il fut convenu que, durant les deux semaines suivant la journée de préparation des enseignements, le groupe Logo dirigé explorerait un micro-monde spécialement préparé à son intention afin de sensibiliser intuitivement les élèves aux concepts sur lesquels porterait la leçon, sans pour autant les initier explicitement à la matière. Cette période de temps permettrait aux élèves de ce groupe de revoir toutes les « primitives » reliées à la construction de figures géométriques, d'exploiter les coordonnées cartésiennes et polaires servant à identifier des directives et des positions à l'écran. Les élèves du groupe Logo libre poursuivraient leur étude de Logo sans modification au programme prévu. Enfin les élèves du groupe sans Logo ont continué leur programme scolaire régulier.

Au cours de la troisième semaine, toutes les classes de chacun des groupes subiraient le test de compétence en Logo, et feraient la revue des concepts de géométrie de base.

Durant la quatrième semaine chacun des groupes recevrait cinq sessions ne dépassant pas une heure d'enseignement et successivement consacrées à:

- 1— l'administration d'un prétest de compétence en géométrie;
- 2— la présentation de la première leçon;
- 3— la présentation de la deuxième leçon;
- 4— la présentation de la troisième leçon;
- 5— l'administration d'un post-test portant exclusivement sur les objectifs des trois leçons.

Enfin, environ un mois plus tard, un deuxième post-test serait administré afin de mesurer le degré de rétention des éléments de géométrie qui avaient été enseignés.

En somme, avant de soumettre les élèves des trois groupes à une séquence de leçons de géométrie portant sur la mesure des angles et des directions par rapport aux points cardinaux, les chercheurs se sont assurés que tous avaient les prérequis. De plus, le groupe Logo dirigé avait exploré un micro-monde, ce qui constituait une préparation spécifique aux leçons de géométrie.

Trois tests furent construits pour mesurer le niveau de connaissance des élèves: un prétest et deux post-tests. Le prétest poursuivait deux objectifs: dans un premier temps, il visait à mesurer le niveau de connaissance antérieure de certains fondements de la géométrie (définitions de base, figures simples et typologie des angles); dans un deuxième temps, il tentait de mesurer rigoureusement l'atteinte des objectifs des leçons. Les deux post-tests ne poursuivaient que le deuxième objectif. Pour assurer la validité de ces tests, la congruence des items avec les objectifs particuliers des trois leçons fut soumise à la critique de trois juges. Les trois tests étaient construits de façon très similaire pour que leur équivalence ne fasse aucun doute. Les questions étaient habituellement semblables, seuls les nombres, les angles à mesurer, et l'ordre de présentation variaient d'un test à l'autre.

Neuf instruments furent créés pour permettre d'utiliser un prétest et deux post-tests pour chacun des trois paliers scolaires. Quoique progressivement plus difficiles selon les niveaux, les instruments étaient tous constitués de questions permettant de mesurer les connaissances et les habiletés cibles, notamment la construction de droites et d'angles de tous genres et de figures géométriques simples ainsi que l'identification et l'établissement de directions et de distances dans un plan.²

Le devis de recherche a permis de contrôler certaines variables intervenantes: composition des groupes, performance scolaire, connaissance de Logo, etc.

Analyse des données

Dans cette section, on présente successivement six hypothèses de recherche qui découlent de l'hypothèse générale énoncée plus haut. Suite à l'énoncé de chaque hypothèse, on indique la méthode retenue pour la mettre à l'épreuve, on présente les données, puis on offre quelques commentaires en guise d'interprétation.

Hypothèse 1 — La performance au post-test

«Le niveau scolaire de l'élève et le fait qu'il appartient à l'un ou l'autre des groupes (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo), n'ont pas une incidence significative sur sa performance, telle que mesurée immédiatement après la leçon.»

Une analyse de la variance à deux facteurs permet de mettre cette hypothèse à l'épreuve. Les variables indépendantes sont le niveau scolaire des élèves (5e, 6e ou 7e année) et le groupe auquel ils appartiennent (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo); la variable dépendante est la performance des élèves au post-test qui a suivi immédiatement l'enseignement de la leçon. Les résultats de ces analyses sont présentées au tableau 1.

Tableau 1
Analyse de la variance
Incidence du niveau et du groupe
sur la performance au post-test

Sources de variance	Degrés de liberté	Estimé de la variance	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Niveau scolaire	2	1002,85	31,57	0,0001
Groupes expérimentaux	2	822,01	27,76	0,0001
Interaction	4	135,58	5,84	0,0004
Inter-case	159	31,77		
Total	167	57,26		
<hr/>				
Niveau scolaire	Nombre	Moyenne	Écart-type	
5 ^e	55	6,76	7,16	
6 ^e	51	11,90	7,64	
7 ^e	62	15,02	5,54	
Groupe expérimentaux				
Logo dirigé	46	16,63	6,16	
Logo libre	48	9,02	6,86	
Sans Logo	74	9,62	7,29	

Cette première hypothèse est rejetée. En effet, on observe une différence significative dans la performance des élèves selon le niveau et selon le groupe auquel ils appartiennent; il y a aussi interaction entre ces deux variables. Dans tous les cas il y a une différence significative avec probabilité d'erreur inférieure à 0,05. L'analyse met bien en évidence que la performance au post-test des élèves de 7e année est supérieure à celle des élèves de 6e, et que celle des élèves de 6e est supérieure à celle des élèves de 5e. De même, les élèves du groupe Logo dirigé

ont une performance significativement supérieure à celle des deux autres groupes. Les groupes Logo libre et sans Logo ont sensiblement la même performance au post-test.

Il était à prévoir que les élèves plus avancés obtiendraient des cotes plus élevées tout au cours de l'expérience, ce phénomène fut d'ailleurs noté lors du prétest. Ce qui est plus surprenant, c'est que le groupe Logo libre et le groupe sans Logo aient sensiblement la même performance au post-test. Ces données semblent indiquer que le fait que les élèves connaissent Logo n'a pas eu d'incidence significative sur l'apprentissage, tout au moins dans le cas où il n'y a pas d'effort explicite pour favoriser le transfert; ou encore, puisque le groupe Logo dirigé était supérieur dès le départ, on peut se demander si l'apprentissage est fonction du niveau des connaissances initiales. Cette question sera reprise aux hypothèses 5 et 6.

Avant de proposer une réponse à cette question il convient de s'interroger pour savoir si le même phénomène se produit au second post-test qui fut administré pour mesurer la rétention des élèves un mois après la leçon.

Hypothèse 2 — *La performance et la rétention un mois plus tard*

«Le niveau scolaire de l'élève et le fait qu'il appartient à l'un ou l'autre des groupes (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo), n'ont pas une incidence significative sur la performance et la rétention, telles que mesurées un mois après la leçon.»

Une analyse de la variance à deux facteurs permet aussi de mettre cette hypothèse à l'épreuve. Les variables indépendantes sont le niveau scolaire des élèves (5e, 6e ou 7e année) et le groupe auquel ils appartiennent (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo); la variable dépendante est la performance des élèves au deuxième post-test administré environ un mois après la leçon.

L'hypothèse de non-différence est rejetée. Comme dans le cas du post-test qui a suivi immédiatement les leçons de géométrie, on observe une incidence significative du niveau scolaire et du groupe sur la performance mesurée un mois plus tard. De plus on remarque que l'interaction entre les variables niveau scolaire et groupe ne semble pas être significative. On remarque encore une fois que le groupe Logo libre et le groupe sans Logo ont sensiblement la même performance au second post-test.

Tableau 2
Analyse de la variance
Incidence du niveau et du groupe
sur la performance au test de rétention

Sources	Degrés de liberté	Estimé de la variance	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Niveau scolaire	2	1072,96	33,53	0,0001
Groupes expérimentaux	2	927,87	28,93	0,0001
Interaction	4	58,12	1,82	0,1270
Inter-case	165	32,00		
Total	173	54,97		
<hr/>				
Niveau scolaire	Nombre	Moyenne	Écart-type	
5 ^e	61	6,84	7,14	
6 ^e	48	19,94	7,26	
7 ^e	65	15,09	7,37	
Groupes expérimentaux				
Logo dirigé	48	16,33	5,52	
Logo libre	49	8,86	6,61	
Sans Logo	77	9,16	7,37	

En résumé, qu'on mesure le niveau des connaissances immédiatement après la leçon ou un mois plus tard, les élèves du niveau scolaire plus élevé et ceux du groupe Logo dirigé obtiennent des cotes plus élevées.

Compte tenu du fait que les élèves de ces deux groupements avaient aussi une performance supérieure au prétest, il importe de voir dans quelle mesure il y a eu apprentissage entre le prétest et les post-tests. Les deux hypothèses qui suivent mettent à l'épreuve l'incidence des variables niveau scolaire et groupe sur les apprentissages tels que mesurés par *la différence* entre les scores aux deux post-tests et au prétest.

À cause de leur similitude, les deux hypothèses suivantes sont traitées concurremment.

Hypothèse 3 — *Les acquis au cours de la leçon*

«Le niveau scolaire de l'élève et le fait qu'il appartient à l'un ou l'autre des groupes (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo) n'ont pas une incidence significative sur l'ampleur des acquis tels que mesurés immédiatement après la leçon.»

Hypothèse 4 — *Les acquis un mois plus tard*

«Le niveau scolaire de l'élève et le fait qu'il appartient à l'un ou l'autre des groupes (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo) n'ont pas une incidence significative sur l'ampleur des acquis et la rétention tels que mesurés un mois après la leçon.»

Une analyse de la variance à deux facteurs permet de mettre ces deux hypothèses à l'épreuve. Les variables indépendantes sont le niveau scolaire des élèves (5e, 6e ou 7e année) et le groupe auquel ils appartiennent (Logo dirigé, Logo libre ou sans Logo); la variable dépendante, dans le premier cas, est la différence de performance des élèves entre le premier post-test et le prétest. Dans le deuxième cas, on se servira du deuxième post-test et du prétest. Les tableaux 3 et 4 présentent les résultats de ces analyses statistiques.

Ces analyses permettent d'affirmer que ni le niveau scolaire ni le groupe expérimental n'a d'incidence significative sur l'ampleur des apprentissages tels que mesurés immédiatement après les leçons. Il semble toutefois y avoir interaction entre ces deux variables: deux des trois classes du groupe Logo dirigé ont réalisé les plus grands apprentissages et deux des trois classes des groupes Logo libre ont réalisé les plus faibles apprentissages.

Tableau 3
Analyse de la variance
Incidence du niveau et du groupe
sur l'apprentissage immédiat

Sources	Degrés de liberté	Estimé de la variance	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Niveau scolaire	2	39,02	0,90	0,4140
Groupes expérimentaux	2	70,38	1,63	0,1971
Interaction	4	87,49	2,03	0,0918
Inter-case	175	43,20		
Total	183	44,42		

Tableau 4
Analyse de la variance
Incidence du niveau et du groupe
sur l'apprentissage retenu

Sources	Degrés de liberté	Estimé de la variance	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Niveau scolaire	2	38,45	0,98	0,3880
Groupes expérimentaux	2	100,20	2,81	0,0610
Interaction	4	75,90	2,13	0,0780
Inter-case	175	35,62		
Total	183	37,20		

Lorsque les apprentissages sont mesurés un mois après les leçons, il est plus difficile de juger de l'impact du groupe sur l'apprentissage. En effet, le groupe Logo dirigé semble avoir fait des apprentissages et avoir retenu plus que les deux autres groupes. Cette différence est cependant observée avec une probabilité d'erreur de 0,061. Il semble aussi que ce soient les élèves de 5e année de ce groupe qui aient le plus appris.

En résumé, le groupe Logo dirigé qui était supérieur en géométrie avant la leçon, s'est aussi avéré supérieur aux deux autres groupes lors des posts-tests. Si on compare les résultats du prétest et des post-tests, ce groupe semble aussi avoir plus appris que les deux autres groupes. Ce dernier phénomène n'est cependant pas significatif à un seuil de confiance de cinq pour cent. Le tout incite à se demander s'il y aurait moyen de corriger les résultats afin de tenir compte de l'effet des connaissances antérieures sur l'apprentissage. C'est l'objet des hypothèses qui suivent.

Hypothèse 5 — *Les acquis corrigés pour les connaissances antérieures*

«Compte tenu des connaissances antérieures en géométrie, le groupe auquel les élèves appartiennent n'a pas d'incidence sur les acquis tels que mesurés au post-test.»

Une analyse de la covariance permet de corriger la relation entre l'ampleur des apprentissages (différence entre le post-test et le prétest spécifique) des élèves des trois groupes pour tenir compte de leurs connaissances antérieures en géométrie (le score au prétest). Ces résultats sont présentés au tableau 5.

Tableau 5
Analyse de la covariance entre le groupe et les apprentissages,
corrigée pour les connaissances antérieures

Source	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance estimée	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Inter-groupe	363,28	2	181,64	4,76	0,0098
Intra-groupe	6494,54	170	38,20		
Total	6857,82	172			

Groupes	Moyennes Prétest	Apprentissages moyens	Moyennes corrigées
Logo dirigé	13,47	2,11	3,47
Logo libre	7,98	0,27	-0,33
Sans Logo	8,44	0,75	0,31

À moins de 1% de probabilité d'erreur, l'hypothèse de non-différence est rejetée. C'est donc dire que si l'on tient compte des acquis antérieurs en géométrie, le groupe Logo dirigé apprend significativement plus que les deux autres groupes.

Hypothèse 6 — *La rétention après un mois (corrigée pour les connaissances antérieures)*

«Compte tenu des connaissances antérieures en géométrie, le groupe auquel les élèves appartiennent n'a pas d'incidence sur leur performance et la rétention, telles que mesurées à l'aide d'un deuxième post-test administré un mois après la leçon.»

Une analyse de la covariance permet aussi de corriger la relation entre l'ampleur des apprentissages (différence entre le deuxième post-test et le prétest) des élèves des trois groupes pour tenir compte de leurs connaissances antérieures en géométrie. Ces résultats sont présentés au tableau 6.

Après un mois, la différence est encore plus significative entre les apprentissages du groupe Logo dirigé et ceux des deux autres groupes. Il semble donc que lorsque l'élève connaît Logo et que l'enseignant l'aide à faire le transfert cognitif, il y a apprentissage plus efficace au cours de leçons de géométrie où l'on enseigne les orientations par rapport aux point cardinaux.

Les résultats observés semblent aussi indiquer que dans le cas de l'étude de la géométrie des directions, lorsque l'enseignant n'aide pas les élèves à faire les transferts cognitifs qui s'imposent, l'élève ne bénéficie pas ou bénéficie très peu de sa connaissance de Logo. Au contraire, il semble être incommodé par l'ajout d'une autre matière au programme.

Tableau 6
Analyse de la covariance entre le groupe et les apprentissages
retenus, corrigée pour les connaissances antérieures

Source	Somme des carrés	Degrés de liberté	Variance estimée	Rapport-F	Probabilité d'erreur
Inter-groupe	361,16	2	180,58	6,10	0,0032
Intra-groupe	5035,43	170	29,62		
Total	5396,59	172			
Groupes	Moyennes Prétest	Rétention moyenne	Moyennes corrigées		
Logo dirigé	13,47	2,32	3,48		
Logo libre	7,98	0,31	-0,21		
Sans Logo	8,44	0,57	0,20		

À l'appui de ces statistiques un des enseignants d'une classe Logo dirigé a avoué qu'au moment de l'expérience, d'autres enseignants de son école enseignaient aussi la même matière, et que ses élèves, grâce à l'expérience avec les micro-mondes Logo, avaient appris en trois leçons ce que ceux des autres classes avaient appris en trois semaines. Au dire de cet enseignant, il se propose dorénavant d'enseigner la géométrie des angles et des directions en référant à ce micro-monde d'où il tentera de favoriser les transferts cognitifs.

Conclusion

Considérée seule, cette expérience n'a qu'une portée très modeste. Elle ne peut offrir que des jalons aux chercheurs préoccupés par un phénomène aussi complexe que le transfert cognitif en apprentissage. L'échantillon étudié est restreint et contextuel, les contenus cognitifs sont très spécifiques et le fait de travailler en milieu scolaire plutôt qu'en laboratoire demande d'exercer un contrôle sur de nombreuses variables contextuelles.

Tout en étant conscients des limites inhérentes à ces choix de recherche, nous croyons avoir réussi à comparer trois approches pédagogiques. Les groupes auxquels elles furent présentées peuvent être considérés comme équivalents quant à leur niveau scolaire, leur connaissance de la géométrie. Deux groupes (Logo libre et Logo dirigé) étaient aussi équivalents quant à leur connaissance de la programmation. Enfin les trois groupes furent soumis au même traitement (les mêmes leçons).

Dans ce contexte on a remarqué que

- a) l'apprentissage et la rétention des concepts de direction sont significativement plus importants dans le groupe où les enseignants ont fait un effort explicite pour favoriser le transfert;
- b) l'apprentissage et la rétention de ces mêmes concepts semblent ne pas se faire plus facilement dans les groupes où les enseignants n'insistent pas d'une manière spécifique pour que l'élève fasse les associations nécessaires au transfert des apprentissages, que dans les groupes où l'on ne connaît pas la programmation.

Ces constats de recherche semblent aussi corroborer ceux d'autres chercheurs (Krasnor et Mitterer, 1984) qui affirment que les transferts cognitifs ne semblent pas automatiques. Ils croient que, plus souvent qu'autrement, les apprentissages scolaires sont spécifiques à une matière ou à un domaine d'étude. Les constats incitent aussi les chercheurs à s'interroger quant à la justesse des affirmations de Papert touchant ce même phénomène. L'expérience que nous avons décrite a permis de constater que le simple fait de connaître Logo ne semble pas assurer que l'élève apprendra plus efficacement les mêmes concepts lorsqu'ils seront présentés dans le contexte d'un cours de géométrie.

Ces constats, faits en milieu scolaire franco-ontarien, ne sont pas sans susciter une réflexion sur la conception des programmes d'étude et sur les pratiques pédagogiques (Leouis, 1985). Ne serait-il pas suffisant d'enseigner l'informatique ayant comme objectif premier d'initier les élèves à la programmation, comme deuxième objectif, de les rendre aptes à utiliser un langage de programmation (Logo, *Basic* ou tout autre langage) en vue de la résolution de problèmes? Et dans une autre perspective pédagogique, ne devrait-on pas compter sur l'enseignant pour favoriser l'intégration des matières enseignées et pour appuyer les transferts d'habiletés d'une matière à une autre?

NOTES

1. Cette recherche a été subventionnée par le ministère de l'Éducation de l'Ontario.
2. Ces tests sont produits dans le rapport de recherche publié par le ministère de l'Éducation de l'Ontario (Michaud *et al.*, 1987).

RÉFÉRENCES

- Clements, D.H., Logo Programming: Can it change how children think?, *Electronic Learning*, vol. 4, no 1, janv. 1975, p. 28-29.
- Côté, Benoît, Logo et la notion de didacticiel, *Prospectives*, hiver 1983, vol. 19, nos 1,2,3, p. 47-52.
- Geoffrion, L.D. et E.P. Goldenberg, Computer-based exploratory learning systems for communication handicapped children, *Journal of Special Education*, vol. 15, no 3, 1981, p. 325-332.

- Krasnor, L.R. et J.D. Mitterer, Logo and the development of general problem-solving skills, *The Alberta Journal of Educational Research*, vol. XXX, no 2, juin 1984, p. 133-144.
- Leouis, E., Black sheep and Logo, *Computers in Education*, vol. 1, no 2, fév. 1985, p. 7-9.
- McCaan, P.H., Learning strategies and computer based instruction, *Computers and Education*, vol. 5, no 1, 1981, p. 133-140.
- Michaud, P., F. Dupont, O. Forgues et P. Trudel, *Incidence de la connaissance d'une langue de programmation sur la conception et l'implantation des programmes d'étude*, Toronto: Ministère de l'Éducation, 1987.
- Papert, S., *Jaillissement de l'esprit, ordinateurs et apprentissage*, Paris: Flammarion, 1981.
- Streibel, M.J., The Educational Utility of Logo, *School Science and Mathematics*, vol. 83, no 6, oct. 1983, p. 474-484.
- Taurisson, A., L'Ordinateur au primaire, *Vie pédagogique*, no 25, juin 1983, p. 4-8.