

L'utilisation des diagrammes logiques dans la construction des hiérarchies d'apprentissage

Robert Brien et Sylvio Lagana

Volume 5, numéro 1, hiver 1979

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/900098ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/900098ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (imprimé)

1705-0065 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Brien, R. & Lagana, S. (1979). L'utilisation des diagrammes logiques dans la construction des hiérarchies d'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, 5(1), 71–85. <https://doi.org/10.7202/900098ar>

Résumé de l'article

La construction de hiérarchies d'apprentissage constitue une étape importante de la planification de systèmes pour l'enseignement d'habiletés intellectuelles. Plusieurs techniques ont été proposées jusqu'à présent. Ces techniques offrent de nombreux avantages mais présentent quelques inconvénients dont un manque de précision quant à la façon de conduire le processus et une faiblesse quant à la possibilité de produire une liste exhaustive des capacités qui auront à être enseignées. La technique qui sera décrite dans les lignes qui suivent tente de réunir les avantages et éviter les inconvénients de ces dernières techniques. La procédure repose fondamentalement sur la construction de diagrammes logiques tels qu'utilisés en informatique et sur le concept de hiérarchies d'apprentissage tel que proposé par Robert M. Gagné.

L'utilisation des diagrammes logiques dans la construction des hiérarchies d'apprentissage

Robert Brien et Sylvio Lagana*

RÉSUMÉ

La construction de hiérarchies d'apprentissage constitue une étape importante de la planification de systèmes pour l'enseignement d'habiletés intellectuelles. Plusieurs techniques ont été proposées jusqu'à présent. Ces techniques offrent de nombreux avantages mais présentent quelques inconvénients dont un manque de précision quant à la façon de conduire le processus et une faiblesse quant à la possibilité de produire une liste exhaustive des capacités qui auront à être enseignées. La technique qui sera décrite dans les lignes qui suivent tente de réunir les avantages et éviter les inconvénients de ces dernières techniques. La procédure repose fondamentalement sur la construction de diagrammes logiques tels qu'utilisés en informatique et sur le concept de hiérarchies d'apprentissage tel que proposé par Robert M. Gagné.

INTRODUCTION

Le développement systématique d'enseignement se réalise généralement selon une suite d'étapes allant de l'étude des besoins en formation à la mise à l'essai et à la révision du matériel d'enseignement. Plusieurs modèles de planification ont été

* Brien, Robert : professeur, Université Laval.
Lagana, Sylvio : Ministère de l'Éducation, Caracas, Venezuela.

proposés jusqu'à présent (Briggs, 1970 ; Tuckman et Edwards, 1971 ; Singer et Dick, 1974). Ces modèles partagent une caractéristique commune qui consiste en l'application du principe de base de la méthode scientifique : formulation d'hypothèses, mise à l'essai, acceptation ou rejet des hypothèses. La hiérarchie d'apprentissage d'un cours portant sur l'enseignement d'habiletés intellectuelles est une de ces hypothèses qu'ont à formuler le spécialiste du contenu et l'analyste en système pédagogique. Jusqu'à présent quelques techniques pour la construction de hiérarchies d'apprentissage ont été développées. Une première technique (Evans et al., 1960) consiste en l'analyse des énoncés de règles qui seront enseignées dans le cours ; une deuxième technique (Thiagarajan, 1971) consiste en l'analyse d'un objectif terminal en sous-objectifs ; une troisième technique, proposée par Gagné, 1962, consiste à analyser un objectif terminal en sous-objectifs en tenant compte des capacités impliquées par les comportements. La technique qui sera décrite maintenant tente de rassembler les éléments positifs de chacune de ces trois techniques. La technique utilise comme matériel de base des énoncés de règles, des comportements et les capacités qui génèrent ces comportements.

HIÉRARCHIES D'APPRENTISSAGE ET PROGRAMMES INFORMATIQUES

Si, tel que proposé par R. M. Gagné (1968), les habiletés intellectuelles peuvent être conçues en termes de programmes et sous-programmes, le problème de la construction de hiérarchies d'apprentissage peut être réduit à celui de l'analyse d'un programme informatique complexe en ses composantes. Dans le langage APL, par exemple, l'analyse d'un programme M en ses composantes A, B et C peut être représentée schématiquement comme dans la figure 1.

Dans un tel cas l'exécution du programme M dépend de l'exécution des sous-programmes A, B et C dont l'exécution dépend à son tour de l'exécution de sous-programmes a, b et c pour A ; d, e et f pour B et g, h et i pour C.

Par analogie un tel schéma peut être vu comme une hiérarchie d'apprentissage dans laquelle M serait une règle d'ordre supérieur, A, B et C des sous-règles d'ordre supérieur et a, b, c, d, e, f, g, h et i des règles ou des concepts. Dans un tel contexte on peut concevoir que, si des sous-programmes doivent exister dans la mémoire de l'ordinateur pour qu'il puisse exécuter un programme complexe, la même situation doit se retrouver chez l'humain lorsqu'il désire acquérir une habileté complexe (voir Bower, 1975, p. 30). L'humain devrait posséder des éléments a, b, c dans sa mémoire à long terme avant d'entreprendre l'apprentissage de A et, conséquemment, posséder A, B et C s'il veut développer l'habileté M.

Si l'on accepte l'analogie entre habiletés intellectuelles et programmes informatiques d'une part, et l'analogie entre hiérarchies d'apprentissage et ensemble de programmes interreliés d'autre part, on pourra analyser la façon dont des ensembles de programmes sont développés en informatique et tenter d'appliquer de telles

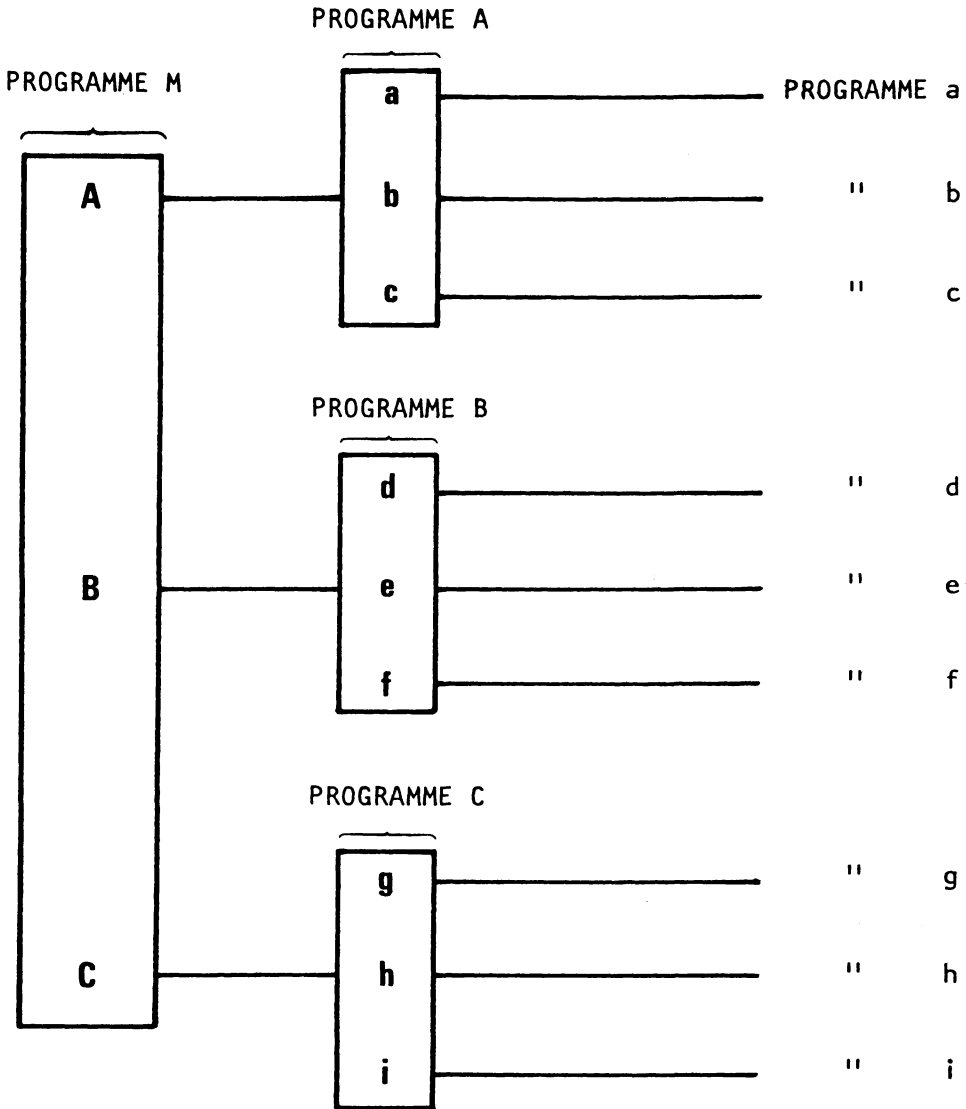


Figure 1- Un agencement possible de programmes dans le langage APL.

techniques au développement des hiérarchies d'apprentissage. Pour y arriver examinons brièvement la façon dont un analyste en systèmes informatiques pourrait procéder pour déterminer les composantes d'un programme et comment des procédures similaires pourraient être utilisées pour programmer un automate capable

d'exécuter des tâches complexes. Cette comparaison permettra de mieux saisir les parties subséquentes du texte.

Lorsqu'un analyste désire faire exécuter une tâche complexe par un ordinateur, il construit généralement le diagramme de la démarche à suivre par la machine pour l'exécution de la tâche. Ce diagramme permettra de détecter les règles qui devront être appliquées dans l'exécution de la tâche (un diagramme logique est construit à partir de règles) et, à leur tour, ces règles aideront à déterminer les variables et opérateurs que l'ordinateur devra utiliser. Cette procédure est clarifiée dans l'exemple fictif qui suit.

Essayons de construire un automate devant fonctionner dans une pièce où il y a des chaises, des pupitres, des tables et différentes sortes de lampes sur le plancher. Certaines de ces lampes ont des abat-jour carrés (nous les appellerons lampes carrées) et d'autres ont des abat-jour triangulaires ou circulaires. Les lampes sont de dimensions et de couleurs variées. La tâche à exécuter par l'automate est de placer les lampes carrées sur les tables, les lampes triangulaires sur les chaises et les lampes circulaires sur les pupitres.

Afin de nous aider à définir les mécanismes et l'information dont il faudra pourvoir l'automate, représentons par un diagramme (figure 2) la procédure que ce dernier aura à suivre dans l'exécution de la tâche décrite plus haut.

On peut concevoir ce diagramme comme la représentation graphique globale de la procédure qui a à être suivie si l'on veut que la tâche soit accomplie. Cette procédure contient des règles qui, pour être exécutées, demandent l'utilisation de variables et d'opérateurs. En termes d'habiletés intellectuelles, le diagramme représente une règle d'ordre supérieur, des règles et des concepts. La règle d'ordre supérieur M est décrite par le diagramme et les règles sont définies par des parties du diagramme ou par les énoncés suivants :

- A' Tourner jusqu'à ce qu'un objet soit perçu.
- B' Si l'objet est une lampe carrée, saisir la lampe, soulever de deux pieds, tourner jusqu'à ce qu'un objet soit perçu. Si l'objet est une table placer la lampe sur la table.
- C' Si l'objet est une lampe triangulaire, saisir la lampe, soulever de deux pieds, tourner jusqu'à ce qu'un objet soit perçu. Si l'objet est une chaise placer la lampe sur la chaise.
- D' si l'objet est une lampe circulaire, saisir la lampe, soulever de deux pieds, tourner jusqu'à ce qu'un objet soit perçu. Si l'objet est un pupitre placer la lampe sur le pupitre.

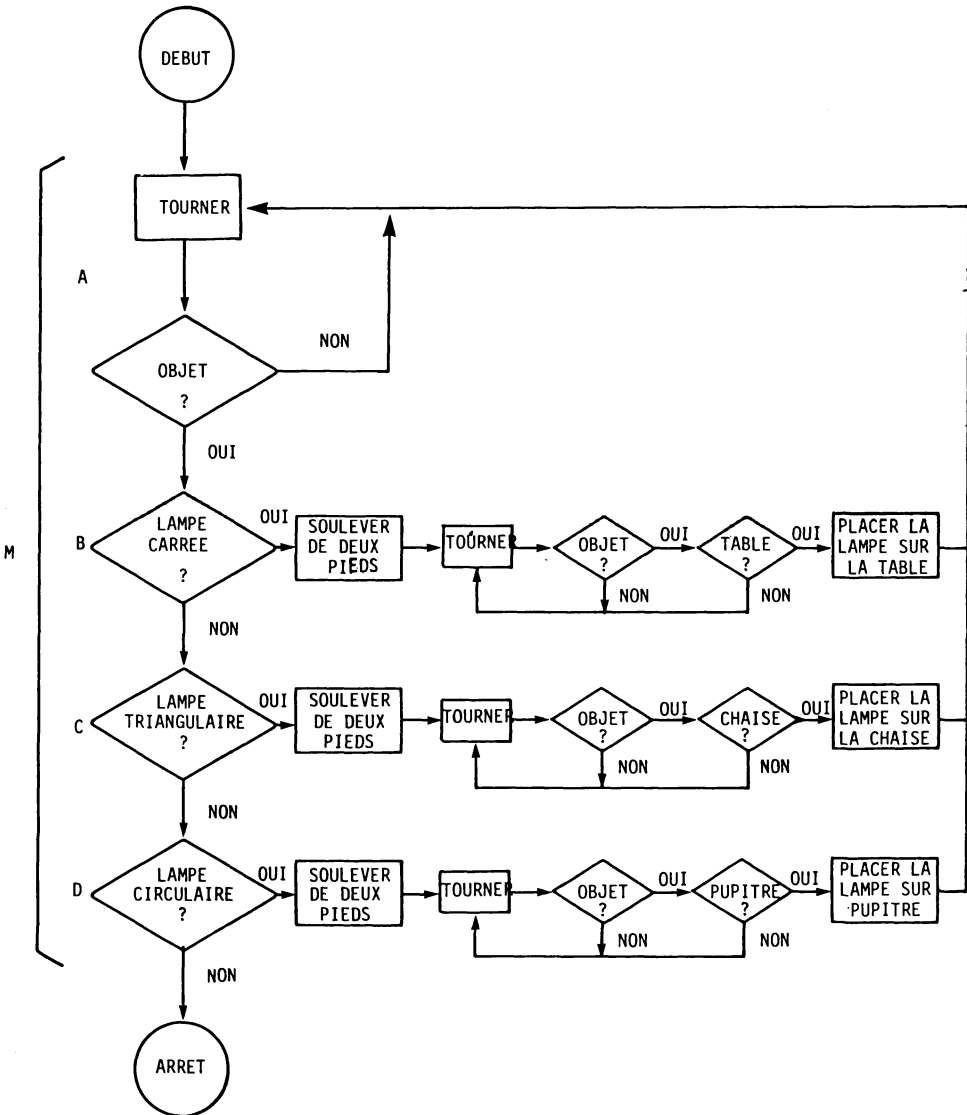


Figure 2- Diagramme logique de l'automate exécutant la tâche M. L'automate peut tourner, saisir, soulever et identifier des objets.

En termes de sous-habilités ces règles consistent en concepts d'objets et concepts relationnels (ou opérations): lampe carrée, lampe triangulaire, lampe circulaire, chaise, table, pupitre; tourner, saisir, s'élever, et placer.

Un réseau peut être développé (voir figure 3) afin de représenter les différentes procédures que l'automate doit posséder avant de pouvoir exécuter la tâche M. Le réseau fait ressortir que, pour que l'automate puisse exécuter la procédure M, il doit préalablement maîtriser les concepts de « lampe carrée », « tourner », « saisir », etc., et également pouvoir utiliser quelques règles (Gagné, 1968, p. 120).

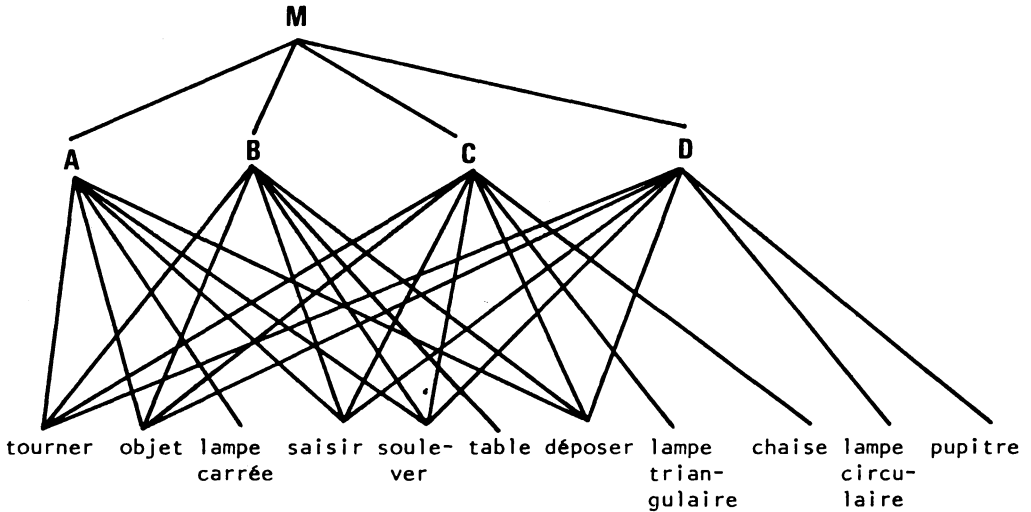


Figure 3- Ensemble interrelié de capacités permettant l'exécution de M.

Figure 3

Il semble que l'analogie soit assez nette entre ce processus et celui utilisé par l'étudiant qui doit acquérir des concepts, des règles et des règles d'ordre supérieur en vue de réaliser une tâche complexe. Avant de proposer la procédure pour la construction de hiérarchies d'apprentissage examinons d'abord les types d'habiletés intellectuelles que l'analyste aura à considérer dans son travail.

Capacité*

Dans les lignes qui suivent, la structure cognitive de celui qui apprend sera conçue comme constituée de différents types de procédures ou capacités du type habiletés intellectuelles. Les capacités concepts, règles et règles d'ordre supérieur seront présentées en tenant compte de leurs aspects informationnels et opératoires.

Concepts

L'humain qui interagit avec un environnement donné doit condenser l'information qu'il reçoit. Au lieu d'emmagasiner l'information de faits x, y ou z il tend à

* Le mot « capability » a été traduit par capacité (voir à ce sujet Gagné, 1976).

regrouper les faits qui ont des caractéristiques communes et à raisonner à partir de ces caractéristiques extraites. Si un objet A possède des composantes observables a, b et c, et un objet B des composantes observables a et b, le récepteur aura tendance à former une « image générique » ayant les caractéristiques communes a et b. Cette image, qui permettra à l'individu d'identifier et de classer, est généralement appelée concept. Les paragraphes suivants traiteront de deux types de concepts : les concepts concrets et les concepts définis (Gagné, 1974).

Concepts concrets

L'observation de l'automate qui tente de déterminer à quel type de lampes, une lampe carrée appartient, aidera à faire saisir la notion de concept concret. Notons d'abord que pour identifier une lampe donnée comme étant « carrée » l'automate doit avoir en mémoire les caractéristiques a, b, c et d d'une lampe carrée. L'automate enregistre alors les composantes observables d'un objet Y de caractéristiques a, b, c, d, e, f et met ensuite en branle le processus visant à déterminer si l'objet possède ou non les caractéristiques d'une lampe carrée. L'objet perçu peut être de toute couleur ou de toute dimension, s'il possède les caractéristiques a, b, c et d il sera identifié comme étant une lampe carrée. On se rend facilement compte, dans l'exemple décrit, que, pour posséder la capacité concept concret, l'automate doit posséder des éléments d'information ou caractéristiques a, b, c, d et une routine lui permettant de vérifier si ces caractéristiques se retrouvent dans l'objet observé. Il s'agit là de ce que l'on a convenu d'appeler les aspects informationnel et opératoire d'une capacité. Parce que les caractéristiques du concept sont *observables* on dira qu'il s'agit d'un *concept concret*. Ainsi un concept concret X sera la capacité qui permettra à l'automate d'identifier les objets d'un ensemble donné au moyen d'éléments d'information a, b, c et d.

Concepts définis

Il a été mentionné précédemment que l'automate pouvait identifier les éléments d'une classe donnée lorsque les objets de cette classe avaient des caractéristiques observables. Mais un humain peut aussi classer des faits dont les composantes ne sont pas observables. Par exemple, un individu peut identifier, parmi plusieurs descriptions de systèmes politiques, celles qui correspondent à une démocratie ou à une monarchie. Il peut identifier, dans un ensemble de description de phénomènes physiques, celle qui décrit une accélération, l'énergie, la chaleur, etc. Dans de tels cas l'individu utilise une définition qu'il a intériorisée. Il doit utiliser une définition parce que certaines caractéristiques ou toutes les caractéristiques d'un fait ne sont pas observables. Nous définirons donc le concept défini comme étant une capacité qui permet à celui qui apprend de classer des faits au moyen d'une définition.

Règles

Le processus d'identification est rarement utilisé de façon isolée. Dans la majorité des cas ce processus est utilisé lors de l'application de règles. Pour fins d'illustration observons l'automate face à un objet, cherchant à identifier s'il s'agit d'une lampe carrée, d'une chaise ou d'un autre objet. Nous pouvons penser à juste titre qu'il utilise à ce moment la capacité concept concret. Mais il est aussi vrai d'affirmer qu'au même moment il applique une règle dont l'énoncé pourrait être : « s'il s'agit d'une lampe carrée, saisir la lampe, la soulever de deux pieds, tourner, etc. ». En fait notre automate utilise à ce moment un ensemble interrelié de concepts (lampe carrée, table, tourner, etc.) et c'est l'exécution de cet ensemble interrelié de concepts qui fera que l'automate placera les lampes carrées sur les tables. Cet ensemble de concepts est appelé règle. Nous remarquons à nouveau que cette capacité appelée règle possède un aspect informationnel et un aspect opératoire. Ainsi l'automate peut appliquer des règles parce que, d'une part, il possède de l'information provenant des concepts a, b, c et d qui constituent la règle et que, d'autre part, il est en mesure d'exécuter des opérations. À notre avis ces aspects informationnels et opératoires sont suggérés par Gagné (1974) lorsqu'il écrit : « nous disons qu'un individu a appris une règle lorsqu'il l'applique ou qu'il la suit en agissant. En d'autres mots une règle est une capacité apprise qui rend possible la réalisation de tâches par l'utilisation de symboles (le plus souvent il s'agit de symboles mathématiques ou des symboles d'une langue) », (traduction des auteurs).

Règle d'ordre supérieur

Il a été mentionné que lorsque l'automate tentait d'identifier un objet il appliquait par le fait même une règle. Mais, simultanément, il applique une règle d'ordre supérieur. Cette règle n'est pas très différente d'une règle simple puisqu'il s'agit d'une règle qui est tout simplement plus complexe que les règles qu'elle contient (Gagné, 1974, traduction des auteurs). À l'instar de la règle simple, la règle d'ordre supérieur possède un aspect informationnel et un aspect opératoire.

Description de la procédure

Afin de faciliter la description de la procédure de construction de hiérarchies d'apprentissage, examinons d'abord la façon dont on s'y est pris pour *enseigner* à l'automate comment exécuter une tâche. D'abord on peut noter que l'automate reçoit des informations, qu'il utilise ces informations lors de l'exécution d'un programme et que cette exécution donne comme résultat un comportement observable. Lorsque les caractéristiques a, b, c et d d'une lampe carrée furent fournies à l'automate il put s'engager dans des activités d'identification parce qu'il possédait déjà la routine décrite plus haut. Lorsque lui fut donnée l'information véhiculée par l'énoncé suivant : « s'il s'agit d'une lampe carrée, saisir la lampe, la soulever, tourner, etc. », il fut à même d'exécuter la règle correspondant à cet énoncé. Il est sans doute opportun de

mentionner que, dans chaque cas, l'information donnée par l'énoncé ou la définition était une condition nécessaire mais non suffisante à l'exécution. Pour que l'automate puisse exécuter un programme il devait avoir acquis l'aspect « opératoire » du programme. Il devait pouvoir vérifier si les caractéristiques étaient déjà présentes dans l'objet, dans le cas du concept, et il devait aussi pouvoir exécuter des opérations dans le cas des règles simples et des règles d'ordre supérieur.

Dans ce contexte on peut supposer une correspondance entre les mots et les caractéristiques d'un concept d'une part, et une correspondance entre les mots et les concepts et opérations d'une règle ou d'une règle d'ordre supérieur d'autre part. En définissant la procédure de construction de hiérarchies d'apprentissage, l'association : composantes d'une capacité — mots qui se rapportent à ces composantes, sera appelée le contenu informatif de la capacité. Ce contenu informatif sera symbolisé par (CI). En ce qui concerne la règle simple, le CI sera la description écrite de la démarche à suivre pour exécuter la tâche et, pour une règle d'ordre supérieur, le CI sera la description de la démarche ou le diagramme de la procédure à suivre pour exécuter la tâche. Dans le cas des concepts le CI sera la définition ou la liste des caractéristiques du concept. Par exemple, l'énoncé suivant : « la surface d'un rectangle est obtenue en multipliant la base par la hauteur », est le CI d'une règle. Comme on peut facilement le concevoir le CI suggère des sous-capacités (concepts de surface, rectangle, base d'un rectangle, hauteur d'un rectangle, règle pour la multiplication) qui seront parties intégrantes de la hiérarchie d'apprentissage du calcul de la surface d'un rectangle.

Diagramme de la procédure

Puisque la procédure de construction de hiérarchies d'apprentissage consiste en l'application systématique d'un ensemble de règles, un diagramme de la procédure peut être tracé (voir figure 4).

Dans ce diagramme les étapes 1 et 2 consistent à sélectionner et classer un objectif appartenant à la catégorie des habiletés intellectuelles. Dans le cas d'une règle d'ordre supérieur le diagramme qui illustre cette règle est tracé (étape 3). Ce diagramme représente simplement l'exécution de la règle d'ordre supérieur par un sujet hypothétique et le diagramme peut, ou non, contenir des branchements conditionnels. La procédure peut aussi être décrite au moyen d'un simple texte. Idéalement, le diagramme est construit de sorte qu'un ordinateur puisse l'exécuter. Cette façon « idéale » de décrire la règle d'ordre supérieur force l'analyste à faire ressortir toutes les capacités requises pour l'exécution de cette dernière. Lorsque le diagramme a été tracé, l'étape suivante (4) consiste à faire ressortir (écrire) le CI des règles de la règle d'ordre supérieur illustrées par le diagramme. Il n'y a pas de façon systématique d'extraire les règles du diagramme. À ce titre il s'est avéré utile de concevoir les losanges du diagramme comme contenant les caractéristiques des concepts, et les boîtes comme contenant des opérateurs ou d'autres règles.

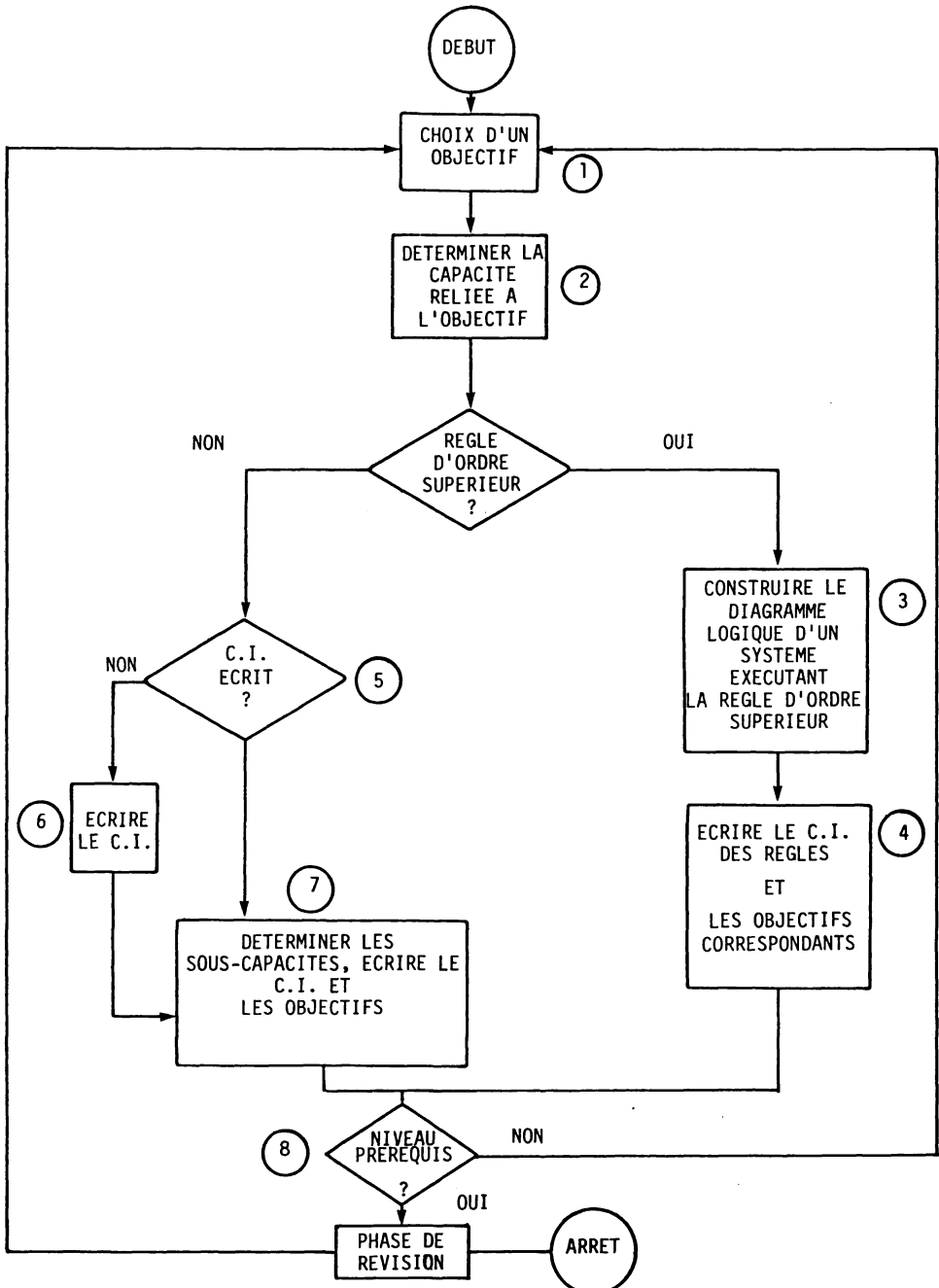


Figure 4- Diagramme logique de la procédure.

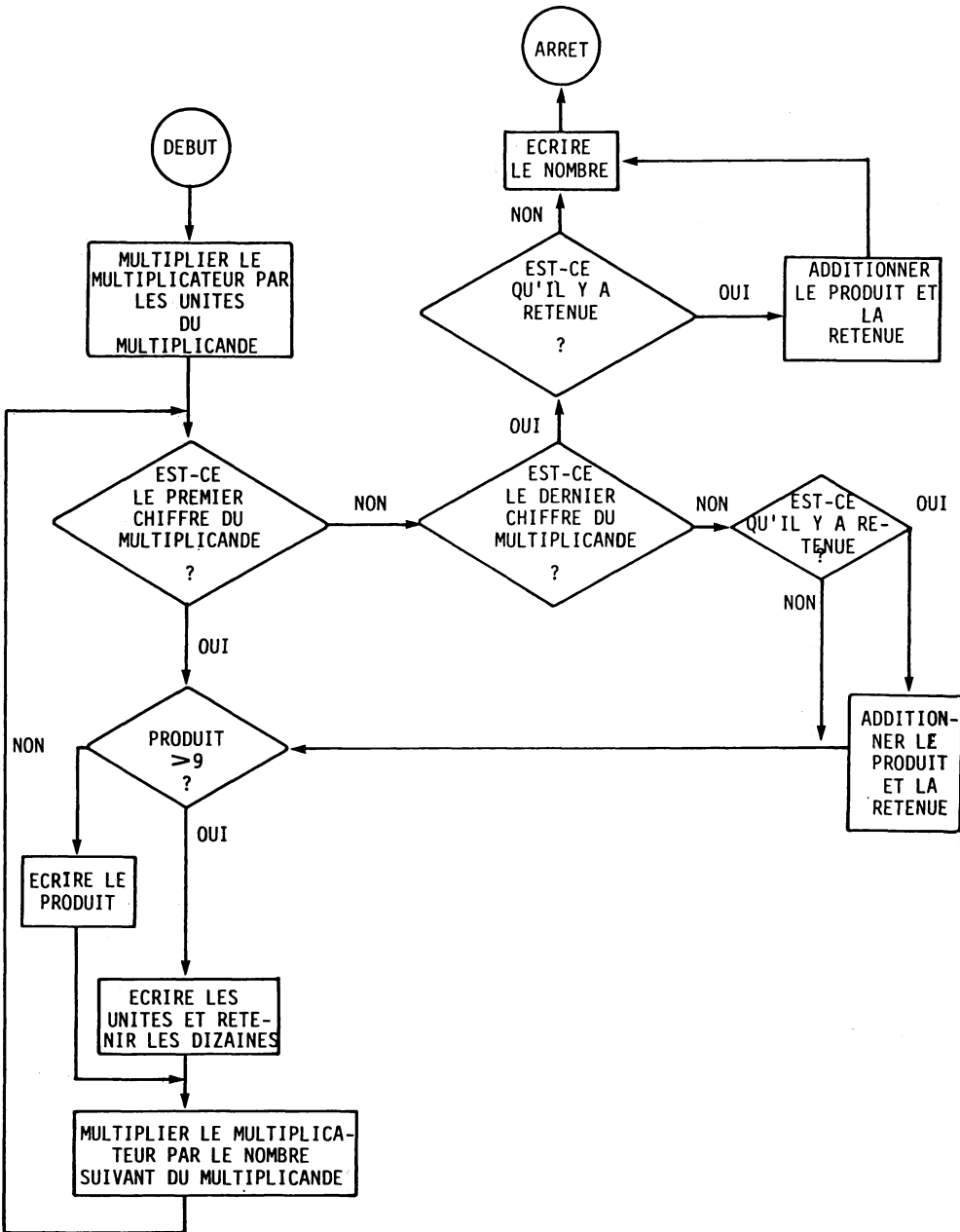


Figure 5- Diagramme de la multiplication d'un nombre de un chiffre par des nombres de plusieurs chiffres..

Une autre façon valable de faire ressortir les règles du diagramme est d'écrire les énoncés qui permettraient l'atteinte des règles par un sujet possédant déjà les habiletés prérequis. L'étape 4 se termine par la description du comportement observable correspondant à chacune des règles. Si le niveau des prérequis n'a pas été atteint un objectif intermédiaire est choisi et analysé comme aux étapes 1 et 2. Si la capacité est un concept défini ou une règle, la définition ou l'énoncé est écrite et les comportements correspondants définis. Les sous-capacités de chacune des capacités sont alors déterminées. Lorsque le niveau des prérequis a été atteint l'étape de la révision débute. Il s'agit alors de poser successivement, en partant du comportement terminal, la question suggérée par Gagné (1962) : « *Qu'est-ce que l'élève devrait savoir faire auparavant pour qu'avec un minimum de directives on puisse lui enseigner une capacité donnée ?* ».

Exemple d'utilisation

Nous présentons maintenant un exemple d'application de la procédure. Nous croyons que les explications données et le diagramme de la figure 5 suffiront à illustrer la procédure. De plus amples détails au sujet de l'application de la procédure peuvent être obtenus dans la thèse de doctorat de M. Lapointe-Aubin (1975).

La partie la plus difficile à réaliser consiste à traduire le diagramme en règles et concepts. À ce sujet toute liberté est laissée au spécialiste du contenu et à l'analyste en systèmes pédagogiques. Dans notre cas, après examen du diagramme, nous formulons l'énoncé suivant : « si l'on veut multiplier un nombre de 1 chiffre par un nombre de 1 chiffre ou plus, le multiplicateur multipliera chacun des nombres du multiplicande, un à la fois, de la droite vers la gauche ». Une autre règle qui semble ressortir est que : « Lorsque le produit de deux nombres est plus grand que 9, seulement l'unité est écrite. Les dizaines seront ajoutées au produit suivant du multiplicateur et du multiplicande ». D'autre part, nous découvrons que chacune de ces règles est construite d'autres règles ou concepts (multiplier des nombres de 1 chiffre, multiplicateur, multiplicande). La dernière étape de la procédure consiste alors à déterminer le comportement immédiat préalable au comportement terminal et ainsi de suite jusqu'à ce que le niveau des prérequis au cours soit atteint. Comme la figure 6 le fait ressortir, les règles et concepts sont identifiés et la relation entre ces capacités est établie en respectant la question suggérée par Gagné.

Conclusion

La construction de hiérarchies d'apprentissage constitue une étape importante de la planification de systèmes d'enseignement. L'expérience classique conduite par Gagné (1962) a ouvert la voie au développement de telles hiérarchies. La procédure qui a été décrite tente de définir avec le plus de précision possible le processus intellectuel dans lequel sont engagés le spécialiste du contenu et l'analyste en systèmes

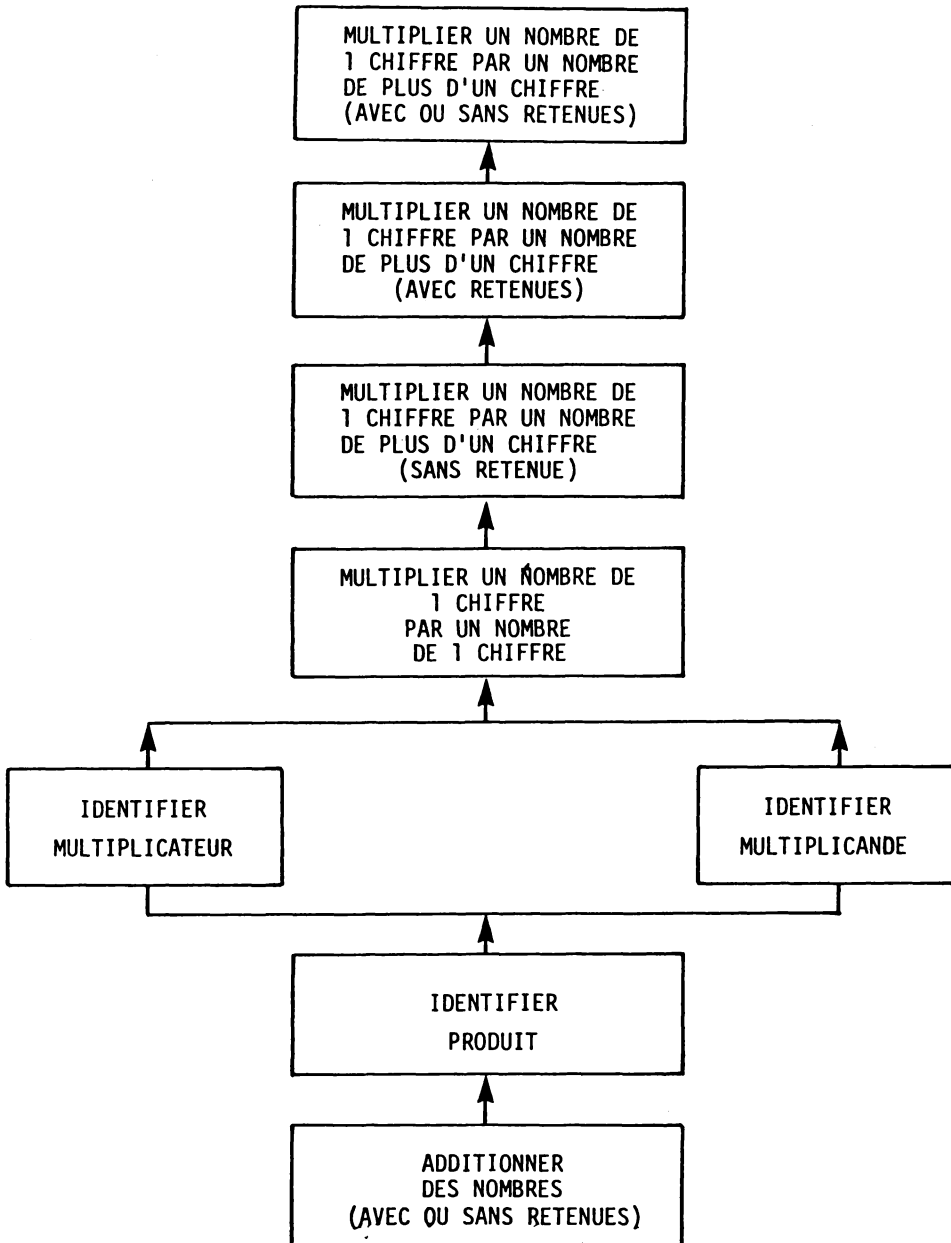


Figure 6- Hiérarchie d'apprentissage de la multiplication de nombres de 1 chiffre par des nombres de plus de 1 chiffre.

pédagogiques lorsqu'ils désirent faire ressortir les capacités qui seront enseignées dans un cours et l'interrelation entre ces capacités. La technique ne prétend pas résoudre de façon définitive le problème de la construction des hiérarchies d'apprentissage. À ce sujet est-il nécessaire de mentionner que la maîtrise du contenu à enseigner et l'expérience de l'enseignement de ce contenu facilitent grandement le travail d'analyse. Complétée par l'évaluation formative du système d'enseignement, la technique constitue à notre avis un outil précieux pour le spécialiste du contenu et l'analyste en systèmes pédagogiques. Ce sont les succès obtenus lors de son utilisation auprès d'étudiants — maîtres qui nous ont porté à décrire les différentes composantes de la technique.

NOTE :

*Ce texte est la traduction d'un article des auteurs paru dans la revue *Programmed Learning and Educational Technology*, Vol. 14, no. 4 novembre 1977.*

BIBLIOGRAPHIE

- BOWER, G.H., «Cognitive psychology an introduction». Dans W.K. Estes (Ed) *Handbook of learning and cognitive processes* (Vol. 1). Hillsdale, New Jersey : Laurence Erlbaum Associates Publishers, 1975.
- BRIGGS, L.J. *Handbook of procedures for the design of instruction*. Washington : American institutes for Research, 1970.
- EVANS, J.L., GLASER, R. et HOMME, L.E., *The RULEG System for the construction of programmed verbal learning sequences*. Pittsburgh : University of Pittsburgh, Department of Psychology, 1960.
- GAGNÉ, R.M., «The acquisition of knowledge». *Psychological Review*, 1962, 24, 355-365.
- GAGNÉ, R.M., «Learning hierarchies». *Educational Psychologist*, novembre 1968.
- GAGNÉ, R.M., *The conditions of learning* (2e édition). New York : Holt, Rinehart & Winston, 1970.
- GAGNÉ, R.M., *Essentials of learning for instruction*. Hinsdale, Illinois : The Dryden Press, 1974.
- GAGNÉ, R.M., *Les principes fondamentaux de l'apprentissage*. Montréal : Les Éditions HRW Ltée, 1976. (Traduit par R. Brien et R. Paquin).
- LAPOINTE-AUBIN, M., *Construction et évaluation d'un cours programmé sur la représentation cartographique du relief en secondaire I*, Thèse de doctorat, Université de Montréal, 1975.
- SINGER, R.N. et DICK, W., *Teaching physical education, a systems approach*. Boston : Houghton Mifflin Company, 1974.
- TUCKMAN, W.R. et EDWARDS, K.V., *A systems model for instructional design and management*. Educational Technology, septembre 1971.