

L'Observation et l'interprétation dans l'enseignement des sciences au secondaire

Thérèse Des Lierres et Marthe Demers
université de montréal

Les nouveaux programmes de sciences qui ont été élaborés au niveau secondaire depuis les années 1960 ont pour objectif l'acquisition de la méthode scientifique. Nous estimons cependant que cette stratégie d'enseignement est d'application impossible dans le contexte actuel de l'école secondaire; il semble en effet que l'individualité de l'adolescent et son manque de maturité soient des obstacles à l'acquisition de cette méthode. Devant ces faits, nous croyons qu'une stratégie fondée sur l'investigation est préférable pour inculquer les capacités désirées et atteindre les objectifs visés par les programmes de sciences. Nous situons ici l'investigation par rapport à la méthode scientifique et au processus de résolution de problèmes. Un examen de la documentation démontre qu'il existe peu de tests pour mesurer la capacité d'investigation. Un test, qui englobait huit composantes, a néanmoins attiré notre attention. Nous l'avons traduit et fait passer à des étudiants au Québec, mais l'analyse factorielle que nous avons effectuée ne nous a pas permis d'isoler ces huit composantes; elles paraissent trop étroitement liées pour être subdivisées en autant de composantes distinctes. C'est pourquoi nous n'avons retenu que deux composantes de base de la capacité d'investigation: *l'observation* et *l'interprétation*. A partir de leur définition opératoire, nous avons regroupé les composantes qui ensemble peuvent servir d'instrument de mesure. Dans l'article qui suit, nous exposons en détail notre approche et les raisons qui nous la font préconiser.

The new high school science curricula developed since the 1960s have been based on the learning of the scientific method. However, in the present high school context, the application of such a strategy cannot be carried out successfully; the individuality of the adolescent and his maturing process are obstacles for the acquisition of this method of learning. If the desired skills are to be acquired and the goals of the science programs attained, a strategy based on investigation is preferable. Investigation is defined in relation to the scientific method and the problem-solving technique. A review of the literature shows that few tests exist to measure investigative skills. One such test, however, covering eight skills, did attract our attention. When it was translated and given to classes in Quebec, we were unable through factor analysis to isolate these eight skills; they appear too closely linked to justify so many independent factors. We have therefore identified two independent basic investigation skills: observation and interpretation. From their operational definition, we have grouped items which taken together may be used as a measurement instrument. Details and justification for this approach are given.

Après avoir insisté particulièrement sur des connaissances de faits en enseignement des sciences, un mouvement de réforme s'est implanté vers les années 60: il s'agit d'un enseignement où se juxtapose au contenu une large part d'acquisition d'habiletés principalement reliées à la méthode scientifique. Concurrément, s'implantent des curricula modernes

(BSCS, ISP, PSSC) venus tout droit des Etats-Unis dont le but ultime était de faire vivre à travers eux et par les élèves, la méthode scientifique ou de faire pratiquer l'investigation. Depuis quelques années, la didactique des sciences à l'Université de Montréal privilégie l'investigation aux autres stratégies semblables.

Dans cet article, il sera question de situer l'investigation face au problem-solving et à la méthode scientifique. Nous décrirons certains tests et attacherons une attention plus particulière à l'analyse du test de Tannenbaum (1968) (*le Test of Science Processes*); nous verrons comment nous sommes arrivés à identifier et à définir ce qui nous apparaît les deux habiletés fondamentales de l'investigation: l'observation et l'interprétation.

QU'ENTEND-ON PAR INVESTIGATION?

Situons l'investigation en débutant par la définition du problem-solving et de la méthode scientifique.

En s'appuyant sur la théorie de Gagné, telle que décrite dans Collette (1973) et dans Tillman (1976, p. 235), le problem-solving exige de l'apprenant la connaissance préalable de principes qu'il devra par la suite appliquer à diverses situations:

According to Gagné, problem-solving is using principles to achieve some goal. The major outcome of problem-solving, maintains Gagné, is the acquisition of a higher-order principle. In solving a problem principles must be combined in particular ways to reach the solution. (Collette, 1973, p. 177)

La solution de problèmes est donc basée sur des règles apprises au préalable.

La méthode scientifique, habituellement définie à travers ses étapes, fait figure de procédé (Pierce & Lorber, 1977, p. 104; Voss & Brown, 1968, p. 38). Il y a alors danger de ne s'attacher qu'à sa structure. Ce qui fait écrire à Collette (1973):

Thousands of young people have memorized the steps and chanted them back to their teachers while probably doubting intuitively their appropriateness. (p. 9)

La même citation aurait pu s'appliquer chez nous. Dans le contexte scolaire actuel au niveau secondaire, il appert, d'après notre expérience personnelle que l'investigation sert mieux le spectre des objectifs préconisés par les programmes de sciences que le problem-solving ou la méthode scientifique.

Pour nous, l'investigation apparaît comme une recherche attentive et approfondie sans étapes rigoureusement stéréotypées. Elle laisse davantage place à l'initiative et à la créativité chez l'apprenant.

L'investigation demeure une tactique aussi valable que la méthode scientifique et le problem-solving dans l'acquisition d'habiletés telles que: observer, classer, comparer, poser un problème, formuler des hypothèses, planifier une expérimentation, expérimenter, interpréter, conclure, inférer, prédire, etc. . . . Vu sous cet angle (l'acquisition des habiletés), l'investigation offre une plus grande flexibilité que les deux autres modes dont il est question ici et en fait une tactique de choix pour toutes les clientèles scolaires facilitant l'articulation des domaines cognitifs, affectifs et psycho-moteurs.

Si on nous demandait de donner un concept-clé pour caractériser le problem-solving, la méthode scientifique et l'investigation, nous répondrions:

- le problem-solving: orientation vers le choix et l'*application* de principes
- la méthode scientifique: orientation vers une démarche, un *procédé*
- l'investigation: orientation surtout vers les *objectifs à atteindre*, les habiletés à faire acquérir.

Ces concepts ne sont pas exclusifs à chacun des termes mentionnés mais nous apparaissent prédominants à l'un ou à l'autre.

Une fois l'investigation ainsi définie, nous avons cherché à identifier à travers des tests les habiletés les plus souvent mentionnées comme la caractérisant.

LES HABILETES D'INVESTIGATION IDENTIFIEES A TRAVERS DES TESTS

C'est en voulant savoir où en sont nos élèves du secondaire I, II, et III dans l'acquisition d'habiletés d'investigation que nous avons été amenés à identifier et à définir ces habiletés. Il s'agissait donc de chercher un test possédant les critères suivants: test objectif, ne demandant pas de connaissances scientifiques et s'adressant aux élèves du premier cycle du secondaire. Ce type de test s'avère le plus pratique pour l'administration, la correction, et l'analyse des résultats. Nous avons été alors confrontés avec le paradoxe suivant: bien qu'il y ait d'une part implantation de l'investigation dans les nouveaux curricula, il y a d'autre part pénurie d'instruments valables pour en évaluer les habiletés.

À l'élémentaire, le *Science Process Instrument* du programme *Science — A Process Approach* de l'*American Association for the Advancement of Science* (1970) désire évaluer des habiletés comme l'observation, la classification, la prédiction, etc. . . . Ce test ne répondait pas à nos critères parce qu'il doit être passé à un ou deux élèves à la fois seulement. Des thèses de doctorat portant sur l'évaluation de certaines habiletés d'investigation ont été recensées, comme par exemple celle de Molitor (1971), O'Toole (1966), Riley (1972), Wallace (1974), et plusieurs autres. Ces tests sont

intéressants mais s'adressent à l'élémentaire et sont trop faciles pour le début du secondaire.

Ceux s'adressant au deuxième cycle du secondaire ont le désavantage contraire: ils sont trop difficiles et demandent trop souvent des connaissances de faits, délaissant certaines habiletés cognitives plus évoluées préconisées par les objectifs des programmes de science. Une étude le montre: Pancella en 1970 analyse 41 tests commercialisés de biologie adressés aux élèves de secondaire IV. Il classe chacun de leurs items dans une des catégories de Bloom. Fait très significatif, seul le *Processes of Science Test* du BSCS (1962) atteint au moins la catégorie 3: application. Tous les items des autres tests s'en tiennent aux catégories de la connaissance et de la compréhension. Ils semblent donc attacher peu d'importance à un éventail valable d'habiletés d'investigation.

Le premier cycle du secondaire est un niveau délaissé et encore peu exploité. Hungerford (1969) (et à sa suite Knapp, 1973; Tomera, 1974; Walding, 1974) s'est intéressé à trois habiletés pour ce niveau: l'observation, la comparaison, et la classification. Son *Scientific Observation and Comparison Skill Test* et son *Algae Classification Test* sont basés sur des spécimens d'algues et de ramilles d'arbres décidus ce qui demande à notre point de vue la connaissance de termes scientifiques; de plus ces tests ne sont pas de type objectif. Notre attention et notre choix se sont alors portés sur la recherche de Tannenbaum (1968) qui semblait offrir un éventail des principales habiletés typiques de l'investigation.

Tannenbaum (1968) à Columbia University est aux prises lui aussi avec les mêmes problèmes que nous: il ne trouve pas de test valable pour évaluer des habiletés d'investigation au premier cycle du secondaire. Il décide d'en créer un. Sa première étape est de sélectionner des comportements scientifiques appropriés aux élèves du premier cycle du secondaire à partir de manuels scolaires et de recherches intéressées à ce niveau. Ces comportements sont par la suite réorganisés, condensés et catégorisés en huit habiletés: observer, comparer, classifier, quantifier, mesurer, expérimenter, inférer, prédire (p. 53).

Ces huit habiletés sont définies en 53 comportements; 22 juges en ont assuré la clarté, la pertinence face aux courants modernes en éducation, et le degré de difficulté selon le niveau scolaire. Tannenbaum, partant de ces comportements crée un test sur les huit habiletés: le *Test of Science Processes*. Ce test servira par la suite à d'autres recherches: Butzow et Sewell (1971), Batten (1976), Haley (1973), Stevens (1975), Stevens et Atwood (1978), et Van Bever (1974). Nous avons alors traduit ce test et trois personnes en ont fait une adaptation québécoise.

EXPERIMENTATION DU TEST DE TANNENBAUM

La version québécoise du test de Tannenbaum a été passée à six classes (deux de secondaire I, deux de secondaire II, et deux de secondaire III)

choisies au hasard dans les cinq régions de la Commission des Ecoles Catholiques de Montréal en 1977 ($C = 145$). Les résultats ont servi à épurer et valider le test. Toutes les analyses statistiques sont consignées dans un document (qualifying paper) présenté à la Faculté des sciences de l'éducation, Université de Montréal (Des Lierres, 1978). Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'analyse factorielle en vue de circonscrire les huit habiletés annoncées par Tannenbaum et qui nous semblaient fondamentales à la définition de la notion d'investigation. Comme on le voit au tableau qui suit, l'analyse factorielle a indiqué 22 facteurs dont la valeur propre est plus grande que 1 au lieu de 8 facteurs: un facteur explique à lui seul 14,2% de la variance, ce qui équivaut à plus de trois fois la valeur du deuxième facteur. Par conséquent, les huit habiletés pronées par Tannenbaum ne sont pas mesurées par son test d'une façon indépendante (Tableau 1).

TABLEAU 1
Analyse factorielle

<i>Facteur</i>	<i>Valeur propre</i>	<i>% variance</i>	<i>% cumulatif</i>
1	8,648	14,2	14,2
2	2,265	4,3	18,5
—	—	—	—
—	—	—	—
22	1,012	1,7	67,5
23	,99	1,6	69,2

D'ailleurs, ce problème se retrouve dans le cadre théorique du test même de Tannenbaum: certaines habiletés sont définies par d'autres habiletés également retrouvées dans sa liste. En voici un exemple;

- parmi les comportements qui définissent l'habileté d'expérimentation, on trouve: utiliser les habiletés d'inférence et de prédiction pour interpréter les résultats obtenus... (traduction: Tannenbaum, 1968, p. 75).

A la lumière de ces résultats et si on tient compte aussi de la sémantique, il nous apparaît que certaines habiletés ne peuvent être évaluées indépendamment l'une de l'autre. Par exemple, lorsqu'on évalue l'habileté de comparaison, n'évalue-t-on pas en même temps l'habileté d'observation?

L'observation et l'interprétation nous sont apparues depuis longtemps comme deux habiletés fondamentales de l'investigation; si on avait à les situer sur un continuum, l'observation se trouverait au départ, et l'interprétation à un niveau plus élevé. Sous cet angle, l'observation se ren-

contrerait au stage opérationnel concret du raisonnement puisqu'elle porte sur des objets et demande l'intervention des sens alors que l'interprétation se rencontrerait au stage opérationnel formel étant liée à l'analyse et à la synthèse (Renner & Grant, 1978). Entre ces extrêmes se situe une séquence d'habiletés dont les manifestations comportementales chevauchent à un point tel qu'il devient difficile de les délimiter et de les isoler.

Nous ne nous sommes alors intéressés qu'à ces deux habiletés: l'observation et l'interprétation, désirant pouvoir les évaluer de façon indépendante car si "Observing is a fundamental activity of scientists," comme on le lit dans le *BSCS Newsletter* (1977), "Opinion, interpretation, and speculation are not, of course, a part of observing" (p. 3).

L'OBSERVATION ET L'INTERPRÉTATION: DEUX HABIETES FONDAMENTALES

Un long cheminement de réflexion, de lecture et d'analyse de tests nous ont amené à nous intéresser à ces deux habiletés seulement: l'observation et l'interprétation. Nous avons aussi été aidés par des séminaires et des discussions avec des maîtres et des chercheurs.

A la lecture des définitions qui suivent, on pourra constater que les termes observation et interprétation sont employés dans un sens large. Nous avons cherché à définir ces habiletés en comportements pouvant être évalués par un test de type objectif. C'est pourquoi, on ne retrouve pas, par exemple, une définition de l'observation comme "décrire tout ce qu'on voit d'un objet," observation que nous avons qualifiée d'ouverte."

L'OBSERVATION

Voici la définition que nous avons retenue pour l'observation telle qu'exprimée à travers une liste d'items à choix multiple.

Habilité: OBSERVATION

Pour démontrer son habileté à observer, l'élève devra être capable de:

- a) choisir l'énoncé décrivant ce qu'il voit
- b) trouver des ressemblances et (ou) des différences
- c) classer des objets à partir d'un critère donné ou choisir quel(s) critère(s) classe(nt) des objets.

Les auteurs s'accordent pour désigner l'observation comme "the most basic process of science" (Fourastié, 1966; Showalter, 1975). L'observation est l'habileté de base de toute pensée scientifique. Pour nous, préoccupés de didactique, l'observation recouvre aussi la comparaison, et la

classification de sorte que nous avons transposé ces substantifs en comportements susceptibles de définir l'observation.

Il est vrai que l'habileté de classification est plus complexe que l'habileté d'observation au sens strict. Hungerford et al. (1976, p. 53), appuyés par certaines recherches, considèrent l'observation et la comparaison comme des habiletés pré-requises à la classification. Quant à nous, nous considérons comme Hungerford que l'observation est pré-requise à la comparaison; de sorte que l'habileté d'observation est fondamentale aux deux habiletés mentionnées et qu'il n'est pas possible de les évaluer de façon indépendante.

Ennever et Harlen (1975) viennent renforcer l'idée de considérer l'habileté d'observation dans un sens très large. Ces auteurs résument en neuf unités les objectifs les plus importants de l'enseignement des sciences. On lit à la deuxième unité: "observing, exploring and ordering observations," c'est-à-dire un regroupement de ces habiletés, comme nous l'avons déjà mentionné.

D'autres recherches mentionnent également la forte relation existant entre l'observation au sens strict, la comparaison et la classification: Butyow et Sewell (1971), Dietz et George (1971), et Kaur (1973).

L'INTERPRETATION

Notre définition de l'interprétation telle qu'exprimée à travers une liste d'items à choix multiple se lit:

Habileté: INTERPRETATION

Pour démontrer son habileté à interpréter, l'élève devra être capable de:

- a) tirer une conclusion à partir de données ou d'observations
- b) identifier les données nécessaires ou les procédés utilisés pour justifier une conclusion particulière
- c) identifier de(s) facteur(s) susceptible(s) de causer un changement dans un système donné ou l'intention dans une expérience donnée (variables)
- d) interpoler dans un tableau contenant des chiffres ou extrapoler (prédire en se basant sur des données observées un événement futur).

De même que pour l'observation, l'interprétation est définie dans un sens large. Les deux premiers comportements qui sont l'inverse l'un de l'autre pourraient être nommés l'inférence. Le dictionnaire Larousse ne donne-t-il pas comme synonyme au verbe inférer, le verbe conclure? Quant au troisième comportement qui demande à l'élève d'être capable d'identifier les variables, il nous vient de Tannenbaum dans sa définition

même de l'inférence. Enfin, les derniers comportements qui sont l'interpolation et l'extrapolation font partie intégrante de l'interprétation lorsqu'on se réfère à Klopfer (1971, p. 570). Pour résumer, examinons la taxonomie de Bloom (1956/1969); sous le mot compréhension, trois habiletés sont identifiées: la transposition, l'interprétation, et l'extrapolation. Les deux dernières nous intéressent. Voyons quelques phrases-clés lues dans la taxonomie de Bloom:

L'élève manifeste sa capacité d'interpréter lorsqu'il sait tirer une conclusion, généraliser ou résumer. (p. 101)

... l'interpolation peut être considérée comme un genre d'extrapolation. (p. 101)

Une extrapolation exacte exige du lecteur qu'il soit à même de transposer et d'interpréter le document et qu'il puisse en outre étendre les courants et tendances au-delà des données et faits communiqués. (p. 105)

Il devra se souvenir qu'une extrapolation ne peut être autre chose qu'une inférence. (p. 105)

Dans le BSCS Newsletter (1977), on écrira à propos de l'inférence, "It requires extrapolation" (p. 3).

Nous avons donc choisi le terme interprétation pour chapeauter des habiletés très reliées entre elles.

L'observation et l'interprétation définies dans un sens large nous semblent deux habiletés fondamentales de l'investigation. L'observation (la comparaison et la classification étant incluses) représente un premier niveau et amorce souvent un début de procédure scientifique. L'interprétation qui à son tour englobe l'inférence, la recherche des variables, l'interpolation et l'extrapolation représente un niveau d'abstraction formel. A la suite de nos travaux, l'observation et l'interprétation nous apparaissent alors comme deux outils de base pour cheminer d'un niveau cognitif du raisonnement à un autre.

Nous nous proposons maintenant, à partir de nos définitions de construire un test pour mesurer de façon respective l'observation et l'interprétation chez nos élèves du début du secondaire.

REFERENCES

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). *Science process instrument*. AAAS Publication, 1970.
- Batten, R. W. Use of science processes by earth science students, and aspects of their achievement, previous science curriculum and the educational and instructional experience of their teachers. *Dissertation Abstracts International*, 1976, 37(5), 2761-A.
- Bloom, B. S. [*Taxonomie des objectifs pédagogiques*.] (P. Lavallée, trad.). Montréal: Education Nouvelle, 1969. (Publiée originellement, 1956.)
- BSCS. *Processes of science test*. New York: Psychological Corporation, 1962.

- BSCS. What me in the future is about: Definitions, goals, basic assumptions, and design. *BSCS Newsletter*, 1977, 66, 1-5.
- Butyow, J. W., & Sewell, L. E. *The process learning components of introductory physical science*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 052 047)
- Collette, A. T. *Science teaching in the secondary school*. Boston: Allyn and Bacon, 1973.
- Des Lierres, T. *Recherche sur la validation d'un test traduit et adapté pour le Québec*. Texte inédit, 1978.
- Dietz, M. A., & George, K. D. How do children classify objects? *Journal of Research in Science Teaching*, 1971, 8(3), 277-283.
- Ennever, L., & Harlen, W. *With objectives in mind. Guide to science 5-13*. London, New York: Macdonald Educational, 1975.
- Fourastié, J. *Les conditions de l'esprit scientifique*. France: Gallimard, 1966.
- Haley, C. D. A determination of the relationship between content structure, concrete referents, mental readiness and student attainment of selected cognitive skills in a physical science program. *Dissertation Abstracts International*, 1973, 34(8), 4909-A.
- Hungerford, H. R. The effects of observation and comparison skill training on classification performance in junior high science. *Science Education*, 1963, 53, 53-60.
- Hungerford, H. R., & Miles, D. T. A test to measure observation and comparison skills in science. *Science Education*, 1969, 53, 61-67.
- Hungerford, H. R. et al. Notes on researching the process of scientific classification with both adolescent and adult populations. *School Science and Mathematics*, January, 1976, pp. 50-56.
- Kaur, R. Evaluation of the science process skills of observation and classification. *Dissertation Abstracts International*, 1973, 34(1), 186-A.
- Klopfer, L. E. Evaluation of learning in science. Dans B. Bloom, J. Hastings, & G. Madaus, *Handbook on formative and summative evaluation of student learning*. New York: McGraw-Hill, 1971.
- Knapp, C. E. The acquisition and transfer of botanical classification by elementary science methods students. *Dissertation Abstracts International*, 1973, 34(4), 1727-A.
- Molitor, L. *Science process skills test*. Unpublished doctoral dissertation, University of Pennsylvania, 1971.
- O'Toole, R. *Fifth grade science problem solving test*. Unpublished doctoral dissertation, University of Northern Colorado, 1966.
- Pancella, J. R. Use of *Taxonomy of educational objectives handbook I: Cognitive domain* (Bloom) to analyze and describe standardized and commercial tenth grade biology examinations. *Dissertation Abstracts International*, 1970, 31(8), 3983-A.
- Pierce, W. D., & Lorber, M. A. *Objectives and methods for secondary teaching*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1977.
- Renner, J. W., & Grant, R. M. Can students grasp physics concepts? *The Science Teacher*, 1978, 45(7), 30-33.
- Riley, J. W. *The development and use of a group process test for selected processes of the science curriculum improvement study*. Unpublished doctoral dissertation, Michigan State University, 1972.
- Showalter, V. Program objectives and scientific literacy. *Prism II*, 2, (3 & 4).
- Stevens, S. J. The effects of the introductory physical science program on science process skills. *Dissertation Abstracts International*, 1975, 36(4), 2125-A.

- Stevens, T., & Atwood, R. Do cognitive preferences of ninth-grade students influence science process achievement? *Journal of Research in Science Teaching*, 1978, 15(4), 277-280.
- Tannenbaum, R. S. *The development of the test of science processes*. Unpublished doctoral dissertation, Columbia University, 1968.
- Tillman, M., Bersoff, D., & Dolly, J. *Learning to teach*. Lexington: Heath, 1976.
- Tomera, A. Retention of the science processes of observation and comparison in junior high school students. *Science Education*, 1974, 58(2), 185-193.
- Van Bever, R. A. An evaluation of the mastery of selected process skills by elementary school students in the Detroit public school. *Dissertation Abstracts International*, 1975, 35(12), 7744-A.
- Voss, B. E., & Brown, S. B. *Biology as inquiry*. Saint Louis: Mosby, 1968.
- Walding, H. G. The measurement of the acquisition and transfer abilities of junior high school students in performing the scientific process of classification. *Dissertation Abstracts International*, 1974, 35(7), 4143-A.
- Wallace, C. *ERIE science process test*. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 095 015)

Mesdames Thérèse Des Lierres et Marthe Demers sont toutes deux à la Faculté des sciences de l'éducation à l'Université de Montréal, Montréal, Québec H3C 3T3.