

Acquis scolaires et performances cognitives : mise à l'épreuve d'une hypothèse implicative

Christian PELLOIS

UFR de psychologie
Laboratoire Psychologie (PPF)
Université de Caen
Esplanade de la paix, 14000 Caen
Pellois.christian@wanadoo.fr

Résumé. L'analyse statistique implicative élargit le champ du traitement des relations reconnues entre variables. En ce sens elle constitue une avancée importante dans le domaine des modèles structuraux appliqués aux données. Mais, comme tout modèle de traitement, son application en sciences humaines n'est pas sans poser des questions d'interprétation des résultats obtenus. Cet article se propose, à partir de résultats recueillis dans le cadre de recherches réalisées, de faire valoir, en même temps que la présentation des résultats obtenus, les difficultés méthodologiques que soulève son utilisation.

1 Introduction

A un âge donné, quels rapports de dépendances simples ou complexes peut-il y avoir entre acquis scolaires et habiletés cognitives du sujet ? Tel est la question ici posée et mise à l'épreuve de l'analyse implicative, dans le cadre d'une recherche de psychologie, abordée, par ailleurs, à l'aide d'autres modèles structuraux.

2 L'expérimentation mise en œuvre, les méthodes utilisées

2.1 Le cadre : bref rappel

Les travaux considérés, portent, d'une part, sur l'influence d'ateliers de remédiation cognitive, proposés en collège, sur des performances, et leurs évolutions, observées à partir des épreuves retenues selon un modèle du développement cognitif, construit, à la fois, sur la base des acquis scolaires et les habiletés cognitives plus larges des élèves (C. Pellois, 2002, 2003). Ils portent, d'autre part, sur la recherche de structures implicatives sous jacentes aux performances observées, à des occasions successives. C'est essentiellement cette dernière partie de la recherche qui est présentée ici.

2.2 Les méthodes

Les analyses, concernant le premier point évoqué ci-dessus ont été menés à l'aide d'outils d'analyse statistique multi-variée et du modèle structural LISREL (Pellois C., 2002, 2003). Ceux, concernant le second point, ont été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse implicative CHIC (Gras R., 1996, 2004, 2005).

Un des aspects à élucider, à l'âge et au niveau scolaire considéré, à savoir les classes de 6^{ème} et de 5^{ème} de collège, est d'évaluer les performances cognitives larges susceptibles d'être nécessaires à la maîtrise des contenus scolaires en français et en mathématiques (hypothèse « *psychologique* »). Ou, inversement, faire valoir que les performances cognitives nécessitent l'exercice visant à l'acquisition de connaissances scolaires. (hypothèse « *pédagogique* »).

Les épreuves proposées sont les épreuves d'évaluation en français et en mathématiques 6^{ème}, des épreuves psychotechniques qui, pour la clarté de la présentation des résultats, ne seront pas toutes évoquées ici.

Les épreuves d'évaluation en français porte sur quatre domaines¹ : la compréhension [FR1], l'expression ([FR2] et [FR3]), la connaissance du code [FR4].

¹ Les indications entre parenthèses renvoient aux abréviations utilisées dans les analyses statistiques. Elles sont reprises ensuite dans le texte.

L'évaluation en mathématiques porte, elle, sur cinq dimensions : la numération, les nombres décimaux [M1], les techniques opératoires [M2], le sens des opérations [M3], les figures géométriques [M4], les capacités de réception, traitement, production de données [M5].

Les dimensions cognitives relèvent de deux épreuves : l'ECNI et l'épreuve de mesure de la MLT.

L'Echelle Collective de Niveau Intellectuel (ECNI) est composée de huit subtests. Quatre subtests relèvent d'une dimension verbale : le subtest « vocabulaire » [VOC] de maîtrise conceptuelle des mots, le subtest « proverbe » [PRO] de compréhension verbale, le subtest « analogie verbale » [AV] d'application d'une règle portant sur le rapport entre deux premiers termes appliquée à un quatrième terme au regard d'un troisième, le subtest « appartenance à deux classes » [A2C] d'intersection logique de classe sur données lexicales. Les quatre autres subtests portent sur une dimension non verbale. Le subtest « séries numériques » [SN] propose de trouver les nombres manquant à une série de nombres après avoir trouvé la (ou les) règle(s) qui les relie. Le subtest « matrices » [MAT] est une épreuve identique à « analogie verbale », mais sur données figuratives. Le subtest « un élément différent » [ED] invite de trouver le seul dessin différent de tous les autres. Le subtest « différence » [DIF] demande de trouver, parmi une série de plusieurs figures, la figure la plus différente de la figure présentée en tête de série.

L'épreuve de mémoire à court terme (MLT) porte sur quatre contenus : des signes (ponctuation, signes mathématiques, etc.) [Signe], des mots [Mot], des dessins figuratifs schématiques [Image], des chiffres ou nombres à plusieurs chiffres [Chiffre]. Dans cette épreuve, il s'agit, après l'observation pendant 2 minutes de chacune des planches proposées, puis le développement d'une autre activité pendant 2 minutes, de reproduire, de mémoire, sur une planche vierge, les contenus correspondant aux cases des planches initialement observées.

Le relevé des scores obtenus à ces différentes épreuves s'est fait dans deux collèges à trois occasions : au premier trimestre de la scolarité en classe de 6^{ème} (1^{ère} occ.), en fin de classe de 6^{ème} (2^{ème} occ.), puis en fin de scolarité en classe de 5^{ème} (3^{ème} occ.). N'ont été pris en compte, sur une population totale au départ de 224 élèves, que les élèves présentant la totalité des scores recueillis aux trois occasions, soit 100 élèves.

Concernant les mesures à chaque occasion l'écriture retenue est la suivante : pour les épreuves de contrôle de connaissances en français et mathématiques le numéro correspondant à l'occasion considérée vient après le premier numéro correspondant au domaine répertorié (ex. : [FR12] pour rendre compte du score obtenu en français dans le domaine de la compréhension à la seconde occasion) ; pour les épreuves psychotechniques le numéro de l'occasion considérée suit l'abréviation retenue (ex. : [VOC1] pour rendre compte du score obtenu à l'épreuve vocabulaire à la première occasion).

Concernant l'ensemble de ces épreuves une remarque doit aussi être formulée. Si les épreuves psychotechniques ne présentent aucun inconvénient à ce que leur soit appliqué un traitement quantitatif, les épreuves d'évaluation des connaissances acquises en français et en mathématiques n'ont pas été conçues en ce sens et même si elles peuvent donner lieu à des résultats quantifiés, l'esprit dans lequel elles ont été conçues est totalement différent. En effet, même si ces résultats renvoient à une évaluation sommative et/ou diagnostique, il réfère davantage au traitement qualitatif des contenus dans la perspective de remédiations pédagogiques aux difficultés rencontrées par les élèves dans l'acquisition des connaissances de l'enseignement élémentaire. La dimension quantitative en rapport avec l'évaluation sommative a toutefois été retenue, ici, concernant ce type d'épreuve.

Les élèves considérés passent les épreuves trois fois successivement. Plusieurs observations sont attendues :

- des structures implicatives apparaissent entre les variables à une occasion donnée, certaines performances étant susceptibles d'être nécessaires à l'expression d'autres, ou à l'acquisition de connaissances ;
- la performance à une occasion, pour une même épreuve implique la performance à cette même épreuve à l'occasion précédente ;
- le score à une occasion donnée à une épreuve, notamment, en fonction de l'hypothèse formulée, à une épreuve de contrôle des acquis scolaires (savoirs et savoir faire) en français et en mathématiques, implique une performance initiale, à l'occasion précédente, à des épreuves cognitives (dimension psychotechnique).

En fait la logique implicative inhérente à la distribution des données dans le cas d'une évolution forte des performances entre les occasions favorise plutôt la relation inverse. Le traitement des données amalgamant les performances aux différentes occasions est donc plus source de confusion que susceptible de faire valoir des résultats pertinents.

3 Les résultats

3.1 Graphes de présentation des observations réalisées

Tenant compte des remarques méthodologiques qui précèdent, les analyses implicatives ont été développées seulement à chaque occasion. Il convient de retenir principalement les mesures effectuées à la première et la seconde occasion. Les mesures effectuées à la troisième occasion, pour des raisons liées à des difficultés de reproduction, une troisième fois, du protocole entier d'évaluation, sont incomplètes et ne seront retenues que pour faire valoir d'éventuelles confirmations d'observations faites aux deux premières occasions sur la dimension cognitive.

Que ce soit à la première ou à la seconde occasion, sur l'ensemble des données disponibles et aux indices de .75, .70, .65, .60, une structure implicative apparaît, effectivement, entre des variables, parmi l'ensemble de celles considérées (Cf. Fig. 1 et Fig. 2 ci-dessous, la figure 3 concernant uniquement les variables cognitives de l'ECNI).

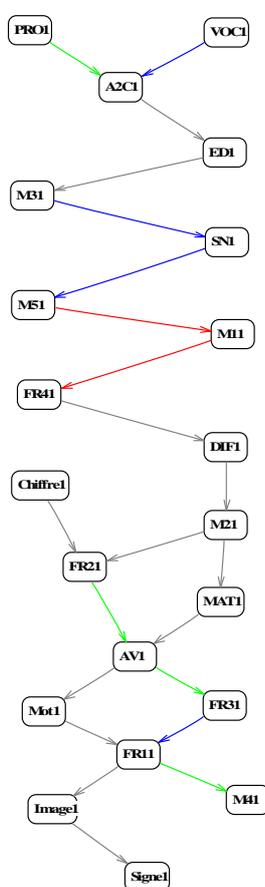


FIG. 1 – Structure implicative entre les variables à la première occasion². PRO1 → A2C1 signifie que « proverbes » implique « appartenance à deux classes » à la première occasion (aux seuils .75 flèche rouge, .70 flèche bleu, .65 flèche verte et .60 flèche grise).

² Rappel des dimensions (NB à la première occasion ajout du chiffre 1 en plus) considérées. En Français : La compréhension [FR1], l'expression ([FR2] et [FR3]), la connaissance du code [FR4] ; La numération, les nombres décimaux [M1], les techniques opératoires [M2], le sens des opérations [M3], les figures géométriques [M4], les capacités de réception, traitement, production de données [M5] ; les variables cognitives sont : « vocabulaire » [VOC], « proverbe » [PRO] (compréhension verbale), « analogie verbale » [AV] (application d'une règle portant sur le rapport entre deux premiers

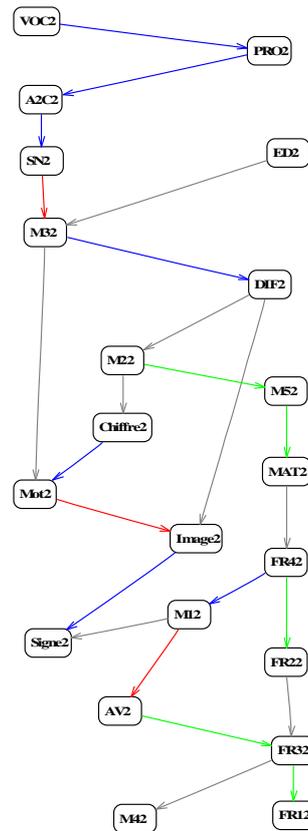


FIG. 2 – Structure implicative entre les variables à la seconde occasion³. PRO1 → A2C1 signifie que « proverbes » implique « appartenance à deux classes » à la première occasion (aux seuils .75 flèche rouge, .70 flèche bleue, .65 flèche verte et .60 flèche grise).

termes appliquée à un quatrième terme au regard d'un troisième), « appartenance à deux classes » [A2C] (intersection logique de classe sur données lexicales), « séries numériques » [SN] (trouver les nombres manquant à une série de nombres après avoir trouvé la (ou les) règle(s) qui les relient), « matrices » [MAT] (identique à « analogie verbale », mais sur données figuratives), « un élément différent » [ED] (trouver le seul dessin différent de tous les autres), « différence » [DIF] (trouver, parmi une série de plusieurs figures, la figure la plus différente de la figure présentée en tête de série), l'épreuve de mémoire à court terme de signes (ponctuation, signes mathématiques, etc.) [Signe], de mots [Mot], de dessins figuratifs schématiques [Image], de chiffres ou nombres à plusieurs chiffres [Chiffre].

³ Idem note 2 (NB à la seconde occasion ajout du chiffre 2 en plus).

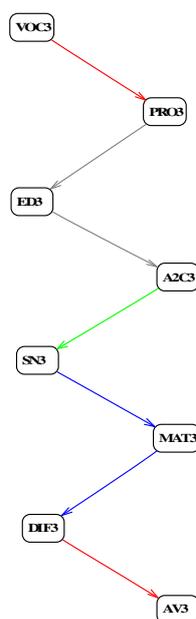


FIG. 3 – Structure implicative entre les variables à la troisième occasion⁴. $PRO1 \rightarrow A2C1$ signifie que « proverbes » implique « appartenance à deux classes » à la première occasion (aux seuils .75 flèche rouge, .70 flèche bleu, .65 flèche verte et .60 flèche grise).

3.2 Descriptif détaillé des résultats obtenus

Toutes les variables retenues, aux seuils choisis, sont en relations « *implicatives* », ceci de manière directe ou indirecte. Sans être strictement identiques, les structures de relations « *implicatives* » sont très largement comparables, et donc « *compatibles* » entre elles, d'une occasion à une autre. Si nous prenons les deux premières occasions, les différentes dimensions relevant des acquis scolaires, comme M1, M5, M3 et, dans une certaine mesure, FR4, apparaissent plutôt en haut des GRAPHEs, mais en dessous de dimensions relevant de l'appréciation des performances cognitives, comme VOC, PRO, A2C et ED, ou intercalées. C'est le cas de M1, FR4, et également de SN. D'autres dimensions relevant des acquis scolaires, comme M2 et FR2, arrive ensuite sous la dimension DIF, notamment. S'inscrivent plus tardivement dans la chaîne implicative, des dimensions relevant encore des acquis scolaires, telles que FR3, FR1, M4, après les dimensions cognitives MAT et AV. Les dimensions relevant de la mémoire à court terme (MLT) sur différents contenus, apparaissent dans la seconde partie des GRAPHEs avec en haut de la chaîne, mais disjointe des autres dimensions correspondantes, la dimension « Chiffre ». Les autres dimensions, « Mot », « Image » et « Signe », se succèdent dans cet ordre, en bas de GRAPHE, la dimension « Signes » se situant tout à la fin de la chaîne implicative (MLT).

Le constat principal consiste, donc, à dire que les dimensions considérées sont étroitement imbriquées. Ces dimensions reconduisent, d'une occasion à une autre, sensiblement les mêmes ordonnancements intriqués des variables qui les composent, cette ordonnancement pouvant être direct ou indirect.

Par ailleurs, la plupart des performances cognitives (ECNI, cahier IV) sont corrélées entre elles et toutes les corrélations sont significatives à .10 pour $N > 92$. Il en est de même en ce qui concerne les acquis scolaires, mais les performances sur ces deux dimensions sont également corrélées entre elles. En effet, 130 sur 137, soit 95% des coefficients de corrélation présente une valeur significative à .10. Par contre, il n'en est pas de même des performances portant sur la MCT. Si ces performances sont corrélées entre elles, elles ne le sont que partiellement avec les autres dimensions, c'est le cas des variables « Mot » (11 corrélations sur 17, soit près des deux tiers, sont significatives à .10.) et « Image » (10 corrélations sur 17 sont significatives à .10.). L'indépendance des variables par rapport aux autres concerne donc, essentiellement, les dimensions « Chiffre » et « Signe » dans la mesure où 1 corrélation sur 34 présente une valeur significative à .10, aucune

⁴ Idem notes 2 et 3 pour les dimensions restantes (NB à la troisième occasion ajout du chiffre 3 en plus).

corrélation négative ne présente une valeur significative à .10. Ainsi, et si nous observons seulement les relations directes, des variables peuvent être simplement en relation d'implication, ou, à la fois, en relation d'implication et corrélées entre elles. Il peut exister des dimensions corrélées ou non corrélées et qui ne sont pas en relation implicative.

[Par exemple : MAT et FR2 sont en corrélation aux deux premières occasions (.39, .30, valeurs sign. à .01) mais pas en relation d'implication aux seuils choisis (.54, .57). L'analogie sur données figuratives relèverait-elle d'une même dimension qu'une forme d'expression en français ?

M1 et « *Signe* » seraient en relation d'implication (.62, .61) mais pas en corrélation (.12, .13). Des capacités de mémoire à court terme portant sur des signes seraient-elles nécessaires à une bonne maîtrise de la numération sans pour autant faire partie de la même dimension ?

« *Chiffre* » et « *Signe* » seraient, à la fois, en relation d'implication (.83, .75) et en corrélation (.47, .39). Ces deux dimensions relèverait-elle d'un même domaine et les capacités de mémoire à court terme sur des chiffres dépendraient-elles de celles portant sur les signes ?

AV et « *Signe* » ne seraient ni en relation d'implication (.54, .54) ni en corrélation (.05, .06). Les capacités de mémoire à court terme portant sur des signes et l'analogie sur données verbales ne relèveraient pas d'une même dimension latente. Elles ne seraient pas, non plus, en relation d'implication l'une par rapport à l'autre.]

3.3 Analyses des résultats et confrontation aux hypothèses retenues

Les performances cognitives et les scores d'acquis scolaires apparaissent largement intriqués et la structure observée ne reflète pas vraiment l'hypothèse de structure implicative très générale posée initialement. La maîtrise des acquis scolaires n'implique donc pas⁵, de manière globale, l'expression des capacités cognitives ici retenues. Par ailleurs, les variables cognitives font valoir, elles-mêmes, une structure implicative entre elles dont la permanence dans le temps est remarquable. En particulier, l'expression de capacités cognitives impliquerait l'expression préalable de performances, sur des contenus spécifiés, en termes de MCT. Mais si les structures d'inter-implications entre les variables sont globalement comparables d'une occasion à une autre, elles sont aussi partiellement et localement variables faisant valoir, par là, et sur un plan collectif, quelques aspects de variabilité intra-collective (Cf. PRO et VOC, FR1 et M4, de la première à la seconde occasion, ED et SN à la 1^{ère} et à la 2nd occasion par rapport à la 3^{ème} occasion.).

En ce qui concerne les dimensions cognitives, des capacités, telles que PRO et VOC, dépendent de l'ensemble des autres capacités mesurées. Elles dépendent en premier lieu de capacités cognitives comme A2C et ED. Mais la plupart d'entre elles dépendent de deux autres, à savoir : AV et MAT, les deux, ici non citées, SN et DIF, prenant des positions intermédiaires entre les premières et ces dernières. Ceci vaut pour les trois occasions, excepté en ce qui concerne les deux premières variables à la 2nde et à la 3^{ème}e occasion, VOC se trouvant en tête de chaîne avant PRO. Les performances cognitives portant sur la maîtrise du langage dépendraient donc des autres performances cognitives, notamment des capacités logiques (A2C) et de la capacité à développer des inférences à partir de données numériques (SN). Mais toutes ces performances cognitives dépendraient essentiellement, au départ, des capacités analogiques sur dimension verbale d'abord (AV), sur dimension figurative (MAT) ensuite.

En ce qui concerne les performances en MCT, elles suivent, aux deux occasions considérées, le même ordre implicatif, la MCT portant sur des chiffres et des mots dépendant des performances en MCT portant sur des dessins (« Image ») et des signes.

Si nous tentons d'articuler les variables portant sur les dimensions cognitives et celles portant sur les dimensions MCT, les performances cognitives dépendraient plutôt des performances en MCT, principalement sur « mots », « images » ou « signes » à la première occasion. La chaîne implicative n'est plus que partielle à la 2nde occasion.

En ce qui concerne les variables portant sur les acquis scolaires, les variables M1, M3, M5 et FR4 à la 1^{ère} occasion, correspondent à un premier groupe des variables impliquées entre elles et dépendant d'un ensemble d'autres variables, y compris traitant d'autres acquis scolaires. Ainsi M3 implique M5 (voie indirecte) et M5 implique M1 (voie directe) qui implique FR4 (voie directe). La même situation est retrouvée à la seconde

⁵ Ou tout au moins pas systématiquement au sens de l'implication mathématique.

occasion. Doit-on considérer qu'il s'agit là de la partie la plus élaborée de l'expression des acquis scolaires dans ces deux domaines ?

Viennent, ensuite, les dimensions M2 et FR2, M2 impliquant FR2. Ces dimensions portent, respectivement, sur les techniques opératoires (M2) et une première forme d'expression en français (FR2). Elles seraient donc nécessaires⁶ à l'élaboration des acquis concernant les dimensions considérées ci-dessus.

Enfin ces dimensions dépendraient, elles-mêmes, de FR3, FR1, M4, c'est-à-dire de capacités d'expression, sous une deuxième forme (FR3), de capacités de compréhension verbale (FR1) et de la maîtrise d'acquis portant sur les figures géométriques (M4), FR3 impliquant FR1 qui implique M4. Rappelons que les relations entre toutes ces variables peuvent être directes ou passent, aussi, par des variables de type cognitif (relations indirectes).

Par ailleurs, des variables cognitives se retrouvent plus ou moins aux deux extrémités de la chaîne implicative. Les performances sur des dimensions cognitives (PRO, VOC, et A2C et ED) sont donc *conditionnées*⁷ par d'autres performances, y compris scolaires, ce qui infirme, au moins partiellement, l'hypothèse initiale. L'expression de la maîtrise sémantique, lexicale, syntaxique, d'opérateurs logiques sur dimensions verbales, et du raisonnement appliqué sur des données figuratives pour établir des différences à partir du repérage d'une classe d'objet, ne s'exprimeraient que comme résultantes d'autres dimensions cognitives et à partir de l'expression d'acquis scolaires en français et en mathématiques et non pas le contraire.

Mais des dimensions concernant les acquis scolaires (M1, M3, M5, FR4 ; à savoir : sens des opérations, numération, nombres décimaux, réception traitement production en mathématiques, et connaissance du code en français.) sont, aussi, à leur tour, partiellement dépendantes des bonnes performances développées sur d'autres dimensions cognitives tel que DIF, MAT et AV. Ces trois dernières dimensions renvoient à des aspects relevant de la visualisation des traits de la différenciation maximale d'un objet par rapport à d'autres et surtout au développement du raisonnement analogique, qu'il soit figuratif ou verbal. Les variables cognitives DIF et AV sont, ici, dans une position *pivot* entre deux grands groupes de variables considérées.

Les autres dimensions non abordées ci-dessus *s'intriquent* entre elles. C'est le cas de la variable cognitive SN par rapport aux variables concernant des acquis scolaires comme M3 et M5 à la 1^{ère} occasion. Elles s'intriquent entre elles mais sont *conditionnelles* (Cf. note 7) à d'autres, dans la mesure où elles arrivent en bout de chaîne implicatives comme « Mot », « Image », « Signe » (1^{ère} occasion) et FR3, FR1, M4 (1^{ère} et 2^{nde} occasion). Des capacités de compréhension, d'expression, en français, de maîtrise des figures géométriques, de mémoire à court terme (MLT) sur certains supports seraient donc nécessaires à l'expression d'autres capacités. Enfin, elles *s'intercalent*, comme « Chiffre », ou *s'inscrivent* davantage en cours de chaîne, comme M2 et FR2 (surtout à la 1^{ère} occasion).

D'autre part, les relations implicatives entre variables peuvent être simples, ou ces relations implicatives⁸ sont « *associées* » à la corrélation entre variables.

[A ce sujet, plusieurs cas de figure sont observables. Apparaissent des situations pour lesquelles ne peut être observé, tout au moins aux seuils choisis, ni de relation implicative ni de relation corrélationnelle. C'est le cas, par exemple, à la 2^{nde} occasion, des variables A2C et ED, VOC et ED, PRO et ED, ED et SN, « Chiffre » et M5, AV et FR2, FR2 et M1. Il existe des situations pour lesquelles il y a corrélation (significative au seuil de .10) et implication (au moins à .60) (VOC et PRO, A2C et SN), des situations pour lesquelles il y a corrélation (significative au seuil de .10) mais pas relation implicative (au moins à .60) (F1 et M4). Enfin, il y a des situations pour lesquelles, aux seuils choisis, il n'y a pas corrélation mais implication (DIF et M2, DIF et « Image »).]

Dans les cas d'indépendance sous les deux aspects ou de relation sous une seule des deux formes entre les variables, l'interprétation des résultats ne paraît pas problématique. Lorsque l'observation de liaisons est double, l'interprétation paraît plus délicate. Cela ne peut concerner que deux sous ensembles distincts de la population globale. Dans ce cas, peut-on dire que les performances, au regard de ces deux dimensions, s'impliquent l'une

⁶ Au sens de l'implication logique en mathématiques.

⁷ Les termes « conditionné » et « conditionnel » sont, là également, pris au sens de l'implication logique en mathématique.

⁸ Cf. le fait que les structures implicatives, aux différentes occasions, concernent toutes les variables, mais aux seuils modérément élevés de .60, .65, .70, .75.

l'autre pour une partie de la population et co-varient pour une autre partie de la population⁹ ? Qu'est-ce qui permet de dissocier, alors, ces deux sous populations ? Les hypothèses, sur ce point peuvent être diverses. S'agit-il de modes différenciés d'expression et de développement cognitif, ou d'effets de seuil ? Dans ce dernier cas, l'implication entre performance pourrait être la règle lorsque qu'au moins une des performances se situe en deçà d'un seuil, la co-variation prendrait le relais lorsqu'une ou l'ensemble des performances dépasserait un seuil donné.

3.4 Regard critique sur l'ensemble des résultats

Au regard des résultats obtenus, il ne peut être affirmé, simplement, qu'il est nécessaire, pour que des acquis scolaires s'expriment de manière fonctionnelle chez les élèves, que les habiletés cognitives les plus larges soient à minima maîtrisées. Il ne peut pas plus être affirmé, à l'inverse, que des acquis scolaires seraient nécessaires à l'expression des performances cognitives. Les différentes dimensions étant imbriquées, peut-on dire pour autant que certaines performances cognitives sont nécessaires¹⁰ à la maîtrise d'acquis scolaires eux-mêmes nécessaires à l'expression d'autres performances cognitives ?

Une certaine capacité à développer le raisonnement analogique ainsi que des capacités de mémoire à court terme semblent bien être utiles à plusieurs dimensions traitant des acquis scolaires et plusieurs dimensions de l'expression cognitive. Cependant, quelques dimensions scolaires ne semblent relever que partiellement, de ce schéma (FR3, FR1et M4). On peut s'interroger, par ailleurs, sur les places, ici, variables entre la 1^{ère} et la 2nde occasion, de l'expression en français (FR2, FR3). Sur ce plan, les difficultés de la pratique des évaluations en classe de 6^{ème} sont connues. Faire valoir un niveau d'expression relativement indépendant des capacités de compréhension lexicale et syntaxique paraît donc bien hasardeux. N'est-il pas d'ailleurs nécessaire d'être très prudent sur les interprétations que l'on peut faire des observations réalisées ? Afin de répondre à cette question, différents points sont à aborder à ce sujet. Il s'agit du contexte théorique nécessaire à l'interprétation des données, de la nature quantitative des indicateurs utilisés au regard des épreuves prises en compte, enfin des questions de méthodologie générale.

Il n'y a pas, ici, de contexte théorique fort permettant d'interpréter correctement, au plan de la validité, les relations observées entre variables. Retenir les scores globaux par dimension, en ce qui concerne les épreuves traitant des acquis scolaires (Cf. remarque méthodologique du point 2 à ce sujet), n'est pas bien compatible avec leur conception, à savoir faire l'inventaire des acquis en français et mathématiques au niveau scolaire considéré. Un mode de traitement des relations implicatives pourrait plus utilement être développé à partir des réussites ou des échecs pour chaque item, par exemple dans des schémas implicatifs de type dichotomique.

La notion de structure implicative se conçoit sans doute mieux associée à des données traduisant plutôt la présence ou l'absence d'un facteur considéré. Ici ce serait l'affirmation, à partir des observations faites, de la maîtrise, ou non, d'un acquis ou de la possession, ou non, d'une capacité. Enfin de pseudo relations implicatives ne renvoient-elles pas davantage à des niveaux de difficulté différents des épreuves considérées ? Ceci mérite, sans doute d'être nuancé. D'une part, si nous sommes dans une relation entre variables de type « difficile/facile » alors doivent être observées des performances moyennes sur de faibles scores pour une des dimensions considérées¹¹ et moyennes sur des scores plus élevés sur l'autre dimension¹² ce qui n'est pas systématiquement vérifié dans les observations faites ici. Egalement, la structure de répartition des données est bien particulière dans le croisement des informations concernant deux variables. En effet, accepter que « B implique A » nécessite, sur un plan formel, une répartition des données de type : observables « A+B- », « A+B+ », « A-B- » existant, et observable « A-B+ » absent.

D'autre part des observations de relations de type implicatif méritent, malgré tout, d'être considérées comme susceptibles d'être pertinentes dans la mesure où les observations faites rejoignent ce que la littérature dit sur ces questions (Cf., pour le raisonnement analogique, J. F. Richard, 1990.). Pour certaines relations entre variables il semble donc bien que l'observation relève d'un raisonnement implicatif davantage finalisé. En ce sens, maîtriser la dimension « réception, traitement, production » en mathématiques implique très vraisemblablement, dans la

9 Phénomène de vicariance ?

10 Toujours dans le sens de l'implication logique en mathématiques.

11 La variable qui implique des performances sur une autre dimension.

12 La variable dont dépend la performance sur une autre dimension.

réalité des acquisitions scolaires, la maîtrise de la numération et des nombres décimaux ainsi que la connaissance du code en français. Mais pas pour d'autres (La compréhension en français et la maîtrise des figures géométriques, par exemple.).

C'est donc bien *le sens de celui qui interprète* qui amène à faire valoir un argument plutôt qu'un autre. Pour au moins une autre raison, le risque de se tromper, au regard du mode de mesure utilisé, reste non négligeable. Le schéma implicatif traduit, même sous sa forme logique/statistique la plus stricte une certaine « *précédence* » des performances sur une dimension par rapport aux performances sur une autre dimension, mais « *précédence* » ne veut pas dire « *implication* ». Si les domaines retenus de l'expression du sujet sont considérés comme totalement différents, une performance observée sur un domaine peut en *précéder* une autre (dans le temps, entre deux occasions, ou à une même occasion par un différentiel collectif de performance à configuration particulière) sans que la première performance soit *nécessaire* à l'expression de l'autre¹³. C'est bien l'interprétation et la prise de risque, à ce sujet, du spécialiste des questions traitées qui peut faire valoir, au regard, en particulier, des références de la littérature sur le sujet, que le modèle implicatif vaut. Par ailleurs, le repérage du phénomène, dans sa globalité, ne traduit que des tendances collectives. Il conviendrait de compléter les analyses développées sur l'ensemble de la population avec des observations complémentaires, pour chaque sujet, à chaque occasion, entre les occasions, en intégrant dans les analyses de chaînes de relations implicatives non seulement les scores obtenus aux différentes occasions mais également les accroissements de scores d'une occasion à une autre, mis en relation avec les scores initiaux, ceci avec, en arrière plan, les mêmes préoccupations concernant la cohérence du champ théorique retenu. Il conviendrait de voir, notamment, dans ce cas, si les quelques différences observées d'une occasion à une autre ne renvoient pas aux variations, cette fois-ci, intra-individuelles. Il pourrait être abordé, également, des analyses comparant des sous populations aux performances différentielles à l'origine. Par exemple, un différentiel de performances dans le domaine du raisonnement analogique, sous une ou l'autre forme, pourrait traduire des chaînes implicatives différentes, introduisant une vicariance dans le cheminement du développement, à la fois des acquis et des performances cognitives. Si cette dimension du raisonnement analogique est « *nécessaire* » au développement des autres dimensions, alors des performances élevées, sur contenus différents, figuratifs ou verbaux, associées ou dissociées en ce domaine, pourraient être conjointes à des accroissements différentiels de performances dans d'autres domaines considérés.

4 Conclusion

Au regard des résultats mais aussi de questions d'ordre méthodologique, il n'est donc pas vraiment possible de dire, ici, très clairement, que, pour réussir à faire valoir des acquis scolaires en français et mathématiques à l'issue de la scolarité dans l'enseignement élémentaire, acquis susceptibles d'être opératoires dès l'entrée en classe de 6^{ème}, l'élève doit maîtriser différentes habiletés cognitives, et, en particulier, au départ, des capacités à mobiliser efficacement la mémoire à court terme, tout au moins sur l'ensemble des contenus proposés en MCT. Nous ne pouvons pas, non plus, affirmer la proposition inverse.

Les capacités en MCT, ou ce qui leur serait sous-jacent, semblent, cependant, au moins partiellement, nécessaires à l'expression de capacités de transformations cognitives, plus complexes à mettre en œuvre, (ECNI). Une partie de ces capacités serait, à leur tour, nécessaires¹⁴ à l'expression d'autres capacités cognitives, voire des acquis scolaires. Ces capacités cognitives se répartissent donc en différents niveaux de capacités transformationnelles de données. A un premier niveau apparaît les épreuves traitant du raisonnement analogique sous différentes formes (AV, MAT). La maîtrise de ce raisonnement associé à la maîtrise de capacités en MCT, serait nécessaire, à son tour, à la maîtrise de transformations cognitives portant sur l'inférence ou de le raisonnement logique (SN, A2C), ou des opérations logiques simples mais interférant avec une certaine maîtrise conceptuelle (ED et DIF) des données. En bout de chaîne, et susceptibles de dépendre des performances acquises, viennent les variables cognitives faisant valoir la maîtrise conceptuelle et syntaxique du langage écrit. Les dimensions relevant des acquis scolaires s'intercalent entre ces différentes dimensions sans que l'on puisse faire valoir, en ce qui les concerne, des analyses des relations, en particulier implicatives, simples et

¹³ Pour plus de précisions concernant cette question qui regarde le développement du sujet, voir C. Pellois, 2007.

¹⁴ Encore une fois dans le sens de l'implication logique en mathématiques.

convaincantes. Tout au plus peut-on dire que les dimensions nécessaires à leur expression efficace, pour la plupart d'entre elles, renvoient aussi à la MCT sur contenus particuliers, et, a minima la maîtrise du raisonnement analogique sur données variées.

Des variables n'entretenant pas de relation de co-variation de performances entre d'autres (corrélation), comme cela est assez souvent observé dans la littérature, peuvent développer des relations implicatives faisant émerger une autre structuration des données.

Pour de multiples raisons, la causalité complexe présentée dans cet article n'est donc pas bien établie. Pour avancer sur ces questions, comme évoqué précédemment, il conviendrait, par exemple, de voir les relations implicatives entre performances dûment spécifiées à une occasion et l'accroissement des performances sur d'autres dimensions répondre au schéma implicatif entre deux occasions. Il conviendrait aussi d'étudier les « patterns » de structuration dans le temps des différentes variables à partir des performances et des accroissements de performances aux différentes occasions, pour chaque élève.

Mais, qu'est-ce qui pourrait bien faire valoir l'effet possible, initial des performances en MLT et ensuite du raisonnement analogique ? Des travaux d'éducabilité cognitive développés à l'occasion de ces recherches semblent bien montrer que des entraînements ciblés, en rapport avec les dimensions considérées, ont bien des effets, notamment sur les dimensions cognitives plus complexes (Cf. C. Pellois, 2002, 2003). L'influence des divers « micro contextes » des élèves, l'extrême complexité des situations de terrain et la variabilité intra-individuelle, entre les occasions, aussi bien qu'interindividuelle, à une occasion et entre les occasions, des performances des élèves viennent interférer avec de possibles effets plus généraux.

Références

- Bacher, F. (1999). L'utilisation des modèles dans l'analyse des structures de covariance, *L'Année psychologique*, 99, 99-122.
- Bailleul, M. (1995). L'analyse statistique implicative : variables modales et contributions des sujets, *Actes du colloque : méthodes d'analyses statistiques multi-dimensionnelles en didactique des mathématiques*, Caen, pp. 145-153.
- Bailleul, M. (2001). Les réseaux implicatifs pour mettre en évidence des représentations, *Mathématiques et sciences humaines*, 39, 154-155, pp. 31-46.
- Huteau, M., Lautrey, J. (1999). *Evaluer l'intelligence, psychométrie cognitive*, Paris : Presses Universitaires de France, Coll. Psychologie sciences de la pensée.
- Gras, R. (1995). L'analyse statistique implicative. Introduction, *Actes du colloque : méthodes d'analyses statistiques multidimensionnelles en didactique des mathématiques*, Caen, pp. 129-143.
- Gras, R. et coll. (1996). *L'implication statistique, nouvelle méthode exploratoire de données, éditions*, La pensée sauvage ; Collection : « Recherches en didactique des mathématiques ».
- Gras, R. et coll. (2004). *Quelques critères pour une mesure de qualité de règles d'association*, Cepadue – Editions, pp. 3-32.
- Gras, R. (2005). Panorama du développement de l'A.S.I. à partir de situations fondatrices, *Actes des troisièmes rencontres internationales ASI*, Palerme, pp. 9-33.
- Inhelder, B., Piaget, J. (1970). *De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent*, Paris : Presses Universitaires de France ; collection : « Bibliothèque philosophique contemporaine », (Edition originale 1959).
- Lautrey, J. (Sous la direction de) (1995). *Universel et différentiel en psychologie*, Paris : Presses Universitaires de France ; Collection : « Psychologie d'aujourd'hui ».
- Pellois, C. (2002). *Apprentissages et développement de la personne dans l'enseignement et la formation*, tome 1 : *Du rationnel au complexe*, Paris : Editions l'Harmattan ; Collection : *Recherches et innovations*.
- Pellois, C. (2003). *Enseignement et formation : le développement de la personne*, tome 2 : *Le complexe*, Paris : Editions l'Harmattan ; Collection : *Recherches et innovations*.
- Pellois, C. (2007). L'utilisation des modèles structuraux afin d'aborder la complexité du réel en sciences humaines, *Mathématiques et Sciences humaines*, 45^{ème} année, n° 177, 1, 53-85.
- Piaget, J. (1974a). *La prise de conscience*, Paris : Presses Universitaires de France ; Collection : Psychologie d'aujourd'hui.
- Piaget, J. (1974b). *Réussir et comprendre*, Paris : Presses Universitaires de France ; Collection : Psychologie d'aujourd'hui.

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives problème centrale du développement*, Paris : Presses Universitaires de France ; Collection : Etudes d'épistémologie génétique, tome XXXIII.
Richard, J.F. (1990). *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Paris : Armand Colin.

Summary

Academic achievement and cognitive skills: the testing of an implicative hypothesis

Implicative statistical analysis expands the field of methods for processing the relationships between variables. In this sense it represents an important advance in the realm of structural models applied to data. However, as with all processing models, its application in the social sciences poses difficult questions of interpretation of results. Drawing upon the results of both previous and ongoing research, this article aims to evaluate the methodological difficulties of this model, in the course of presenting the collected results.