

La psychologie et l'usage du traitement mathématique des données statistiques : de nouvelles perspectives conceptuelles ?

Christian Pellois¹

Résumé

La psychologie traite de la variabilité des sujets, au plan mathématique, notamment par la distance à la norme statistique constituée quantitativement par une moyenne. Une autre piste serait de considérer cette distance, les cas singuliers, et, qualitativement, les profils, les configurations peu probables, inattendues, comme potentiellement euristiques non seulement pour les sciences humaines, mais aussi, au plan de l'ouverture épistémologique, pour les sciences dans leur ensemble.

Mots-clés: psychologie, mathématiques, données statistique, norme, configurations inattendues, ouverture épistémologique.

Abstract

Psychology deals with the variability of human subjects on a mathematical level, essentially from the distance to the statistical norm quantitatively established by the notion of « means ». Another track would be to consider that distance, and singular cases with their profiles and their unlikely or unexpected configurations as potentially heuristics not only for the humanities, but also as an epistemological turning on for the whole scientific disciplines.

Key words: psychology, mathematics, statistical data, standard, unexpected configurations, epistemological turning on.

¹ Docteur en psychologie, HDR, Université de Caen Basse-Normandie, 7 rue des pins Courseulles sur mer, France. Tel. 0231376393 pellois.christian@wanadoo.fr

Cet article se propose d'aborder la question de la variabilité inter individuelle et de sa prise en compte par les mathématiques traitant des données statistiques mais aussi par la psychologie utilisant ces traitements statistiques et les résultats de ces traitements. Cette question sera abordée plus spécialement sous l'angle de l'évaluation des élèves en classe et celui de la mesure, dans le domaine de la psychologie, de leurs capacités cognitives sous différents aspects.

La variabilité de l'expression -ici les performances cognitives- entre des personnes d'un groupe, peut être abordée, notamment dans le cadre de la psychologie, sous l'angle de l'écart d'une performance à la moyenne du groupe considéré. Cette moyenne constitue ainsi une norme. Les écarts à cette moyenne des performances peuvent alors être utilisés sous une visée de hiérarchisation des performances de l'ensemble des sujets et/ou pour traiter des distances à la norme pour une part des sujets considérés. Sous l'un ou l'autre aspect, la question ainsi présentée renvoie à l'appréciation de l'efficacité, globale, ou particulière à une dimension donnée, variable entre les élèves, à traiter de contenus, par exemple, dans cet article, ceux des mathématiques. Mais cette notion d'écart peut être aussi utilisée sous l'angle de ce qui fait qu'un sujet particulier se situe loin de la norme, défini par la moyenne du groupe d'appartenance. Il s'agirait alors de comprendre, surtout si l'appréciation se fait sur plusieurs dimensions, ce qui fait la singularité qualitative de la configuration des résultats et ce que cela peut inférer comme analyse renouvelée des réalités rencontrées. Dans ce cas de figure, l'observation pertinente n'est plus la norme statistique collective référent à un groupe, et la distance, le plus souvent vue sous l'angle hiérarchique, de chacun par rapport à cette norme, mais bien la singularité de chaque personne concernée, et en particulier, celle de celui qui peut se situer aux marges des observations.

Pour aborder cette question un parallèle sera fait entre :

- les questions que peut se poser un professeur de mathématiques au cours de ses enseignements, du point de vue de la variabilité de l'efficacité des élèves à traiter des contenus de sa discipline,

- la démarche du psychologue cherchant à comprendre, du point de vue du sujet, ce qui peut permettre ou ne pas permettre des apprentissages efficaces.

D'une manière générale, il sera montré que les questions traitées par la psychologie, comme celles abordées par le professeur de mathématique, ne diffèrent pas nécessairement. Elles relèvent, au moins pour partie, de questions faisant référence au sens commun, et peuvent donc se présenter telles que chacun peut se les poser dans la vie courante. C'est pourquoi, pour permettre d'introduire la question des mathématiques, de leur place dans les sciences humaines et, ici, de la psychologie en particulier, il a été choisi de passer par des observations relevant de la

vie ordinaire, la psychologie « *au quotidien* », en quelque sorte¹. Il est donc proposé, ici, de commencer à traiter des rapports entre la psychologie -plus particulièrement la psychologie cognitive- et des mathématiques par l'observation de l'une de ces situations de la vie courante : le professeur de mathématique assurant ses enseignements à l'école, dans sa classe.

Il sera abordé, ensuite, à partir des limites à la compréhension des situations d'apprentissage des élèves sur lesquelles peut buter le professeur de mathématique, la position du psychologue, à la fois dans sa différence mais aussi dans une certaine forme de parallélisme avec la position de l'enseignant. Seront traitées enfin les limites des positions courantes des uns et des autres notamment lorsqu'ils situent la variabilité des sujets au regard de l'ensemble, c'est-à-dire référant à une norme statistique collective et aux modèles d'interprétation des données y afférant.

Mais, comme cela a déjà été évoqué, la notion d'écart peut renvoyer à une autre position : non pas à la valeur, de la norme collective et de la distance à celle-ci, mais à la valeur, notamment heuristique, de ce qui fait l'écart pour des sujet marginaux. Valeur d'autant plus intéressante que dans certains cas d'observation différentielle, elle traduit des formes originales d'adaptation de sujet particuliers, notamment lorsque les données statistiques portent sur différentes dimensions qui permettent, alors, de passer de l'analyse quantitative, en termes d'écarts à une performance moyenne, à une analyse qualitative en termes de profils ou, mieux, en termes de configurations. Cette conception peut être d'autant plus pertinente qu'elle porte sur des cas singuliers de réussite improbable au regard des modèles explicatifs, de l'efficacité ou du manque d'efficacité cognitive, conçus à partir des normes fixées par rapport à l'ensemble d'une population considérée. Il s'agit donc de traiter d'observations de configurations originales dans leur différences qualitatives, caractéristiques de la « *difficulté* » cognitive, ou d'une réussite *inattendue*, au regard des modèles construits sur des bases statistiques collectives. Vu sous cet angle, ces configurations seraient alors susceptibles d'ouvrir des pistes de recherche féconde dans le domaine de psychologie, et éventuellement dans d'autres domaines scientifiques.

1. L'enseignement des mathématiques : quelques observations faites en classe.

Le point qui va suivre va traiter de la situation de l'enseignement des mathématiques puis d'observations courantes qu'un professeur de mathématiques est susceptible de faire en classe.

1.1. La situation d'enseignement

1.1.1. Des constats, dans sa discipline, à l'inconnue « élève »

Dans les classes dont il a la charge, le professeur de mathématiques observe très régulièrement que les élèves réussissent de manière inégale. Certains sont capables de résoudre la plupart des exercices qu'il propose. D'autres échouent le plus souvent. Mais il constate

¹ Cf. P. Fraisse, 1983.

également qu'à côté de ces réussites fréquentes des uns ou de ces échecs fréquents des autres, d'autres présentent une variabilité plus importante d'échecs et de réussites en fonction des questions de mathématiques traitées. Il observe également que, sans raisons apparentes, et parfois, paradoxalement, pour les uns ou pour les autres, l'échec apparaît pour des exercices plus simples, alors que des exercices plus complexes sont résolus. Le professeur explique, assez souvent, ce résultat « *paradoxal* » par un manque momentané d'attention de l'élève. Cette dernière observation permet d'introduire, à côté de constats plus globaux, le fait que le professeur peut induire, à partir de l'expérience de son enseignement, des inférences, émettre quelques hypothèses plausibles, susceptibles d'*expliquer* une certaine variabilité de la réussite ou de l'échec. Dans la même perspective d'observation de la variabilité, des élèves qui réussissent très souvent l'ensemble des exercices proposés peuvent échouer, parfois. Certains peuvent échouer assez régulièrement sur des contenus donnés et pas sur d'autres, par exemple, à des exercices traitant des questions posées en termes géométriques à partir de figures mais pas à des exercices traitant des questions en termes de calcul arithmétique, algébrique, ou le contraire. Ils peuvent, aussi, échouer temporairement aux uns et aux autres sans raison apparente, en tout cas sans raisons directement liées au travail de la classe dans la discipline donnée.

Au fur et à mesure de son travail en classe, dans l'animation même de ses cours, par des questions de compréhension, la demande de réponse, la sollicitation active des élèves dans le fil du déroulement du cours, de rapides exercices d'application sur chaque point, chaque notion abordée, le professeur va se faire une idée de là où en sont les élèves, ce qu'ils ont compris, ce qui fait problème, collectivement, mais aussi individuellement. Le professeur va corriger, aider l'élève à dépasser une difficulté passagère, et pour cela il aura compris ponctuellement ce qui a pu faire « *obstacle* » à une bonne assimilation du point de mathématiques considéré. Il s'agit là de ce qu'on appelle techniquement l'évaluation « *formative* ». Mais pour faire le point régulièrement de là où en sont les élèves, ce qu'ils ont acquis, plus globalement leurs *compétences* en mathématiques, c'est-à-dire ce qu'ils sont capables de résoudre comme problèmes de mathématiques, en fonction de la classe dans laquelle ils sont, des programmes, de notions abordées, des contenus de connaissances qu'ils doivent acquérir, de situations disciplinaires qu'ils doivent maîtriser, le professeur va procéder à des évaluations plus formelles plus instituées dans la classe. Le professeur va donc mesurer des *performances*. L'élève va devoir se confronter en un temps donné à des questions, une série d'exercices de difficultés variables qu'il devra résoudre. Il devra en restituer les modes de résolution et les solutions trouvées par écrit. Le professeur va rassembler ces documents écrits et affecter des points aux exercices correctement résolus. Il va donc affecter les prestations des élèves d'un score, à savoir une note, le plus souvent attribuée entre 0 et 20¹. Il s'agit cette fois-ci de l'évaluation « *sommative* ». Cette évaluation permet, par

¹ Il ne sera pas abordé, ici, la question très « *discutée* » de la notation des élèves, ou de la « *fragilité* » de l'évaluation en situation scolaire. Une ample littérature a déjà été développée sur cette question (voir à ce sujet des développements antérieurs (C. Pellois, 2004, notamment)).

exemple, aux professeurs de faire le point sur les acquis des élèves à l'issue d'un trimestre scolaire. Elle permet de faire état des compétences acquises dans la discipline considérée, à un niveau donné d'acquisition dans cette discipline. Le professeur rend compte ainsi de l'état des acquis de ses élèves, tout comme la situation d'examen témoigne socialement des compétences acquises, par les résultats des performances réalisées, présentées sous forme de scores : les notes, ou plus récemment sous la forme d'un inventaire de compétences acquises. Un indice synthétique des résultats pourra même être constitué par la moyenne trimestrielle, annuelle des notes de l'élève dans la discipline donnée, ou plus récemment sous la forme d'un livret des compétences acquises.

En reprenant ces scores, accumulés, au bout d'un certain temps, le professeur pourra repérer, à nouveau, mais de manière plus concrète, au fil de son travail de classe, que des élèves ont, le plus souvent, des scores élevés et d'autres des scores faibles, enfin que d'autres se trouvent dans des situations intermédiaires, dans une zone de variabilité « *moyenne* » et présentent, ou non, en fonction de questions traitées, ou non, des fluctuations importantes des scores obtenus d'une évaluation à une autre, voire une tendance, plus générale, à la progression ou à la baisse. Pour en faire une synthèse simple il sera peut-être encore tenté de faire la moyenne des notes obtenues par les élèves, même s'il y a des évolutions¹ en ce domaine depuis de nombreuses années, et que les textes en vigueur encouragent ces évolutions. Il repèrera des élèves ayant une moyenne des notes élevée. C'est-à-dire des élèves qui auront réussi au regard de la plupart des questions du programme et qui seront même capables de résoudre des exercices plus ou moins à distance de ce programme, de manière originale nécessitant donc des capacités adaptatives pour faire face aux « *imprévus* » qu'ils représentent. Il pourra voir également, un peu plus dans les classes du début de la scolarité, un peu moins par la suite, lorsque les études sont plus poussées, que ces mêmes élèves tendent à réussir de la même façon dans d'autres disciplines, les lettres, les langues, les sciences, voire les disciplines artistiques ou sportives. Que, par ailleurs, cette caractéristique semble davantage être associée aux élèves les plus jeunes des classes, et ceci à la différence des élèves plus âgés qui présentent mêmes, assez souvent, davantage de difficultés cumulées.

Tout se passe, comme si, à côté d'une appréhension précoce des contenus de l'école, favorisant l'efficacité d'investissement des connaissances scolaires, le fait de réussir dans un domaine donné était plus ou moins *spontanément* associé, pour certains, à la réussite dans les autres domaines. Cette observation « *périphérique* » peut renvoyer à une explication de simple bon sens. Maîtriser par le langage les situations que l'on rencontre nécessite a minima des capacités d'organisation structurée du langage et la capacité à développer, y compris au plan littéraire, des déductions, donc du raisonnement. Il suffit simplement, pour s'en convaincre de

¹ Comme évoqué précédemment : carnet d'évaluation, bilan scolaire, bilan ou carnet compétences acquises à l'école, portfolio, etc.

lire, par exemple, les histoires extraordinaires d'Edgar Poe. De même, pour réussir en mathématiques il convient de savoir lire et de comprendre l'énoncé du problème posé, maîtriser le sens complexe de mots, de notions abstraites définies dans un langage « littéraire », certes spécifique -l'énoncé des théorèmes- ou dans une symbolique de communication formelle et abstraite : le langage des signes mathématiques. Le professeur a, dans ce cas, une conception, une « théorie », plus ou moins consciente, implicite, sur la situation traitée. Il analyse pas à pas et de manière pragmatique, pris ici au sens courant du terme, les difficultés de l'élève au regard des différentes étapes de la procédure (approche fonctionnaliste) ou des différents éléments de l'organisation de la discipline scolaire mise en œuvre (approche structurale) par le sujet, ou de l'expression des deux en un tout (approche systémique ?).

L'explication des phénomènes renvoie, alors, à l'analyse « interne » de la discipline considérée. Elle renvoie à sa compréhension conceptuelle par la recherche et l'élaboration de son organisation en structures, en systèmes. Mais aussi à l'expression fonctionnelle des conduites adaptatives du sujet en interaction avec les ingrédients mathématiques acquis¹ afin de lui permettre l'élaboration du raisonnement actualisé aux conditions du problème posé.

1.1.2. Les constats des difficultés des élèves, les schémas interprétatifs du professeur : les limites

Mais les explications du phénomène, évoqué ci-dessus, celui de la polyvalence de l'efficacité dans la mise en œuvre des compétences sont, sans doute², plus complexes qu'il n'y paraît en première approximation. Le professeur ayant accumulé une expérience conséquente et variée, et qui a pu initialement tenir cette explication pour pertinente, peut observer, tôt ou tard dans les cursus scolaires, qu'à côté de quelques élèves continuant à réussir dans leurs études sur un large éventail de disciplines scolaires, d'autres élèves semble plus à l'aise dans un groupe de disciplines que dans un autre. Des élèves réussissent, par exemple, dans les disciplines plus scientifiques, comme les mathématiques, la physique, la biologie (etc.) et présentent de moindres performances, voire même des difficultés partielles ou importantes dans les disciplines littéraires, les langues (etc.). Pour d'autres la situation est inversée. Tout se passe comme si les capacités adaptatives de ces élèves ne couvraient plus l'ensemble des disciplines de l'école et/ou se spécialisaient, en quelque sorte, dans quelques unes d'entre elles et que, jusqu'à un certain point, l'acquisition de compétences plus « spécialisées » ne dépendait pas complètement de la moindre capacité à en acquérir ailleurs. Des élèves des sections technologiques sont particulièrement concernés par cette question de l'hétérogénéité des acquis scolaires. Certains profils de « littéraires » le sont également. De fait, il existe bien une dimension largement différentielle dans l'expression des

¹ Constitutifs des contenus d'enseignements et des « opérations mentales » acquises, au sens large ?

² Tout comme les opinions assimilant un peu trop simplement précocité de maîtrise des contenus scolaires et itinéraire brillant de l'adulte.

« *opérations mentales* », au sens large, et donc la mise en œuvre des conduites adaptatives appliquées aux situations scolaires.

Pour autant le professeur peut maintenir la même forme de raisonnement pragmatique évoqué précédemment, renvoyant les difficultés partielles à des *dysfonctionnements* « *locaux* » susceptibles d'entraver certains aspects de l'expression complète et large des conduites adaptatives. La logique sous jacente, dans ce cas, est plutôt celle du « *manque* »¹ dans la « *panoplie* » de l'expression cognitive du sujet.

Aussi, face aux difficultés rencontrées par les élèves, le professeur, au regard de l'explication évoquée ci-dessus, de simple bon sens, sur la « *solidarité* » entre les disciplines dans l'élaboration culturelle du sujet, ne sera pas, dans un premier temps tout au moins, embarrassé dans les explications, donc la désignation des causes des difficultés rencontrées. Si la « *solidarité* » joue horizontalement entre les disciplines, elle joue verticalement pour chaque discipline et, bien sûr, au moins partiellement entre les disciplines. C'est le cas des mathématiques au regard de la physique ou de la technologie, par exemple. Un élève aura de mauvais résultats dans une discipline parce que les acquis antérieurs ne sont pas suffisants. « *Cet élève, il lui manque des bases* » dira le professeur. Peut-on, en effet, maîtriser la résolution de problèmes si l'on ne maîtrise pas, préalablement et a minima, le sens des opérations, les techniques permettant de pouvoir les faire, la lecture, à savoir la compréhension du langage écrit, le sens des mots qu'ils soient strictement du domaine des mathématiques ou non, etc. Ce constat amènera d'ailleurs le professeur à faire un pronostic de réussite ultérieur, dans la discipline, plutôt pessimiste si les résultats actuels de l'élève sont faibles. En effet, le professeur a en tête qu'à côté d'un « *construit* » qui s'élabore dans chaque discipline nécessitant des acquisitions dans l'ensemble des domaines, il s'élabore un « *construit* » contribuant également à l'efficacité actuelle de l'élève, s'appuyant sur les notions acquises antérieurement dans le cursus scolaire de ce domaine et des autres.

Les acquis des élèves sont donc susceptibles de présenter des « *lacunes* ». Mais à quoi peuvent bien tenir ces lacunes ? Bien des raisons² peuvent être évoquées par le professeur y compris le fait de s'interroger sur des défaillances pouvant venir des enseignements antérieurs eux-mêmes³. Mais bien d'autres raisons peuvent tenir, pour le professeur, au sujet lui-même, l'élève. Dans les conceptions, avancées, les plus classiques, l'élève est *paresseux* et donc sa réussite dépend de lui, pour les conceptions les plus « *modernistes* » il manquera de *motivation...* A charge pour le professeur, dans ce dernier cas, de trouver ce qui pourra être susceptible de mobiliser des élèves désintéressés à un moment donné ou plus durablement. Mais tout ceci ne

¹ L'absence ou l'évocation incertaine d'un savoir, une faiblesse dans l'expression d'un savoir faire pas, ou mal consolidé.

² Par exemple, ce même professeur pourra exprimer l'appréciation selon laquelle « *l'élève manque de « bases » parce qu'il n'a pas travaillé* ».

³ Cf. la problématique relationnelle difficile entre enseignants de classe de CM2 et enseignants de classe de 6^{ème} ...

permettra pas nécessairement de résoudre le problème de l'efficacité des apprentissages des élèves. Bien des phénomènes observés dans l'expression de l'efficacité des conduites adaptatives, ne manqueront pas de surprendre un professeur ne cherchant pas à tout pris à donner son opinion, voire à évoquer une explication, explication d'autant plus facile à proposer qu'il serait difficile, même pour un chercheur, d'en faire la preuve... Des élèves maîtrisant les contenus antérieurs peuvent cependant échouer. D'autres semblant présenter des lacunes au départ, « *peiner* » en mathématiques, tout à coup, se mettent à réussir sans que des explications simples puissent être avancées. Des élèves réussissent à propos de questions traitées, complexes, et échouent sur d'autres construites sur des bases de raisonnement paraissant moins complexes, sans pour autant que l'on puisse évoquer des causes possibles évidentes, telles que l'étourderie, etc. Des sujets semblent avoir des acquis fragiles sur certaines dimensions mais pour autant réussissent des exercices supposés nécessiter la bonne maîtrise de ces dimensions. Des acquis ou une aisance spontanée de l'élève dans l'expression d'un domaine de compétence en mathématiques paraissent difficilement explicables par la simple expression de l'intégration et de la maîtrise des enseignements antérieurs selon une conception trop étroitement rationnelle. L'expression soudaine de compétences ou de difficultés dans le cursus de mathématiques peut, *in fine*, ne pas avoir d'explications rationnelles simples ou évidentes. L'excellence de performances dans un domaine donné peut être associée à des difficultés importantes dans un autre et le meilleur élève dans une discipline peut aussi être un élève en difficulté, parfois accentuée, dans une autre¹.

Enfin, au-delà de catégories de problèmes plus ou moins directement liés aux connaissances acquises, il existe des problèmes dont la recherche de solution nécessite une approche utilisant les acquis de manière entièrement originale ou des problèmes entièrement nouveaux relevant de configurations « *inattendues* » imprévues donc imprévisibles, originales, et dont la solution ne relève pas des connaissances et des modes de résolutions plus classiques. *La résolution de ces problèmes peut même être susceptible, dans le cadre de la recherche dans la discipline considérée, de remettre en cause des bases conceptuelles du domaine d'étude considéré.*

Restent donc largement ouvertes les questions suivantes : *qu'est ce qui fait qu'un élève acquiert aisément des connaissances et d'autres pas ? Qu'est ce qui fait que certains trouvent, à connaissance égale, les solutions des problèmes de mathématiques posés et d'autres pas ?* Etc.

Une chose est de réaliser différents constats dans la classe, d'émettre, de manière pragmatique, quelques explications et de tenter, à partir de là, de faire évoluer la situation, une autre est de comprendre précisément quelles sont toutes les ressources dont dispose la personne, sous toutes leurs formes, qui permettront de « *construire* » efficacement ces

¹ Peuvent être évoqués, ici, à ce sujet : le cas, de chercheurs de haut niveau en physique atomique, celui de médecins et de bien d'autres ayant poursuivi brillamment des études, mais désespérément « *fâchés* » avec l'orthographe ...

échafaudages constitutifs des savoirs et plus largement de la culture humaine. Car à un moment donné du problème posé toutes ces perspectives d'analyse, associant, de manière variable, les modèles théoriques des acquis scolaires eux-mêmes, volent en éclat au regard des observations faites « à la surface » de la situation scolaire. Cette observation de *surface*, s'abstrayant de modèles reconnus alors comme peu efficaces pour traiter des *observables*, va amener le professeur à se poser des questions *ouvertes*, au-delà des réponses toutes faites, réponses susceptibles de renouveler, donc d'approfondir la compréhension des phénomènes observés : comme, par exemple, celle de l'expression plus ou moins spontanée de l'aisance ou de la difficulté, bien réelle, à faire acquérir, au plus grand nombre, les connaissances dans le domaine considéré.

Dans ce cas le professeur n'a pas de cadre théorique à sa disposition et se place dans une perspective totalement « externe », périphérique, empirique, ouverte, susceptible de produire des observations entre lesquelles s'organiseront des rapprochements permettant de produire des hypothèses explicatives, des inférences, afin d'élaborer des conceptions originales, voire entièrement nouvelles, susceptibles d'enrichir ou de compléter les modèles antérieurs ou de renouveler complètement les bases conceptuelles des modèles antérieurement élaborés.

1.1.3. En résumé

Le professeur ne manque pas d'outils, de « théories » de « modèles » à sa disposition, pertinents jusqu'à un certain point, pour traiter des difficultés que les élèves rencontrent. Il peut puiser, de plus en plus, maintenant, et dans un avenir proche, dans les domaines constitutifs de sa professionnalité en développement et donc, pour partie en devenir. Ces domaines sont : l'épistémologie, l'histoire et la didactique de sa discipline. Ces dimensions traitent essentiellement, cependant, de cette discipline, là, de sa genèse, des questions conceptuelles, méthodologiques, formelles qu'elle se pose et des manières d'enseigner possibles afin que l'élève élabore des connaissances pour traiter au mieux les utilisations qui en seront faites dans sa vie professionnelle et personnelle. Ces manières d'enseigner devront traiter également de l'évolution de ces connaissances et des concepts abordés dans le cursus ultérieur de formation et jusqu'à l'élaboration pour certains, de recherche et donc la *construction* de nouvelles connaissances dans la discipline considérée.

Mais les difficultés à intégrer la discipline considérée peuvent être inhérentes au sujet lui-même et à son contexte de vie. Elle peut relever, cette difficulté, des obstacles aux acquisitions disciplinaires qui peuvent surgir, pour lui. Il s'agit, là, de pointer l'expression de la diversité des élèves¹ au regard de la « distance » variable, personnelle, culturelle, s'installant entre eux et les connaissances et savoir faire à acquérir. Le professeur peut alors, à partir des observables,

¹ Mais aussi celle des professeurs entre eux...

rechercher, élaborer, de manière empirique, de nouveaux *modèles* et *théories*, ceci afin de répondre avec davantage de pertinence aux questions qu'il se pose.

Il peut aussi se poser les questions autrement : Qu'est ce qui permet, ou pas, au *sujet*, l'élève, de mémoriser des connaissances, de comprendre l'énoncé d'un problème, d'émettre des hypothèses sur le ou les cadres conceptuels méthodologiques utiles pour aborder les questions traitées, de choisir la perspective qui va permettre de traiter efficacement du problème considéré, de saisir la manière de le traiter, d'organiser son travail pour résoudre l'exercice posé, de faire venir à la conscience et d'utiliser les connaissances utiles, de raisonner à partir de ces connaissances et agir de manière ordonnée pour aboutir à la solution du problème, de vérifier qu'il n'y a pas eu d'erreur dans le calcul effectué, d'évaluer, de contrôler la pertinence du raisonnement et de la solution trouvée (etc.) ?

Le professeur recherchera, alors, des réponses dans d'autres contextes, d'autres domaines de connaissances que le sien, donc d'autres *théories*, d'autres *modèles* élaborés « *ailleurs* ». C'est là que les sciences humaines sont susceptibles d'intervenir, et plus particulièrement, en ce qui concerne ce propos, la psychologie. Mais, avant cela il convient de résumer à grands traits les observations que le professeur peut faire de manière courante.

1.2. Les constats que peut faire le professeur de mathématiques

1.2.1. Variabilité et approche quantitative : la hiérarchisation

Il y a, tout d'abord, le constat des *différences* qui peut se regarder sous différentes formes. En premier lieu, les élèves paraissent globalement réussir avec une efficacité, une aisance, variable en mathématiques. Le professeur peut souhaiter les situer par un indice synthétique, et, surtout, il peut les hiérarchiser au regard de leur réussite sur l'ensemble des contenus de la discipline par le biais de scores (les notes scolaires) portant sur des exercices auxquels sont soumis les élèves et faire la moyenne de ces scores. Il peut aussi se situer, en termes de différences, en tenant compte du fait que la réussite en mathématiques peut être associée à la réussite dans d'autres domaines¹, donc selon une autre forme de hiérarchisation construite sur la plus ou moins grande étendue de l'efficacité scolaire. Enfin, les élèves peuvent être différenciés de manière « *hiérarchique* », au regard de la variabilité de l'efficacité à réussir à l'école, par un indicateur quantitatif, cette fois ci plus global, un score correspondant à la moyenne des moyennes des scores obtenus par matière. Ce score plus global pouvait même être associé, dans l'enseignement public, au classement général des élèves. Tout ceci, au regard de faits, bien réels, constatés, marque le caractère *hiérarchique* du point de vue choisi pour le traiter, c'est-à-dire celui du schéma mental qui préside à une telle appréciation. C'est ce qui se passe,

¹ Le français, les sciences, les langues, etc.

lorsque sont utilisés des bulletins scolaires, au moins certaines formes, dans les évaluations traditionnelles, même si celles-ci sont actuellement en cours d'évolution.

1.2.2. Du « variable » quantitatif au « variable » qualitatif

Mais pour une même moyenne générale de note, le professeur peut constater que des élèves présentent des réussites variées dans les différentes matières. Rappelons ici, par exemple, qu'un élève peut réussir brillamment en mathématiques, moins brillamment en français et vice versa pour un autre. Ceci est vrai pour l'ensemble des matières. Mais cela peut être également vrai à l'intérieur de chaque discipline. Comme cela a été évoqué dans le point précédent, un élève peut mieux réussir sur les aspects géométriques, un autre sur des questions relevant essentiellement du calcul, des dimensions plus algébriques ou l'inverse. Les différences ne sont plus, alors, vraiment quantitatives, globales, synthétiques, ni strictement hiérarchiques, elles sont davantage *qualitatives* et prennent, pour les élèves, la forme de *profils* suggérant des perspectives plus analytiques.

1.2.3. Le point de vue « implicatif » ?

Cependant, malgré tout, le professeur constatera qu'il existe bien, concrètement, une propension à « *co-réussir* » ou à « *co-échouer* », variable dans sa discipline et dans les différentes disciplines, pour une part variable d'élèves. Dans l'expérience du professeur cela peut constituer une observation banale puisque les savoirs et savoir faire sont plus ou moins intégrés entre des disciplines : à savoir, il faut maîtriser du français pour réussir en mathématiques, maîtriser des mathématiques pour réussir en science, etc.

Comme cela a été vu dans le point précédent, cette *co-variation*, peut être renvoyée à *l'implication* observée dans l'emboîtement des savoirs. Du type : « *si l'élève réussit les problèmes de mathématiques alors, il maîtrise à minima la lecture, la compréhension de texte, « faire des opérations » et le sens de celles-ci, etc. »*

1.2.4. Et, réussite et précocité...

Il observera enfin que cette propension à la *co-variation* est associée à la question de *l'avance/retard* des élèves. A savoir : un élève qui a une propension à réussir globalement à l'école sera plutôt (mais, bien sûr, pas systématiquement) un élève également « *à l'heure* » ou « *en avance* » au regard de son cursus scolaire alors que celui qui a une propension à échouer sera plutôt un élève présentant un certain « *retard* » au regard de ce même cursus.

Mais tout ceci, encore une fois, ne dit rien sur : « *comment* » ces apprentissages se font, laissent des traces, s'associent ou interfèrent avec d'autres traces, permettent l'expression de raisonnements nouveaux, de nouvelles perspectives pour la discipline, bref, interagissent, se structurent pour le sujet.

2. Le recours à la psychologie et ce qui s'en déduit

Il y aurait donc, selon cette nouvelle perspective, des interprétations propres au domaine disciplinaire considéré mais il y aurait aussi des interprétations, susceptibles d'être pertinentes,

relevant d'autres domaines de la connaissance. Cela amène à un changement de domaine, mais aussi à des changements point de vue, ou, tout au moins, à des déplacements au regard de l'objet d'investigation.

Il ne s'agit plus de traiter de l'acquisition des connaissances et de sa structuration, de manière abstraite et détachée du *sujet*¹ qui acquiert ces connaissances, mais de se centrer sur lui et la manière dont il les acquiert. L'observateur de ce changement de registre peut penser que les questions et les problématiques évoquées ci-dessus sont sans objet parce que le nouveau cadre va totalement les renouveler. D'un certain point de vue, en particulier au regard de l'histoire de la nouvelle discipline retenue ici, la *psychologie*, cela est vrai ; d'un autre point de vue, il n'en est rien. Car si l'objet de recherche et les contenus sont différents, pour autant les démarches intellectuelles des professionnels de ce domaine n'ont pas été nécessairement différentes, dans un premier temps, au regard de l'histoire de cette discipline et de son évolution. Simplement, des outils mathématiques particuliers viennent au secours du chercheur ceci afin de l'aider à ordonner ses données selon les schémas mentaux d'analyse qui lui paraissent être les plus pertinents.

2.1. La situation observée par le psychologue

Tel qu'évoqué au point précédent, le professeur de mathématiques peut se placer, dans le cadre d'une analyse *didactique* rigoureuse, à l'*interne* de la réflexion portant sur sa discipline, ou dans le cadre, plus *pragmatique*, plus *externe*, plus *périphérique*, de la « *compréhension* » empirique de ce qui fait la variabilité de l'efficacité des conduites adaptatives de l'élève dans sa discipline.

Pour le psychologue, l'investigation, peut se faire également de deux manières. Elle peut se faire, par « *l'interne* », c'est-à-dire par la compréhension des capacités cognitives clairement analysables dans la compétence exprimée selon le modèle théorique choisi. Elle peut se faire, par « *l'externe* », à la périphérie, c'est-à-dire par l'expression de performances dont témoigne le sujet sans que le psychologue puisse présenter, pour autant, un modèle clair et complet d'analyse psychologique de la situation traitée.

A l'*interne*, il est considéré, tout au moins dans un cadre scientifique classique, que le processus psychologique de résolution du problème traité est, sur le plan rationnel, parfaitement explicite ou explicitable². Le travail du psychologue consiste donc, dans l'analyse du processus mis en œuvre, à cerner le dysfonctionnement d'un des éléments du processus qui amène à la difficulté rencontrée par le sujet sur la question traitée. Seront rapportées, ici, brièvement, des

¹ Donc pas seulement par le « *quantitatif* » mais aussi par l'analyse, du point de vue de la structure des connaissances disciplinaires, et effectuée par un autre *sujet*, différent de chacun des élèves : le professeur.

² Ce qui n'est pas assuré au regard des investigations, des recherches et des débats actuels entre les différents courants de pensée de ce domaine, voire des confrontations de conceptions à l'interne du domaine entre des conceptions référent, par exemple, à la psychologie expérimentale (dont la neuropsychologie), la psychologie cognitive et la psychologie clinique (les courants de pensée de la psychologie dite « dynamique »), ou au regard des conceptions d'autres domaines des sciences humaines (anthropologie, sociologie, etc.).

conceptions relativement « récentes », c'est à dire celles partant globalement du milieu du 20^e siècle jusqu'à aujourd'hui.

Seront évoquées dans ce cadre, des conceptions relevant du structuralisme, comme les conceptions opératoires, inscrites dans la logique, du développement de l'intelligence¹, du cognitivisme, en particulier du courant fonctionnaliste,² des conceptions relevant du traitement de l'information³, des aspects relevant de l'approche des neurosciences⁴, enfin des approches de ces questions relevant de la génétique dans des conceptions déjà anciennes ou plus récentes⁵.

Les conceptions relevant d'une approche *externe*, partant de la *périphérie* du fonctionnement cognitif renvoient, elles, à des courants de pensée allant des conceptions psychométriques de la fin du 19^e début du 20^e siècle, à l'approche par la mesure de l'expression des compétences sous forme de performances du sujet et aux conceptions *factorialistes* de l'intelligence⁶.

Mais la situation observée par le psychologue, si elle peut ressembler à celle du professeur de mathématiques, par certains aspects, en diffère par d'autres et principalement au regard des contenus traités. A l'*externe* du sujet, par exemple, le psychologue considère l'ensemble des conduites, que ces conduites réfèrent à l'école ou non. Celles-ci peuvent relever, pour le sujet, de la sphère cognitive, de l'efficacité adaptative ou non. Il peut être question de sa personnalité, de ses intérêts, de ses valeurs, etc. Le domaine du chercheur, en psychologie, est donc très vaste. Il embrasse l'ensemble des conduites, rationnelles, non rationnelles, relevant de normes ou non, développées individuellement ou en interaction avec d'autres, dans des groupes, des institutions, et, plus largement, dans une société donnée ou dans différentes sociétés aux conceptions culturelles variées. Cela peut modifier, à chaque fois, et pour chacun des plans considérés, la vision globale que le psychologue a sur son objet de travail : les conduites du sujet. Les observables s'inscrivent, donc, de fait, moins facilement que pour le professeur de mathématiques dans un ensemble cohérent, notamment un ensemble intégré de connaissances dont certaines seraient *nécessaires* à d'autres pour apparaître. Mais alors, pour le psychologue, comment cela « s'organise » t'il ?

Lorsque l'approche se fait par l'*interne*, l'analyse des conduites porte plus sur les *fonctions* mises en œuvre que sur les *contenus* traités. Les contenus pris en compte le sont en vue d'évaluer

¹ Cf. J. Piaget, 1972, voir, notamment le document 4 b.

² Cf. J. F. Richard, 1990.

³ L'ensemble des tâches cognitives seraient ramenées à du traitement de l'information par le cerveau en faisant, ou pas, l'analogie avec ce que peut faire un ordinateur conçu avec des logiciels relevant du domaine de « l'intelligence artificielle » (Cf. J. Lautrey, D. Chartier, 1987).

⁴ Cf. Houdé et coll., 2002).

⁵ P. Roubertoux, 2004.

⁶ Facteurs communs à plusieurs épreuves de performances cognitives et plus ou moins indépendants d'autres facteurs correspondant à d'autres performances cognitives (Cf. F. Longeot, 1969, 1978, O. Martin, 1997, M. Huteau, J. Lautrey, 1999).

les fonctions mises en œuvre, telles que, par exemple, la *mémoire*, l'*attention*, les *représentations mentales*, le *raisonnement*, le *contrôle* de l'activité développée par le sujet, etc. Le psychologue peut avoir un modèle au regard duquel les fonctions s'organisent entre elles afin de permettre l'expression efficace des conduites adaptatives. Il peut avancer¹ un raisonnement du type : « *si l'élève réussit dans tel ou tel raisonnement alors, il maîtrise à minima tel ou tel opérateur logique, donc une certaine maîtrise du langage, des ressources attentionnelles, des capacités de contrôle de l'activité développée, etc.* »

Mais, comme pour le professeur de mathématiques, le psychologue n'a pas de lecture directe des processus *réellement* mis en œuvre de manière « *intégrée* » à savoir les *compétences* et sous-compétences qui les constituent. Que ce soit avec ou sans modèle préétabli, il devra, pour établir la présence de ces compétences, faire que s'expriment des *performances* sous forme de *scores* obtenus à des épreuves proposées.

2.2. Les constats que peut faire le psychologue

Dans le domaine particulier de la psychologie cognitive, celui retenu plus spécialement ici, le psychologue est amené à faire des constatations similaires au professeur de mathématiques. A savoir que lorsque sont présentées des activités extrêmement diverses concernant l'expression cognitive sous des formes et des contenus multiples et variés, plus larges que ceux relevant de l'activité scolaire, il peut être établi, pour un groupe de sujets, des scores par dimension considérée et, sur chacune d'elle, il peut être établi un classement hiérarchique des sujets du groupe en fonction du score réalisé par chacun des sujets sur cette dimension. Comme il peut être établi une distance de chacun des sujets du groupe à la moyenne des performances obtenues par l'ensemble des sujets du groupe considéré. Il peut également être établi un score global correspondant à la moyenne des scores obtenus sur les différentes dimensions considérées par chaque sujet. Ce score global peut être traité de la même façon que lorsqu'il s'agit d'une seule dimension (voir ci-dessus), c'est-à-dire en terme hiérarchique ou de distance à la moyenne du groupe. Ceci permet d'avoir un indicateur global et synthétique de performances d'efficacité cognitive que l'on peut éventuellement référencer également à l'âge du sujet (QI). Ce rapport à l'âge peut être, lui aussi, intégré à un classement hiérarchique des sujets ou à l'estimation d'une distance à la moyenne du groupe de référence.

Mais l'amalgame des scores considérés met en avant un assemblage *hétéroclite*² qui ne peut avoir d'autre sens que celui de restituer un indice quantitatif unique intégrant, ici, qui plus est, la notion d'avance et de retard. Cependant, comme pour les contenus scolaires une autre approche différentielle peut être faite, plus qualitative. Les différences de performances sur chaque dimension sont variées et variables d'un sujet à un autre et le même score global peut

¹ Comme le professeur peut le faire par rapport aux contenus de ses enseignements.

² Reconstruire une image abstraite à partir de cubes tous identiques, donner la définition de mots, assembler des images pour reconstituer une histoire, etc.

renvoyer à un éventail des scores différents pour chaque sujet. L'absence de différenciation hiérarchique se traduira alors par des différences en termes de *profils* de performances.

Mais le psychologue, pour justifier de la pertinence de son approche et prétendre à la possibilité d'aider le professeur de mathématiques, voudra faire état, au-delà des considérations de mesure pour elles-mêmes, de sa capacité de diagnostic au regard de la validité des dimensions qu'il met en œuvre. Dans cette perspective, les scores établis doivent pouvoir être mis en relation avec des performances cognitives larges et notamment l'efficacité scolaire. A partir de là, il restera, ensuite, au psychologue à tenter de faire la preuve de sa capacité pronostique. Mais, pour permettre cela, *a minima*, des conditions méthodologiques doivent être remplies. Il lui faudra présenter des scores qui, en l'absence d'apprentissage ou d'entraînement en vue de l'amélioration des performances, sont peu susceptibles de fluctuer d'une mesure à l'autre, d'une passation de l'épreuve à une autre passation. Dans ce cas, ce qui est visé, c'est la *fidélité* de la mesure. Car, de la fiabilité¹ de la mesure dépendra aussi la validité de son rapport à la réussite, et ici, plus particulièrement, à la réussite scolaire. Enfin les mesures effectuées doivent pouvoir permettre, par l'analyse à laquelle elles sont associées, une meilleure compréhension des raisons qui font que s'exprime, ou pas, une certaine efficacité des conduites adaptatives. Dans ce cas, l'analyse des données permet de développer, mais, *a posteriori*, un modèle interprétatif susceptible d'être pertinent et dont la conception, au regard des performances réalisées est susceptible d'être mis en rapport avec l'*efficacité scolaire*.

Dans cette perspective, le psychologue observe bien, alors, la propension à *retrouver une mesure similaire*² après la répétition de cette mesure puisque cette propension est recherchée. Le psychologue va retrouver également, à côté de l'aspect *différentiel qualitatif* évoqué au sujet de la question des *profils*, une propension à la *co-variation*³. Et cette co-variation s'étend, y compris par construction au regard de la question de la *validité*, aux dimensions de l'efficacité scolaire. Il va également observer que des performances ou des maîtrises de capacités du sujet en *précèdent* d'autres. Peut-il pour autant mettre en évidence une relation implicative entre les dimensions considérées ? Pas nécessairement.

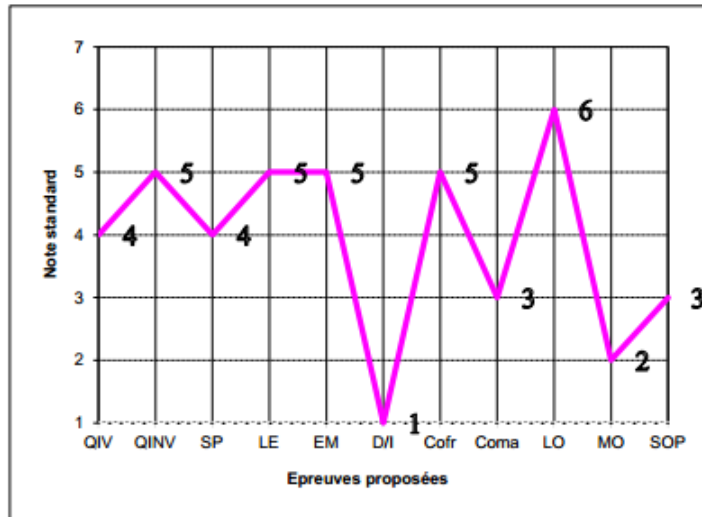
Mais, et ceci est un point très important, comme évoqué dans le paragraphe ci-dessus, les observations sont « *composites* ». On observe donc la tendance *différentielle* entre : indépendance des performances réalisées par certains sujets et tendance à la *co-variation* de ces mêmes performances pour d'autres sujets, tel que, par exemple, présenté dans les documents ci-dessous⁴.

¹ Fidélité mais aussi pertinence au regard de l'objectif du diagnostic/pronostic : la plus ou moins grande efficacité exprimée par l'élève dans ses résultats scolaires - voir précédemment dans le texte -.

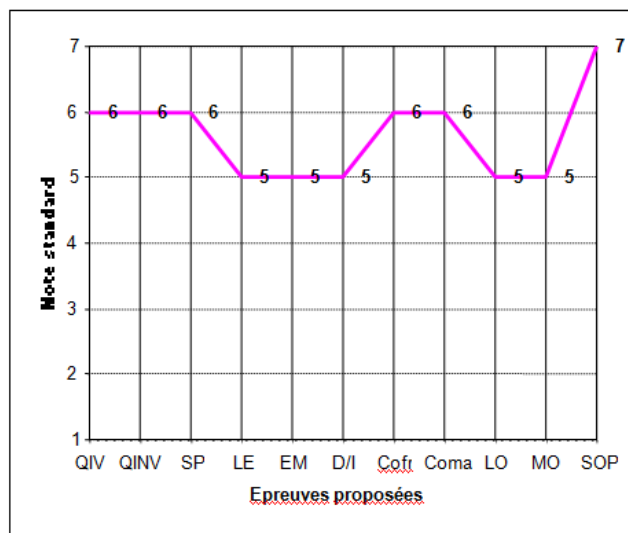
² Au regard d'un groupe de référence, par exemple.

³ Est-ce uniquement par modalités de construction plus ou moins comparables des épreuves, donc aussi par construction ?

⁴ Cf. C. Pellois, p. 207, dans ouvrage collectif, Chasseigne, Cadet, 2010.



1a : profil hétérogène de performances



1b: profil homogène de performances (co-variation)

Document 1: Variations interindividuelles différentielles des profils de performances

Les méthodes d'analyse statistique dites « factorielles » ont été développées afin de rendre compte des différentes options de traitement choisies par les psychologues de ces deux faits associés. Les uns sont partisans d'une intelligence générale d'autres de l'aspect différentiel de l'intelligence voire de l'expression des intelligences. Ils en recherchent tous l'expression au travers de la communauté et des variations traitées au plan statistique. Suivant la méthode statistique choisie, soit le facteur général, soit des facteurs plus spécifiques sont mis en avant (voir les documents¹ ci-dessous). Aucune des différentes écoles ne peut, à ce jour, trancher clairement à propos de cette réalité mixte.

¹ Cf. Huteau, Lautrey, 1999, p. 289.

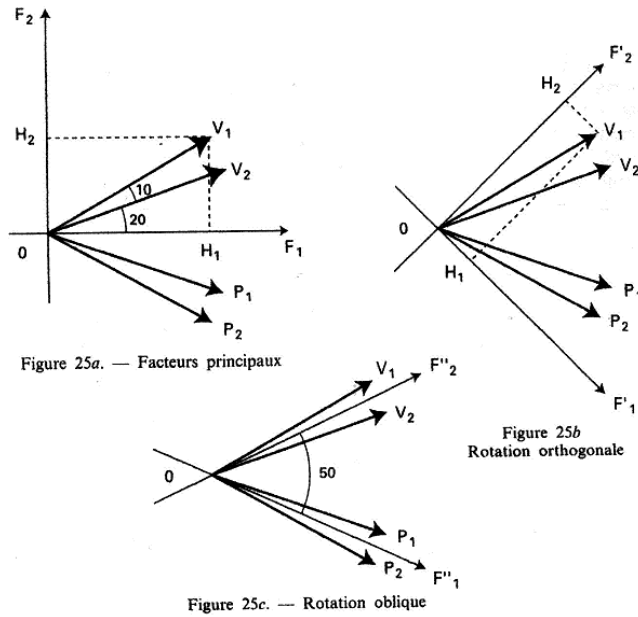


Figure 25. — Trois solutions factorielles différentes auxquelles peut aboutir l'analyse de la table d'intercorrelations (tableau 10, p. 287)

2a

Tableau 11 a			Tableau 11 b			Tableau 11 c		
Facteurs principaux			Rotation orthogonale			Rotation oblique		
	F_1	F_2		F'_1	F'_2		F''_1	F''_2
V_1	.87	50	V_1	.26	.96	V_1	-.08	.82
V_2	.94	34	V_2	.42	.91	V_2	.08	.70
P_1	.94	-34	P_1	.91	.42	P_1	.70	.08
P_2	.87	-50	P_2	.96	.26	P_2	.82	-.08

Tableau 11. - Tableaux des saturations des quatre tests V_1, V_2, P_1 , et P_2 par les deux facteurs, pour chacune des trois solutions factorielles

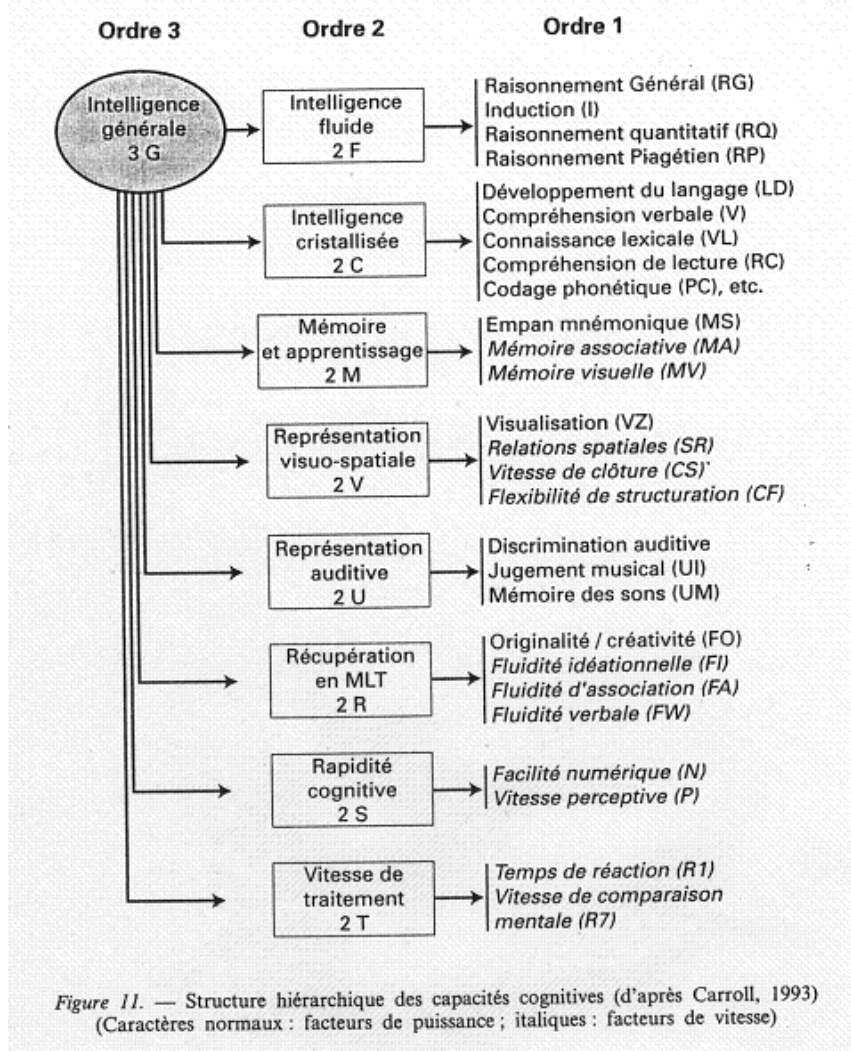
2b

Document 2: *L'analyse factorielle en fonction du choix du modèle*¹

La synthèse la plus élaborée des différentes positions défendues est présentée sous la forme d'un modèle dit « *modèle hiérarchique* », constitué de quatre étages. Il existerait bien, tel que présenté dans le document ci-dessous, un facteur général, des facteurs de groupe large, des

¹ Cf. Huteau, Lautrey, 1999, p. 289

facteurs de groupe plus restreints¹, et enfin une part de variance relevant d'un facteur spécifique à chaque épreuve de mesure d'une performance considérée.



Document 3: *Modèle hiérarchique issu de la synthèse des études factorielles des capacités cognitives*

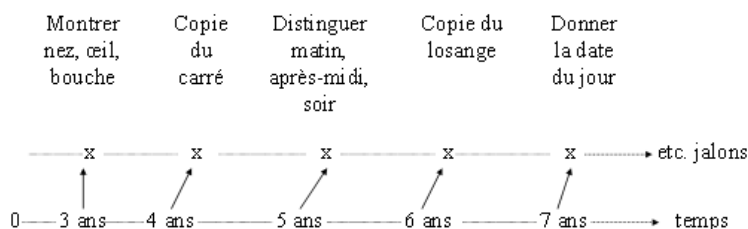
En ce qui concerne la « *précédence* », son interprétation en termes implicatifs pose question en fonction de la grande hétérogénéité des dimensions retenues et de l'absence de modèle a priori, comme en ce qui concerne l'analyse factorielle. Quand un modèle existe², induisant la dimension implicative, celle-ci est discutable du fait du caractère très formel, voire l'expression, dans les faits, du caractère « *implicatif* » peu vraisemblable derrière la situation de « *précédence* », ou, s'il est vraisemblable car s'appuyant sur la logique, potentiellement réducteur

¹ Par exemple, sur contenus verbo-scolaire ou référant à l'intelligence cristallisée, ou bien spatio-représentatif ou référant au domaine visio spatial (Cf. F. Longeot, 1978, p. 167, ou tel que présenté dans le document 3 ci-dessus, Huteau, Lautrey, 1999, p. 146).

² Par exemple, les conceptions opératoires piagétienne ou des modèles récents de l'organisation générale des processus mnésiques.

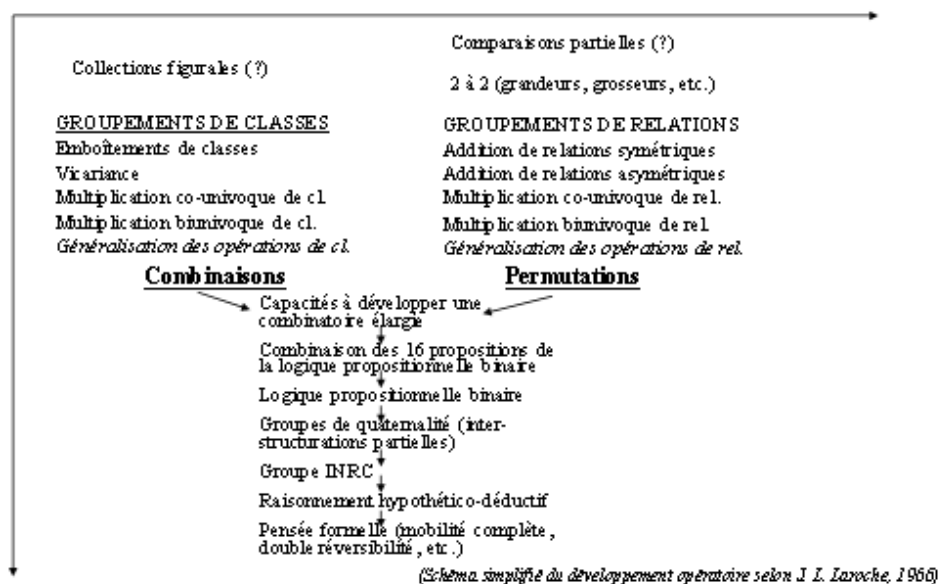
donc partiel au regard des observations psychologiques effectivement réalisées. Les deux perspectives sont illustrées par les exemples présentés dans le document ci-dessous¹.

- Un développement « jalon » : A précède B



(Cf. F. Longeot, 1978)

4a: *précédence sans nécessairement implication*



4b: *précédence associée à une construction implicite rationnelle de la structuration des capacités cognitives selon le modèle opératoire du développement proposé par J. Piaget*
Document 4 *Situations de précédence et caractère implicite*

Il n'y a pas, ici, comme dans le domaine des apprentissages disciplinaires, dans l'exemple évoqué des mathématiques, l'architecture des connaissances qui se pose, en termes d'explication, de signification, de la relation implicite comme une évidence liée à la structure même des contenus, univoque par nécessité conceptuelle. Le rapport entre les contenus hétérogènes traités plus largement par les psychologues² ne permet pas souvent d'inférer de manière évidente comme pour les mathématiques, une quelconque « nécessité » d'une maîtrise

¹ Cf. F. Longeot, 1978, p. 62, et C. Pellois, 2005, p. 53, d'après J. L. Laroche, 1966.

² Savoir copier une figure géométrique, dire l'heure, connaître les différentes saisons de l'année, marcher en équilibre sur une poutre, nommer en regardant l'image du visage d'une personne le sentiment qu'elle ressent, etc.

préalable d'un contenu pour traiter du contenu suivant¹. Et même lorsque le modèle rationnel d'interprétation des conduites paraît très organisé² et rejoint cette impression d'évidence que donne au moins dans une vision large des apparences, l'analyse structurée de l'acquisition des savoirs en mathématiques, le résultat des analyses expérimentales laissent place à l'interrogation, tel qu'évoqué par les documents ci-dessous³.

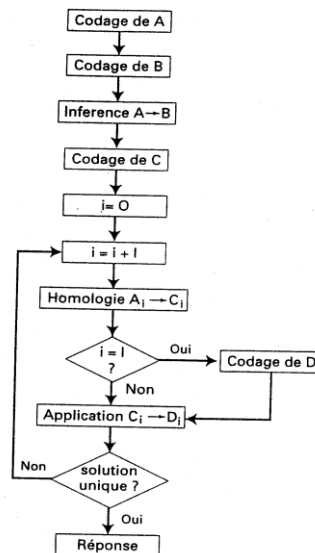


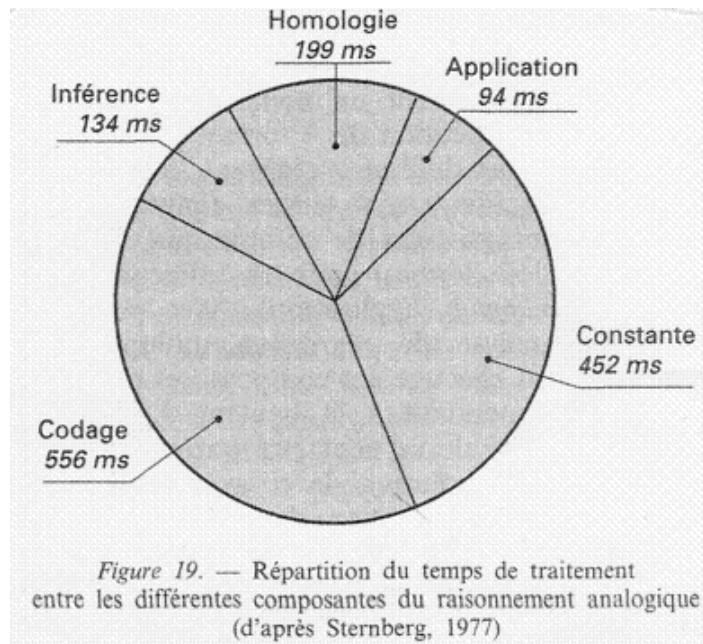
Figure 18. — Modèle composantiel du traitement de l'information dans une tâche de raisonnement analogique (d'après Sternberg, 1977).

Document 5: Schéma rationnel hypothétique sensé décrire le traitement d'une tâche cognitive

¹ Comme, par exemple, en mathématiques : maîtriser la compréhension du langage écrit, savoir faire des opérations et maîtriser le sens des opérations sont nécessaires pour résoudre un problème de mathématiques.

² Psychologie cognitive fonctionnelle, courant dit du « traitement de l'information » (paradigme TI).

³ Cf. par exemple, les documents ci-dessous, Huteau, Lautrey, 1999, p. 220 et 216.



Document 6: Observation de la répartition du temps de traitement en fonction des différentes composantes décrites dans le document -5-. Interrogation quant à la durée importante et à la nature des tâches réalisées par le sujet dans la partie du temps « constante ».

3. Des contraintes aux parts de liberté : problèmes posés par les cadres conceptuels de la psychologie et les modélisations de traitement de données qu'elle utilise ; ouvertures possibles.

Il s'agit maintenant, dans cette partie, prenant appui sur les deux précédentes, de traiter progressivement des cadres conceptuels et de l'ouverture possible au regard de la complexité que l'on peut tenter d'aborder dans le cadre des sciences humaines et de leurs évolutions.

3.1. Les modèles déterminent des formes potentiellement « réductrices » de contraintes « ajoutées » et donc artificielles dans le traitement des données et leur analyse

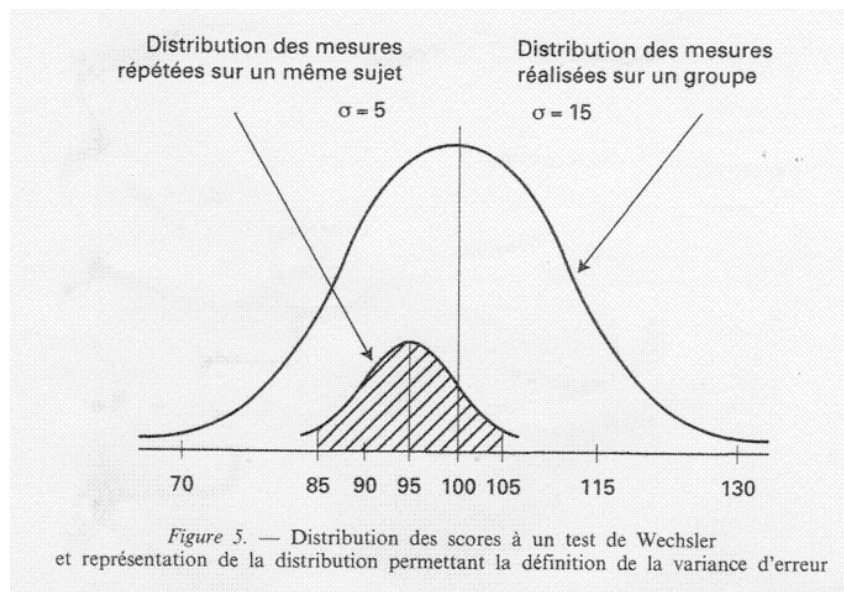
Ne seront évoqués ici brièvement, à titre d'illustration, que quelques uns des cadres « modélisateurs » susceptibles de réduire le regard sur le réel effectivement étudié.

Nous avons vu à propos de l'analyse factorielle, que suivant ses convictions, le psychologue utilisera certaines formes de traitement mathématiques de données, un certain positionnement des axes d'assimilation des données privilégiant une position plutôt qu'une autre. Un autre psychologue, aux convictions différentes, utilisera un autre positionnement des axes (Cf. Documents -2- a, b inséré précédemment dans le texte).

Le psychologue *différentialiste* utilise un outil habituel de présentation des différences de performances entre les sujets¹ la *courbe de Gauss* (Cf. Document -7- ci dessous). Pour favoriser cette forme lui permettant d'appliquer certains traitements mathématiques, il recherchera même

¹ Donc interindividuelle, ou pour un même sujet, intra individuelle.

dans la construction de ses épreuves, à éliminer certains items, à en proposer d'autres. Cette courbe en vient ainsi à définir une norme de distribution des données¹ auquel le psychologue va se référer le plus habituellement. Cette position renvoie, notamment, à l'histoire de cette psychologie et le point de vue évolutionniste². La distribution des données peut prendre, cependant, de toutes autres formes et caractériser de façon différente³ les situations observées. Pour autant, ces observations de distributions différentes ne sont pas toujours prises en compte par le psychologue.



Document 7: Exemple d'utilisation de la courbe de Gauss ceci afin de faire état de la distribution des performances pour un groupe de sujets différents et de la distribution d'un groupe de performances potentielles estimées, ou réalisée à partir de mesures effectives, pour un même sujet (performances assimilées à la « variance d'erreur »)

Par le choix fait de cette assimilation prépondérante à une courbe donnée, la position du psychologue a pu, ainsi, dans le passé, peut encore actuellement, être considérée comme réductrice de la réalité, ici *psychologique*, observée. Plus largement, les conceptions trop strictement « *développementales* » ou « *progressistes* » utilisées en psychologie peuvent relever d'approches évolutionnistes étroites, potentiellement réductrices qui font problème y compris au regard des conceptions actuelles portant sur cette question de l'évolution⁴.

¹ Présentant quelques sujets caractérisés par leurs performances aux extrêmes et de nombreux sujets en position centrale de scores « *moyens* ».

² Une certaine forme de darwinisme appliqué à la psychologie.

³ Courbe en I courbe en J, bimodale, linéaire sans pente, avec pente, avec effet palier, ou seuil, complexe, sans forme aisément assimilable à une modélisation mathématique, etc.

⁴ Cf. M. Reuchlin, 1995, par exemple, p. 278, Langaney, 1999, par exemple p. 96 et suivantes, S. J. Gould, 2006, par exemple, p.524.

La psychologie scientifique, et tout spécialement la psychologie appliquée qui en découle, peut être prise dans une logique de recherche « *utilitaire* ». Cela peut apparaître sous la forme, par exemple, d'un pronostic à partir de mesures qu'elle établit. Sont alors recherchées des parts de variance expliquées au regard d'une situation future, mais pour que cela puisse se faire, comme cela a déjà été dit, la mesure doit être *valide* et donc, en premier lieu, *fidèle*. C'est-à-dire qu'une certaine cohérence interne et externe, une certaine homogénéité doit exister et une reproduction à l'identique de la mesure doit pouvoir se faire. Des coefficients statistiques sont calculés. Mais pour que la mesure puisse être valide ou fidèle, certaines manipulations, par exemple, sont faites sur l'outil de mesure (homogénéisation) et le traitement de la mesure (étalonnages, etc.), permettant ainsi de réduire les fluctuations de la mesure donc, potentiellement, une part du réel observé. De même, cette vision « *utilitariste* », dans l'approche rationnelle fonctionnaliste peut renvoyer les temps d'activité non expliqués par le modèle du fonctionnement cognitif choisi à une part de l'expression concomitante du sujet « *gratuite* » et sans rapport avec le fonctionnement cognitif « *expliqué* », voire à une expression « *parasite* ». Ce point de vue peut d'ailleurs renvoyer à des positions comparables référant aux travaux et à l'histoire de la génétique moderne¹. Une approche plus prudente de cette question serait à envisager en psychologie, ceci en référence aux conceptions de la biologie et des neurosciences qui ont longtemps minimisé, à tort semble-il, dans l'approche fonctionnelle du cerveau le rôle de cellules autres que les cellules nerveuses, comme les cellules gliales. De la même façon, le ciblage de certaines conduites (pensée convergente) jugées comme pertinentes et essentielles au regard d'autres dans le contexte adaptatif du sujet amène à réduire le champ d'investigation de la variabilité et donc à majorer le poids des dimensions prises en compte, dans les modèles de décomposition de la variance expliquée, au regard des outils réducteurs utilisés dans la prise d'information.

Il s'agit d'une logique circulaire redoutable, au regard des phénomènes observés. En psychologie générale sont recherchées les grandes tendances susceptibles de rendre compte d'un phénomène. Sont alors calculés des coefficients². Pour valider le modèle proposé, la tendance est souvent de renvoyer les parts de mesure non concordantes à « *l'erreur de mesure* ». Et donc d'une certaine manière, se trouvent être éliminés purement et simplement tout événement n'entrant pas dans le cadre du modèle général vérifié par la tendance « *majoritaire* » observée.

Par ailleurs, et c'est cela va être aussi évoqué ci-dessous, les constatations et les conceptions courantes tant ordinaires que plus techniques ne sont pas sans poser également question sous plusieurs aspects.

¹ Par exemple, le rôle fonctionnel longtemps passé sous silence ou négligé de l'ADN mitochondrial au regard de l'ADN cellulaire.

² Corrélation, régression, implication, etc.

3.2. Des observations qui posent question à la modélisation notamment sur ses aspects quantitatifs et globaux

L'expression des différences sur le plan des profils de performance, et non pas par une échelle hiérarchique univoque du constat d'une performance globale variable, relève davantage de la dimension qualitative. Cette présentation différentielle, sous forme d'un profil de performances variées, oriente alors l'interprétation vers des modèles qui réfèrent à des configurations donc renvoient à une forme d'organisation globale du sujet au regard des conduites adaptatives à mobiliser. Elle donne du sens à la *singularité* différentielle, par rapport au général, à l'universel. Elle fait passer la recherche de la position référant au « *plus ou moins efficace* » à la question « *sous quelle forme cette efficacité s'exprime ?* ». Ce qui peut permettre d'aborder ultérieurement dans une approche plus fonctionnelle le « *comment ?* ».

Le caractère systématiquement partiel des résultats (des parts de variance résiduelles apparaissent le plus souvent), au regard des variables considérées¹, renvoie à la complexité des situations, des contextes, à la multiplicité des facteurs possibles dans un jeu d'interactions fonctionnelles qui va, actuellement, bien au-delà des capacités d'analyse et de modélisation formelle en vue de rendre compte des données, donc des outils mathématiques à disposition. La complexité, non seulement de l'intrication interactive des variables, mais très vraisemblablement de la dimension conceptuelle non réductrice du « *réel* » de ces interactions, ou des configurations auxquelles elles aboutissent², se traduit, en l'état des recherches, sous cette forme conjointe, déjà évoquée, paradoxale, à la fois de la *dépendance* et de l'*indépendance* des variables entre elles. Ceci traduit bien le caractère partiel de l'une et de l'autre de ces deux dimensions. Les parts « *non expliquées*³ » de variance renvoient à une partie de ce même phénomène d'une variabilité que l'on néglige en l'assimilant à des marges d'erreur de la mesure dans les modèles *a posteriori*, ou, dans les modèles *a priori*, à des temps sans justification en terme d'efficacité cognitive au sens strict⁴, et donc des temps susceptibles d'être assimilés à des fonctionnements indépendants, voire « *parasite* », du problème traité.

Dans le même ordre d'idée, il se présente souvent, dans la distribution des données, à côté d'une possible *co-variation*, ou une certaine « *précédence* » entre les variables, précédence susceptibles de traduire une possible *implication*, des cas « *aux marges* » ne s'inscrivant pas dans les grandes tendances majoritaires, voire s'inscrivant dans une tendance opposée ou nettement « *originale* » du point de vue des modèles soumis à des études confirmatoires.

¹ Par exemple, ceux donnés par les calculs de régression, d'analyse de variance, de corrélation, etc.

² La question posée par la « *qualité* » ou les « *états* ».

³ Part de variance résiduelle dans les analyses statistiques (ACP, LISREL, etc.).

⁴ Cas de la rationalité développée dans des modèles fonctionnels classiques (séquentiels successifs), ou plus récents (parallèles, simultanés).

Ceci permet de dégager des parts de liberté, des conceptions différentielles, la *vicariance*¹ :

- des formes d'expression dans une typologie « *sur profil* » associée à une modélisation en termes de structure, de configuration, plus ou moins fonctionnelles,
- et/ou des parcours d'évolution et de développement organisationnel de ces modélisations fonctionnelles.

Enfin, malgré les efforts de construction de systèmes de mesure *fidèles*, les données recueillies présentent, le plus souvent, des marges de *fluctuations* des performances des sujets et/ou une variabilité qui réfèrent, pour partie, à de « *l'inattendu* »², nous renvoyant alors à un déjà vieux concept scientifique, celui de *sérendipité*³. Ce phénomène de « *fluctuation* » ne peut, par son ampleur, être assimilé à la simple *erreur de mesure*. Il s'en déduit des incertitudes sur cette question de la mesure, donc sur la prévision. Ceci s'oppose alors au réductionnisme, en référence aux modèles retenus, des interprétations possibles ramenées à la simple observation des parts de reproduction des mesures antérieures.

3.3. De nouvelles ouvertures déjà existantes ou à venir

Des parts de liberté existeraient donc, majoritairement non retenues ou négligées dans les études et susceptibles d'apporter d'autres pertinences aux recherches par la prise en compte d'observations plus rares et potentiellement marginales.

Ce constat peut amener à un changement de regard sur les approches conceptuelles potentielles de la psychologie faisant passer les conceptions de modèles d'une logique d'observation des *contraintes* à la recherche de l'expression *des parts de liberté* possibles, de ce qui peut les favoriser, à partir de l'incertitude dynamique potentielle du sujet. Cette perspective est déjà exploitée, par exemple, en termes de *déterminisme chaotique*, en référence aux modélisations mathématiques correspondantes⁴. La logique de l'émergence d'un phénomène en fonction de la *sensibilité* aux conditions initiales pourrait renvoyer, notamment, au souhait, à la volonté, à la tentation d'introduire des modifications de contexte susceptibles d'élargir les marges d'expression du sujet par le jeu de contraintes différentes inscrites au départ. Les conceptions réfèreraient, ici, plus qu'à l'analyse des différences que conditionnent des contraintes, à la recherche de processus de « *différenciation* »⁵ donc d'ouverture dynamique sur de nouvelles perspectives relevant des capacités d'expression des parts de liberté potentiellement novatrices pour les sujets.

¹ A savoir, une certaine possibilité : de *suppléance* d'un système (d'une structure) par un autre système (une autre structure), donc de fonctionnement alternatif.

² Cf., par exemple : Juhel J., 2003, Pry, R., Juhel J. Bodet G., Baghdadli A., 2005.

³ Concept, notamment, introduit par le physiologiste W. B. Cannon en 1945 (Cf. Piéron, H., 1968, p. 396).

⁴ Cf. J. Juhel, 1995.

⁵ Thème déjà évoqué mais un peu différemment, par J. Lautrey, 2003, p. 25.

L'accent n'est plus mis, alors, sur les tendances générales et majoritaires, leur permanence dans le temps¹ susceptibles de rendre compte, y compris de manière réductrice, des situations rencontrées ou observées, mais plutôt sur le singulier, l'inexplicable, « l'étrange » au regard, non seulement du sens courant, comme s'autorise largement les sciences physiques, par exemple², mais du sens et de la conception des modèles eux-mêmes. Il serait mis, également sur les *fluctuations* donc la « mobilité » possible, potentielle, sur les parts de liberté possibles que suggèrent ces *fluctuations*, l'inattendu des observations. Ceci rejoindrait une conception méthodologique fondamentale déjà bien connue en termes d'épistémologie des sciences³, à savoir une position constante d'ouverture vis à vis des modèles.

Cette position peut mieux rendre, par exemple, le chercheur, le praticien, *sensible*, à côté de l'expression majoritaire de la conjonction des performances, à des positions d'indépendance, de disjonction, plus marginales, variables, entre des performances, positions potentiellement heuristiques⁴.

4. Perspectives nouvelles au regard des mathématiques appliquées à la psychologie et aux sciences humaines en général ?

Quelques perspectives seront évoquées ici avant de conclure tout à fait provisoirement...

4.1. Les perspectives

A la lecture de ce développement, il semblerait que la focalisation de l'attention devrait porter davantage sur la question du « hasard » rapporté à l'aléatoire dont l'approche essentielle relève des probabilités. Mais peut-on ramener la « puissance » de l'expression dynamique de la diversité, opposée aux contraintes de contexte, simplement au jeu de la combinatoire, telle qu'elle apparaît dans sa conception logico-mathématique ?

La variabilité dynamique, les effets de la modification des états initiaux, l'expression en termes d'*incertitude féconde*, l'importance de l'étude des observations aux marges, l'expression de la *singularité* même « étrange » questionnant l'*universel*, seraient, sans doute des aspects à regarder avec plus d'attention. Il devrait en être de même de la recherche de *différenciation* en soit, et non de la simple observation des différences. Il faudrait approfondir la question des « états » à la fois le caractère des propriétés qui leur sont propres⁵ leurs pertinences mais aussi le fait que ces propriétés peuvent faire « obstacles ». Il conviendrait, également, de se pencher sur le statut épistémologique, et les conceptions y afférant, relevant de l'*inattendu*, ce qui aurait alors à voir encore avec l'incertitude, et aussi sur le fait qu'au-delà du quantitatif, s'exprime le

¹ Capacités plus ou moins « constitutives » du sujet, comme l'intelligence, les types ou les styles cognitifs, les traits de personnalité, etc.

² C. Pellois, dans Chasseigne, Cadet, 2010, p. 194 et suivantes.

³ Cf. G. Bachelard, notamment.

⁴ Comme c'est le cas de l'étude des difficultés scolaires au regard de performances différentielles intra individuelles référencées à l'interindividuel.

⁵ Cf. à ce sujet, D. Durand et les conceptions systémiques.

« *qualitatif*¹ », etc. Tout ceci ne renverrait-il pas à quelques nouvelles conceptions à défendre ? Mais alors, lesquelles ? Ces ouvertures peuvent poser aux mathématiciens des défis d'actualité, des perspectives à investir, des « *objets* » potentiellement nouveaux à élaborer, là où il n'y aurait, dans l'état actuel de la recherche, conceptuellement rien, ou pas grand chose.

Que dire, en effet, du concept de la « *qualité* » ? Dans cet « *aller* » mais aussi ce « *retour* » « *du hasard à la nécessité* », ne conviendrait-il pas de retravailler cette question de l'aléatoire (une simple distribution au hasard ?) au regard des contraintes et de la « *puissance* » d'adaptation du *vivant*, du *sujet*, aux contraintes ? Si, comme il est dit parfois, « *le tout est plus que la somme des parties* », alors, quelle conception avancer pour traiter des *états* par delà les interactions qui les « *composent* » ? Quels paradigmes fondamentaux seraient à revoir pour tenir compte de cette question du « *singulier* », non réductible à d'autres *singuliers*, et donc de l'impossibilité de présenter deux états semblables² au regard des conceptions mathématiques et des objets formels qui les composent ? D'une manière plus globale, dans quel cadre contextuel potentiellement plus « *large* » interpréter tout cela ?

4.2. Conclusion provisoire ...

Pour le psychologue, l'être humain présente, dans une expression apparemment assez spontanée, certes sous des formes plus ou moins sophistiquées, des capacités intentionnelles, des capacités d'orientation de son action, des capacités d'anticipation, de conception hors du réel « *tout venant* » perçu mais susceptible de rendre compte, cependant, de ce réel, d'imagination dépassant les situations d'existence dans les strictes contraintes du réel de la condition humaine³, des capacités de prise de conscience, de réflexivité, de contrôle et de jugement, d'appréciation et d'évaluation. Mais de quel réel ceci fait-il partie⁴ ? Une des questions centrales qui se pose alors ne serait-elle pas celle de l'évènement qui surgit dans le réel, de son émergence et de ses conditions d'émergence ? Les deux bornes classiques en sont l'explication au sens scientifique qui rend compte des modalités de l'adaptation du vivant à des contraintes du contexte, et l'aléatoire pour rendre compte de l'apparition fortuite d'un évènement. Dans le premier cas l'évènement est « *explicable* » il existe une rationalité qui réfère au « *comment* » peut apparaître tel ou tel évènement⁵. Dans le second cas, en l'absence d'explication rationnelle peu ou très sophistiquée, il est renvoyé au « *fortuit* », à l'aléatoire et d'une certaine manière il est susceptible, au sens psychologique, d'être « *banalisé* ». Il y a réponse à tout et le monde ainsi conçu est dans une logique *psychologique* de *fermeture*. Cette « science » se place à l'opposé d'une science qui relèverait de la *singularité* d'un évènement, s'intéresserait au caractère extraordinaire de

¹ Par exemple, la question des « *qualias* » développée dans certains courants de la psychologie et de la neuropsychologie (Cf. Pacherie, E., 2002. Les consciences, *pour la science*, n° 302, décembre).

² Aucun 1 ne serait égal à un autre 1, par exemple...

³ Récits, contes, histoires, grands mythes, hypothèses scientifiques à distance du sens commun, etc.

⁴ En prise avec l' « *imaginaire* », l' « *irrationnel* » ?

⁵ La pluie pour le météorologue, l'éclair pour le physicien, des capacités adaptatives pour le psychologue (?), etc.

l'inattendu, de la convergence étonnamment exceptionnelle d'évènements¹, voire au « *merveilleux* »² et à l'expérience psychique y afférant, surtout lorsque sont considérées les contraintes du contexte et l'extrême fragilité de l'apparition, par exemple, de la vie humaine dans l'univers. Cette science renverrait alors à un autre pôle du fonctionnement *psychologique* : celui de l'exaltation du fantastique peut être même de la fantaisie donc du fantasme, non relégué à un sous produit du fonctionnement humain mais renvoyé au sujet reconnu dans toute sa subjectivité, un sujet bien *réel*, certes impliqué dans des *réalités*, mais investi de ses capacités d'expression comme cela est le cas dans l'art et la création.

Mais quel sens peut avoir un modèle non réduit, en l'absence d'explications plausibles de l'adaptation aux contraintes, au « *hasard* », à l'aléatoire ? Il s'agirait d'un monde *d'ouverture*, interrogeant la nature même de « *l'expression* ». Un monde *d'heuristiques*, susceptible d'imaginer d'autres possibles. En ce sens, si l'imaginaire, l'anticipation, la planification, la conception hors du « *réel* »³, l'intention relèvent de réalités non réduites c'est-à-dire ramenées à d'autres conceptions plus simples, mais sont considérées en tant qu'*états* dont les propriétés peuvent être propres aux états et donc originales, nouvelles, alors dans quel « *réel* » concevoir cela ?

Comment prendre cela en compte au plan scientifique ? Comment en rendre compte ? Quelle modélisation, par exemple mathématique, serait susceptible de s'y appliquer ? Quel cadre plus large englobant celui qui le conçoit peut-on proposer ? Cela est-il, même, possible⁴ ?

Si cela était envisageable, il s'agirait d'une approche plus directe plus sensible, approche que le développement de la pensée scientifique telle qu'elle existe actuellement rendrait plus difficile par une sorte d'effet « *écran* » constitué, notamment, par un façonnage des attitudes, véritable éducation de *distanciation* faisant *obstacle* à ce rapport « *intuitif* »⁵, donc spontané, non rationnel⁶, au « *réel* » pris dans un sens plus large. Il s'agirait d'un « *modèle* » qui donnerait une place aux valeurs, à l'émotion, à l'affectivité, à *l'intention* ouverte, reconnue globalement en tant qu'objet conceptuel à part entière, c'est-à-dire non ramenée à des lois de composition⁷, et s'exprimant dans des espaces possibles de liberté non réductibles aux raisons qui la contraignent. Dans ce cas, sommes-nous à la limite d'une mathématisation des modèles, et même de la place et du rôle des mathématiques en sciences et, ici, plus particulièrement, « *en sciences humaines* », ou bien sommes-nous sur d'autres perspectives radicalement différentes pour les mathématiques elles-mêmes ?

¹ Tel que cet avion récemment en difficulté et se posant sur l'Hudson en plein New York sans que l'on déplore de victimes ?

² Ceci dans une perspective non banalisée du vivant.

³ Celui ordinairement perçu par la personne.

⁴ Par exemple, cf. le théorème d'incomplétude de K. Gödel, 1931, in *From Frege to Gödel*. Harvard University Press, 1971.

⁵ Holistique, donc global.

⁶ Ou, plutôt, « *a rationnel* ».

⁷ Limite de l'approche analytique.

Bibliographie

- Bachelard, Gaston, *Le nouvel esprit scientifique*, Paris, PUF, Coll. Quadrige, 1987 (17ème édition), 1ère édition 1934.
- Carroll, John, Bissell, « Individual difference relations in psychometric and experimental cognitive tasks », *final report*, 163, LL Thurston, psychometric laboratory, university of North Carolina, 1980.
- Durand, Daniel. *La systémique*, Paris, PUF, Coll. « Que sais-je ? », 9^{ème} édition, 2004.
- Fraisse, Paul, « Il y a trois psychologies », *Bulletin de psychologie*, XXXVII, 364, 1983, pp 265-270.
- Gödel, Kurt, « Über formal unentscheidbare Sätze der Principia Mathematica und verwandter Systeme, I. » (« Sur quelques théorèmes formels indécidables des Principia Mathematica et des systèmes qui leur sont reliés ») *Monatshefte für Mathematik und Physik*, 38 (received 17 Nov 1930, published 1931), pp. 173-198. Traduit en anglais par van Heijenoort in *From Frege to Gödel*. Harvard University Press, 1971. pp. 596-616.
- Gould, Stephen, Jay, *La structure de la théorie de l'évolution*, Gallimard, 2006.
- Houdé, Olivier, Mazoyer, Bernard, Tzourio-Mazoyer, Nathalie. *Cerveau et psychologie. Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*, Paris, PUF, Coll. « Premier cycle », 2002.
- Huteau, Michel, Lautrey, Jacques, *Evaluer l'intelligence, psychométrie cognitive*, Paris, P.U.F., Coll. Psychologie sciences de la pensée, 1999.
- Juhel J., « L'accroissement associé à l'âge de la variabilité individuelle : une manifestation homéodynamique ? », In (éd) *Psychologie différentielle, recherches et réflexions*, A. Vom Hofe, H. Charvin, J. L. Bernaud, D. Guédon, *Actes des 15èmes journées de psychologie différentielle : « l'étude des différences individuelles »*, Rennes, PUR, 2003, pp. 295-299.
- « Les systèmes dynamiques non linéaires dans l'étude de la variabilité cognitive », *Actes du Colloque International : « La complexité, ses formes, ses traitements, ses effets »*, *Cahiers de la MRSH*, Université de Caen Basse-Normandie, n° spécial, avril 2005, pp. 193-216.
- Lautrey, Jacques, « La psychologie différentielle à l'épreuve de la variabilité intra- individuelle », In (éd) *Psychologie différentielle, recherches et réflexions*, A. Vom Hofe, H. Charvin, J. L. Bernaud, D. Guédon, *Actes des 15èmes journées de psychologie différentielle : « l'étude des différences individuelles »*, Rennes, PUR, 2003, pp. 9-28.
- Lautrey, Jacques, Chartier, Daniel, « Images mentales de transformations et opérations cognitives: une revue critique des études développementales », *L'Année psychologique*, 87, 1987, pp. 681-602.
- Langaney, André, 1999. *La philosophie biologique*, éd. Belin, Coll. « regard sur la science », Paris.
- Léontiev, Alexis, *Le développement du psychisme*, Paris, Editions sociales, Coll. Problèmes, 1967
- Longeot, François, *Psychologie différentielle et théorie opératoire de l'intelligence*, Paris, Dunod, Coll. Sciences du comportement, 1969.

Tés stades opératoires de Piaget et les facteurs de l'intelligence, Paris, PUF de Grenoble, 1978.

Martin, Olivier, *La mesure de l'esprit. Origine et développements de la psychométrie, 1900-1950*, Paris, L'Harmattan, Coll. des sciences humaines, 1997.

Pacherie, Elisabeth, Les consciences, *pour la science*, n° 302, décembre 2002, pp. 22-25.

Piéron, Henri, *Vocabulaire de la psychologie*, Paris, PUF, 1968.

Pellois, Christian, *Enseignement et formation : le développement de la personne*, tome 3 : *Vers le sensible*, Paris, L'Harmattan, Coll. « recherches et innovations », 2004.

« Complexité et développement : reconnaître l'émergence de qualités nouvelles dans le domaine des conduites adaptatives. Difficultés et intérêt des nouvelles perspectives », Actes du Colloque international : « La complexité, ses formes, ses traitements, ses effets », 19-20 septembre 2002, Université de Caen Basse-Normandie, *Cahiers de la MRS*, Caen, 2005, avril, pp. 45-58.

« L'utilisation des modèles structuraux afin d'aborder la complexité du réel en sciences humaines », *Mathématiques et sciences humaines*, 45e année, 177, (1), 2007, pp. 53-85.

« Contrainte et liberté du sujet : entre incertitude et prévisibilité ? » In (éd) Cadet, Bernard, Chasseigne, Gérard, Foliot, Gérald, *Cognition, incertitude et prévisibilité*, publication des actes du colloque : « Incertitude et prévisibilité », MRS, Université de Caen Basse-Normandie, 8-9 juin 2007, Paris, Editions Publibook Université, Coll. « Psychologie cognitive », 2008, pp. 77-101.

« Sens et incertitude, une forme de complexité en psychologie : des contraintes aux parts de liberté, le développement de la personne et ses contextes. », In (éd), Cadet, Bernard, Chasseigne, Gérard, *Traitement de la complexité dans les sciences humaines*, Paris, Editions Publibook Université, Coll. « Psychologie scientifique », 2010, p. 177-217.

Piaget, Jean, « Essais de logique opératoire », Paris, Dunod, In (éd) Grize, Jean-Blaise, *Traité de logique : essai de logique opératoire*, 1972, 1^{ère} édition 1949.

Pry, René, Juhel, Jacques, Bodet, Joffrey, Baghdadli, Amaria, « stabilité et changement du retard mental chez le jeune autiste », *Enfance*, 3, 2005, pp. 270-277.

Reuchlin, Maurice, *Totalités, éléments, structures en psychologie*, Paris, PUF, Coll. Psychologie d'aujourd'hui, 1995.

Richard, Jean-François, *Les activités mentales, comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Paris, Armand Colin, 1990.

Roubertoux, Pierre, *Existe-t-il des gènes du comportement ?* Paris, Ed. Odile Jacod, 2004.

Vergnaud, Gérard, Représentation et activité: deux concepts étroitement associés, *Recherche en Education*, 4, 2007, octobre, pp. 9-22.

von Bertalanffy, Karl, Ludwig, *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 1968, traduction française, 1973, Nouveau tirage revu et corrigé 1980.