

HENRY ROUANET

LES MODÈLES STOCHASTIQUES D'APPRENTISSAGE
Recherches et perspectives

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE, par J.-M. FAVERGE	VII
INTRODUCTION	XIII
CHAPITRE I - Le cadre : la psychologie mathématique	1
CHAPITRE II - Antécédents historiques des modèles stochastiques d'apprentissage	21
CHAPITRE III - Vue d'ensemble sur les modèles stochastiques d'apprentissage	27
CHAPITRE IV - La situation de prédiction et les modèles d'échantillonnage du stimulus	43
CHAPITRE V - Probabilités séquentielles : application à des données expérimentales	69
CHAPITRE VI - Modèles pour un ensemble continu de réponses	101
CHAPITRE VII - Une expérience avec ensemble continu de réponses	129
CHAPITRE VIII - Une expérience de discrimination avec un ensemble continu de réponses	153
CHAPITRE IX - Un modèle d'adaptation temporelle : le modèle à états	177
CHAPITRE X - Quelques particularisations du modèle à états	187
CHAPITRE XI - Perspectives et conclusions	219
BIBLIOGRAPHIE	235
INDEX	245

PREFACE

par Jean-Marie Faverge, Professeur à l'Université Libre de Bruxelles

Il y a une trentaine d'années, je poursuivais mes études de Mathématiques et depuis une vingtaine j'étudie la Psychologie ; aujourd'hui après ce long passé, il m'arrive de ne plus reconnaître dans ce que j'ai appris et la Mathématique et la Psychologie; j'ai l'impression qu'il s'agit de connaissances appartenant à une autre époque, extrêmement lointaine et révolue, une sorte de moyen âge dans ma vie. Lorsque je préparais l'agrégation, l'actualité contenait des thèmes tels que la géométrie anallagmatique fort belle et séduisante; nous passions nos journées sur la théorie des surfaces de Darboux ; qu'en savent aujourd'hui nos jeunes mathématiciens? Pour la psychologie, le changement est encore plus marqué, même le langage est autre; j'ai voulu rouvrir ces derniers temps le livre de Spearman, notre livre de chevet d'antan, mais j'ai vite abandonné la lecture. D'ailleurs, si vous consultez quelque publication, vous ne trouverez en référence que des auteurs américains récents, dont les écrits datent de moins de dix ans, mis à part quelques grands noms internationaux qui sont entrés dans l'histoire comme Pavlov, Binet, Freud ou Fechner; bien sûr, je simplifie, comme tout être qui a été marqué par la statistique, mais ce que je dis est presque toujours vrai pour les auteurs américains et à eu près presque toujours vrai pour les auteurs européens qui regardent à la longue vue au-delà de l'océan et oublient les efforts et même l'existence de leurs frères de langue.

Sans doute, le même phénomène est observable dans les autres disciplines et le vieil adepte des modes de pensée de la corrélation que je suis se demande parfois si toutes ces variations rapides ne sont pas en réalité des covariations congruentes, explicables par quelque découverte fondamentale qu'il faut chercher ailleurs, par exemple dans l'électronique. Ou plutôt, adoptant le langage d'Henry Rouanet, disons qu'une société est arrivée à un moment donné dans un certain état, inobservable en lui-même, résumant une évolution, et à l'origine des réponses que cette société donne aux questions scientifiques, sociales et organisationnelles. Depuis ma jeunesse, cet état de la société française a changé et ainsi les problèmes mathématiques ou psychologiques actuellement prégnants sont autres qu'auparavant; hier, nos pères cultivaient la psychologie au coin du feu, la psychologie d'eux-mêmes et lisaient Proust ou Bergson, aujourd'hui nous devons faire la psychologie des autres, des aviateurs à la commande d'avions à réaction, des malades mentaux de plus en plus nombreux ou de la jeunesse qui arrive dans une société en transformation où les places ne sont pas préparées à l'avance et qui doit s'accommoder de l'incertitude; hier, les ingénieurs calculaient des formes ou la résistance des matériaux et avaient besoin de la géométrie et de l'analyse classique, aujourd'hui ils alimentent les ordinateurs en programmes ou réalisent des synthèses complexes sur des arguments logiques, réveillent donc cette mathématique logique qui n'avait donné lieu qu'à discussions philosophiques et l'appellent algèbre moderne comme s'ils voulaient faire oublier ces controverses qu'ils jugent stériles et hors de leur sujet.

L'état a changé et est encore tout autre aux États-Unis d'Amérique.

Là on est préoccupé de mécaniser les activités pour leur donner un développement massif; il ne s'agit plus seulement de l'automatisation de l'industrie, mais de toute la vie sociale. Pour donner un exemple qui appartient à la sphère d'intérêt des psychologues, rappelons la mécanisation du testing scolaire qui a permis une extension considérable de cette méthode d'évaluation; les camionnettes recueillent les paquets de feuilles de réponses, les machines corrigent, calculent, les notes s'ajoutent au dossier individuel qui est carte perforée et à la sortie de l'établissement secondaire l'adolescent est accompagné de son bilan fourni par une machine imprimante; le psychologue n'est intervenu à aucun moment sauf pour programmer les machines. Cet exemple montre bien le décalage existant entre l'état de notre société et celui de la société américaine; ainsi, actuellement en Belgique, existe un courant tendant à introduire une telle mécanisation centralisée pour les examens psychologiques passés dans les divers centres psycho-médico-sociaux du pays; les réactions sont vives et manifestent la crainte de la disparition du contact psychologue-sujet, le souci des indices relevés au cours de la correction des tests ou de la synthèse des résultats. Un autre exemple est celui de ces machines à percevoir dont on dit que l'étude fut motivée au départ par l'intérêt d'une lecture mécanique des photographies aériennes capables de faire l'économie d'un personnel militaire extrêmement nombreux.

Mais ne multiplions pas ces exemples, comme il serait facile de le faire, pour entrer dans notre sujet et explicitions l'idée que nous avons voulu suggérer : le souci général de mécaniser, de trouver un modèle physique remplaçant l'homme, ou un programme d'ordinateur, n'a-t-il pas «conditionné» les cerveaux à ce point que la pensée s'oriente vers les démarches opérationnelles ou algorithmiques, même en l'absence de buts économiques ? Si oui, nous pourrions ainsi expliquer la naissance et le développement des modèles stochastiques d'apprentissage aux U.S.A., comme d'ailleurs de toutes les tentatives de simulation en psychologie. On remarquera l'apparition de-ci de-là dans le texte d'Henry Rouanet du terme d'« automate probabiliste», on se souviendra que le perceptron apprend lui aussi et que sa connaissance reste probabiliste.

D'ailleurs, le terrain était favorable à cette naissance; Henry Rouanet en indique la genèse dans ses premiers chapitres; il rappelle l'essor des théories de l'apprentissage et comment les conceptions de Guthrie ont engendré le modèle d'échantillonnage du stimulus. On lira à ce sujet dans le premier chapitre de belles pages sur les relations et distinctions entre modèle et théorie : une théorie serait «un ensemble de concepts relatif à une classe de situations, et non à une situation particulière»; un modèle par contre « exprimerait de façon précise, dans le cas d'une situation expérimentale particulière, une théorie psychologique ». Cependant après avoir lu la partie finale de l'ouvrage, on s'apercevra que cette distinction fondée sur le degré de généralité de la situation n'est peut-être pas fondamentale; on y apprendra que les modèles trouveraient leur sens et sans doute leur utilité dans des comparaisons inter-expériences, expériences se distinguant naturellement par quelque chose qui ferait partie de la définition de la situation. Ce qui paraît essentiel, c'est la précision du modèle comparée à celle des théories habituelles, la possibilité qu'il a d'absorber des données numériques et d'en fournir. A ce titre encore, il correspond à un autre état d'exigences, il traite les mêmes problèmes que la théorie mais dans une autre culture, plus évoluée diront certains; dans le cas qui nous occupe, les modèles sont en effet apparus après les théories, sur le terrain labouré par elles, plantes éparses encore, mais dont il conviendrait d'accroître la densité.

Cette assurance de la validité du modèle au-delà d'une situation particulière est très importante pour réconcilier les objectifs des théories et des modèles; elle assurerait aussi une logique paradoxale à la démarche si nous adoptions les idées exprimées plus haut : le modèle, apparaissant dans une société dont le souci est de mécaniser, permettrait au moins à l'intérieur de la sphère de généralisation, de faire de la psychologie sans sujet ni expérience avec le seul recours au calculateur. Cette mécanisation est probablement repoussée par beaucoup d'esprits même avancés; mais ce rejet risque de laisser apparaître la naissance des modèles comme un épiphénomène, engendré par contagion à partir des domaines où la mécanisation est acceptée et recherchée.

Nous avons dit que les modèles stochastiques étaient les enfants des théories psychologiques sur l'apprentissage; ceci explique qu'ils soient considérés traditionnellement comme des modèles d'apprentissage, d'une façon très restrictive. Henry Rouanet nous propose fort heureusement de rompre ce lien de filiation et de les appeler « modèles d'adaptation temporelle »: ils entrent, dit-il, dans le champ de «l'adaptation d'un organisme à un environnement (éventuellement variable) au cours du temps» et ne sont pas, au fond, liés à une théorie psychologique particulière. Dans cette démarche, Henry Rouanet nous fait faire un grand pas de décantation, de transplantation dans un horizon plus large, où la structure logique a une position focale à la place des urnes hypothétiques où seraient échantillonnés les éléments de la situation. Il s'agit d'un grand pas qui curieusement n'avait pas été esquissé; il y a pourtant aux U.S.A, plus peut-être qu'ailleurs des ingénieurs qui depuis longtemps construisent des servo-mécanismes et proposent d'étudier leur fonctionnement à partir d'équations différentielles linéaires; Bush et Mosteller écrivent un livre entier sur des modèles à équations linéaires aux différences finies, très proches des précédentes comme chacun sait, et ne se réfèrent pas à tout ce qui a été dit dans la théorie des systèmes asservis, en particulier des systèmes à échantillonnage. J'avoue en avoir été souvent intrigué et je me demande s'il y a une autre explication que celle recherchée dans un cloisonnement élevé autour du mot apprentissage que l'on relie difficilement à celui de régime transitoire des ingénieurs dans une société où la spécialisation est reine.

Nous voici découvrant le métal précieux contenu dans le livre d'Henry Rouanet; il est le produit d'un esprit cartésien, gêné quelquefois aux entournures par le souci de conserver les dogmes des Écoles, mais malgré cette modestie proposant hardiment des classes de modèles, les disposant selon des arbres ou leur trouvant un père dans un modèle général qu'il décrit. En un mot, Henry Rouanet expose pour des esprits français un sujet américain. Il est un homme à deux cultures où se mirent tour à tour les pages de son ouvrage; il est privilégié pour savoir nous traduire ce qui n'a pas son germe dans les modes de pensée que nous avons acquis au lycée.

En effet, il a été ce lycéen, ce taupin qui a appris les déterminants à la méthode ancienne, mieux certes que ce «vieux taupin qui planchait chez Laguerre» dont parle l'histoire, mais dans les mêmes livres. Aujourd'hui, il n'aime plus ces déterminants et voudrait les voir bannis de l'algèbre linéaire. Ingénieur, il est venu à la psychologie parce qu'il lui semblait que l'homme valait au moins autant de soins que la machine. J'ai eu l'honneur d'être celui qui lui a ouvert la porte. Bien sûr, compte tenu de sa formation, il se devait d'étudier les problèmes de mesure et a été séduit par les belles constructions de Patrick Suppes sur ce sujet. Il a donc suivi aux États-Unis Suppes qui s'occupait à ce moment de modèles stochastiques. Il a étudié à fond ces modèles dans la façon de faire américaine, c'est-à-dire en se spécialisant sur le cas où les réponses appartiennent à un continuum; ce spécialiste est le Rouanet américain connu sous ce titre aux États-Unis. Mais pour nous, il est celui qui a écrit un livre dont on chercherait en vain l'analogue ailleurs, proposant des thèmes à notre réflexion, tentant d'ouvrir une voie qui nous permet de discerner déjà « où vont les modèles».

J.-M. F.