

L'analyse musicale :
une affaire d'induction et d'analogie

Olivier LARTILLOT

16 novembre 2001

La question de savoir comment une idée nouvelle peut naître dans l'esprit d'un homme — qu'il s'agisse d'un thème musical, d'un conflit dramatique ou d'une théorie scientifique — peut être d'un grand intérêt pour la psychologie empirique mais elle ne relève pas de l'analyse logique de la connaissance scientifique. Cette dernière se trouve concernée non par des questions de fait (le *quid facti* ? de KANT) mais seulement par des questions de justification ou de validité (le *quid juris* ? de KANT).

Karl POPPER

1 Le projet *kanthume* : une analyse musicale par ordinateur

L'objectif du projet *kanthume*¹ est la conception d'un système informatique capable de procéder à des analyses d'œuvres musicales de manière entièrement autonome (sans intervention humaine) et neutre (ne suivant aucune théorie musicale prédéterminée). L'intérêt d'une telle démarche est multiple. Elle permet tout d'abord une analyse infiniment minutieuse du langage musical, rendant compte avec précision du foisonnement motivique, décelant les innombrables cellules musicales caractéristiques et leurs développements, et dégageant, *in fine*, une structure d'une grande complexité, qu'il serait ensuite possible d'appréhender selon diverses échelles d'observation (au niveau global, local, etc.). D'une manière encore plus ambitieuse, on pourrait imaginer que la machine soit capable d'inférer les lois régissant le langage musical : retrouver, par exemple, pour une œuvre de style tonal, les principes de l'harmonie classique ; mieux encore : dégager des principes régissant les styles non-tonaux : musique atonale, musiques ethniques, musiques contemporaines, etc.

Dans un autre article [17], nous avons situé notre approche par rapport aux techniques musicologiques contemporaines, la présentant comme une généralisation de l'analyse paradigmatique, et en même temps comme une rénovation du projet de Rudolph RETI, auquel l'outil informatique offre une seconde jeunesse.

Un tel projet suscite une question fondamentale : comment une machine peut-elle procéder à une analyse de manière autonome ? — Comment peut-elle inférer des connaissances nouvelles et fondées à partir d'une simple partition ? — Cette question, ici exprimée dans un contexte musical, est la fameuse problématique de l'*induction*, dans l'acception la plus générale de ce terme. La mise en œuvre

¹Il s'agit de mon projet de thèse doctorale sous la direction d'Emmanuel SAINT-JAMES (Paris VI) et au sein de l'équipe *Représentations Musicales* (Ircam) dirigée par Gérard ASSAYAG.

d'un tel projet nécessite donc une étude approfondie de cette question épistémologique, un examen des diverses approches sur ce sujet — philosophiques, logiques, mathématiques, mais aussi cognitives — dans l'espoir de trouver une réponse satisfaisante qui rende notre projet réalisable. Nous verrons en particulier la relation étroite que nourrissent *induction* et *analogie*, et l'importance de ce dernier mécanisme, en particulier dans notre contexte musical.

2 Définitions

2.1 Qu'est-ce que l'induction ?

Le terme d'*induction* était initialement la traduction de la terminologie aristotélicienne d'*epagôgè*, qui désignait en fait deux concepts clairement différenciés :

- L'inférence d'une *abstraction* suite à l'observation d'instances particulières de cette abstraction.
- La *généralisation* d'un ou plusieurs cas observés à la totalité des cas. Si la totalité des cas ont été effectivement observés, l'induction est *complète*. Dans le cas contraire, qui nous intéresse plus particulièrement, l'induction est dite *incomplète*. Dans les deux cas, on parle également d'induction *per enumerationem simplicem*.

La différence fondamentale entre ces deux mécanismes est que le premier, bien qu'impliquant également une généralisation, inclut la phase de découverte de cette abstraction. Un exemple musical simple du premier concept serait l'induction du concept d'accord à partir de la simple observation de ses multiples renversements. Pour le second cas, on pourrait imaginer une induction *per enumerationem simplicem* de la loi du mouvement obligé de la sensible à la suite de l'observation d'un ensemble de sensibles vérifiant toutes ce phénomène.

Le terme d'induction accepte aujourd'hui d'autres significations. Certains considèrent le paradigme d'induction de manière très générale : c'est alors le mécanisme permettant d'inférer des connaissances à partir de phénomènes observés. Une autre idée de l'induction, développée par Rudolph CARNAP², se réduit à une détermination de la vraisemblance de diverses hypothèses, à partir de l'observation des phénomènes.

2.2 Qu'est-ce que l'analogie ?

L'analogie consiste en l'inférence de la présence, au sein d'une entité étudiée, d'une propriété, par la simple connaissance de l'existence de cette propriété chez une entité similaire. L'étude de l'analogie n'a pas connu la même ferveur

²Le système de Carnap est traité au paragraphe 5.4.

épistémologique que celle de l'induction. Beaucoup la considèrent comme une dégénérescence de l'induction, pour laquelle l'expérience est réduite à un seul élément. Mais c'est oublier qu'est mise à l'œuvre ici une considération orthogonale à la précédente que l'on peut schématiser ainsi : autant l'induction se base sur l'importance d'une propriété dans un ensemble de phénomènes observés, autant l'analogie est fondée sur l'importance des propriétés similaires entre les deux analogues.

3 Les théories classiques de l'induction

3.1 ARISTOTE : l'*Organon*

L'induction, chez ARISTOTE (384 av.JC-322 av.JC), tient un rôle important car, selon lui, les concepts scientifiques, même mathématiques, sont tirés de la sensibilité. Pour décrire l'induction, ARISTOTE emprunte l'image du regroupement des soldats pendant une retraite :

Lorsque l'une des espèces indifférenciables (c'est-à-dire des individus) s'est stabilisée, c'est la première apparition de l'universel dans l'âme... puis une nouvelle halte a lieu parmi ceux-ci, jusqu'à ce que se stabilisent les universaux indécomposables.³

Cette décomposition par étape émane de la conception hiérarchique et emboîtée de la connaissance aristotélicienne.

Afin de comprendre de manière plus détaillée les principes de l'induction, ARISTOTE fait appel au formalisme du syllogisme, outil conceptuel de sa propre invention, qui fonde les principes fondamentaux de la logique et notamment du raisonnement déductif. Un syllogisme déduit une conclusion — l'homme, le cheval, le mulet vivent longtemps — à partir d'une proposition générale dite majeure — tous les sans fiel vivent longtemps — et d'une proposition intermédiaire, plus restreinte, dite mineure — l'homme, le cheval, le mulet sont sans fiel. L'induction consiste ici en un renversement de ce schéma : c'est la proposition générale que l'on veut inférer, à partir de la conclusion, issue de la simple observation, et de la mineure. L'inversion des propositions devient elle-même un syllogisme, si les termes de la mineure sont permutés, c'est-à-dire si les sans fiel sont l'homme, le cheval, le mulet. Mais une telle permutation revient à exprimer l'exhaustivité des cas considérés [6]. C'est ici qu'intervient le mécanisme central de l'induction, relaté en début de paragraphe, et qui sort du cadre purement logique. Il est intéressant de remarquer, enfin, que le syllogisme inductif, bien que plus clair, perd les vertus « explicatives »⁴, le caractère scientifique du syllogisme déductif.

³ARISTOTE, *Seconds Analytiques*, II, 100a 12, cité dans [6], p. 32.

⁴La théorie de HEMPEL, développée au paragraphe 3.6, reviendra sur ce concept d'*explication*.

Un autre raisonnement non-syllogistique mérite notre attention : il s'agit de l'*exemple*. Ce raisonnement consiste en l'inférence d'une proposition — la guerre des Athéniens contre les Thébains est un mal — à partir d'un cas connu — la guerre des Athéniens contre les Phoniens est un mal, par l'intermédiaire, non pas de l'inférence d'une proposition générale — faire la guerre à ses voisins est un mal — ce qui nécessiterait une étude exhaustive des cas, mais d'un jugement de *similarité* entre les deux termes particuliers — la guerre des Athéniens contre les Thébains et celle des Athéniens contre les Phoniens. Ainsi le jugement par similarité, que nous nommerons ensuite jugement par *analogie*, est un cas dégénéré de l'induction, fondé non pas sur une expérience d'une multitude de cas, mais d'un seul.

Il est important donc de constater que l'émergence de l'investigation de l'induction coïncide avec celle de la déduction. Il est vrai cependant que l'induction est exprimée dans un second moment, à partir des mécanismes déductifs préalablement définis. On peut en fait noter de manière générale que c'est l'inventeur de la logique qui inaugure la problématique de l'induction. Il semblerait donc, de premier abord, que l'induction soit un problème d'ordre logique.

3.2 BACON : le *Novum Organum*

À Francis BACON (1561-1626), le Fondateur de la Philosophie Inductive, revient le mérite d'avoir mis en valeur le paradigme de l'induction comme mécanisme essentiel de la constitution du savoir. Lassé par la méthodologie déductive, issue du syllogisme aristotélicien, qui régnait alors en maître, BACON suggère une nouvelle voie :

Il y a et il ne peut y avoir que deux voies pour la recherche et pour l'invention de la vérité. L'une, partant des sens et du particulier, s'élance d'un coup d'aile vers les axiomes les plus généraux et, s'appuyant sur ces principes comme une vérité inébranlable, rend ses jugements et invente les axiomes moyens. C'est la voie suivie aujourd'hui. L'autre dégage les axiomes à partir des sens et du particulier, en s'élevant de façon continue et graduelle pour parvenir enfin au plus général. C'est la vraie voie, mais elle n'a pas été essayée.⁵

Le musicologue Rudolph RETI a suivi une démarche fortement similaire, dans un cadre cette fois-ci musical : il s'est senti, lui aussi, très insatisfait des outils proposés alors pour l'analyse musicale. Les théories musicales de l'époque ne lui permettaient pas de comprendre en profondeur le phénomène musical. Il s'est proposé, lui aussi, de suivre une « ascension inductive »⁶ à partir du phénomène

⁵[1], livre I, aphorisme 18, p. 105.

⁶Image empruntée à Imre LAKATOS (1922-1974).

musical, plutôt que de s'agripper sur des axiomes généraux.

BACON est tout aussi réfractaire au pur syllogisme qu'à l'induction *per enumerationem simplicem* :

En effet, l'induction qui procède par simple énumération est une chose puérile ; elle conclut de manière précaire, s'expose au risque d'une instance contradictoire et se prononce le plus souvent à partir d'un trop petit nombre de choses, et de ces choses seulement qui se présentent immédiatement. Mais l'induction, qui sera utile à l'invention et à la démonstration des sciences et des arts, doit entreprendre de séparer la nature, par les rejets et les exclusions obligées, puis, après un nombre suffisant de négatives, conclure sur les affirmatives. Ceci n'a pas encore été fait, ni même tenté, si ce n'est par PLATON seulement qui, pour dégager les définitions et les idées, utilise, il est vrai, jusqu'à un certain point cette forme d'induction.⁷

Cette forme d'induction n'est rien d'autre qu'une méthodologie de détection d'analogie, qui tente de dégager les bonnes analogies des mauvaises.⁸

Cette nouvelle méthodologie inductiviste, brandie contre la tradition déductiviste fondée sur la syllogistique aristotélicienne, prône une construction du savoir uniquement guidée par les faits et non déviée par une quelconque théorie. Cette vision de la science n'est bien sûr plus d'actualité aujourd'hui et ne suscite de la part du scientifique qu'amusement ou compassion⁹. Il est bien évident que la connaissance scientifique ne souffre d'aucun réductivisme : elle ne peut être directement traduite en termes empiriques issus de l'expérience.

Mais il n'en est pas nécessairement de même dans un cadre musical. L'écoute musicale ne semblerait pas faire preuve de la même « rupture épistémologique »¹⁰ que dans le domaine scientifique¹¹. Il est vrai qu'une écoute naïve diffère significativement d'une écoute experte, mais le savoir du mélomane ne peut-il être constitué de manière inductive ? Une épistémologie musicale se doit d'évaluer les

⁷[1], livre I, aphorisme 105, p. 162-163.

⁸KEYNES reviendra sur ce mécanisme dans notre paragraphe 5.5.

⁹Imre LAKATOS ose affirmer dans [16], p. 161, traduction personnelle :

Du moins chez les philosophes de la science, les méthodes baconiennes ne sont désormais prises au sérieux que par les plus provinciaux et illétrés d'entre eux.

Pierre JACOB renchérit dans [13] :

Pour l'épistémologie postbachelardienne, on ne peut pas être empiriste, sous peine d'être idiot.

¹⁰Selon Gaston BACHELARD (1884-1962), discontinuité entre le sens commun et les théories scientifiques.

¹¹Excepté certaines esthétiques musicales comme le dodécaphonisme ou l'*Ars Subtilior*. Mais dans ces approches, la théorie non « inductible » a été établie au préalable par le compositeur.

points de convergence et de divergence d'ordre ontologique entre théorie scientifique et théorie musicale.¹²

3.3 HUME : le problème de l'induction.

David HUME (1711-1776) entreprend une investigation philosophique précise du mécanisme même d'induction, et en particulier de sa justification. Comment l'entendement humain est-il capable de mener des inductions ? Comment peut-il déceler des relations¹³ entre les différents phénomènes observés ? Il remarque que nous percevons ces diverses connections entre phénomènes lorsqu'elles se présentent à notre esprit de manière récurrente :

Toute croyance en matière de fait et d'existence réelle procède uniquement d'un objet présent à la mémoire ou aux sens et d'une conjonction coutumière entre cet objet et un autre.¹⁴

S'il nous est possible d'établir ces liens entre phénomènes, c'est parce que ceux-ci sont devinés par notre imagination.

Rien n'est plus libre que l'imagination humaine ; bien qu'elle ne puisse déborder le stock primitif des idées fournies par les sens externes et internes, elle a un pouvoir illimité de mêler, composer, séparer et diviser ces idées dans toutes les variétés de la fiction et de la rêverie.¹⁵

Je dis alors que la croyance n'est rien qu'une conception d'un objet plus vive, plus vivante, plus forte, plus ferme que celle que l'imagination seule est jamais capable d'obtenir.¹⁶

Dans cette vision, l'induction est étroitement associée à l'analogie :

En réalité, tous les arguments tirés de l'expérience se fondent sur la ressemblance que nous découvrons entre les objets naturels et qui nous engage à attendre des effets semblables à ceux qui, à ce que nous avons trouvé, suivent de tels objets.¹⁷

3.4 KANT : le schématisme de l'entendement.

Selon HUME, l'induction ne se fonde « en aucun cas » sur « des raisonnements a priori », mais simplement par une saisie par l'esprit du phénomène, guidée par

¹²Nous aimerions traiter cette question importante ultérieurement.

¹³HUME ne distinguait en fait que trois types de connections : la ressemblance, la contiguïté et le lien de cause à effet.

¹⁴[12], p. 92-93.

¹⁵[12], p. 94.

¹⁶[12], p. 95.

¹⁷[12], p. 81.

l'imagination. Emmanuel KANT (1724-1804) démontre l'impossibilité d'un tel dispositif, si l'imagination n'est pas, elle-même, soumise à des principes foncièrement *a priori* et guidée par des *catégories*, c'est-à-dire des représentations également *a priori*. Il introduit alors un « schème transcendantal »¹⁸, « représentation médiatisante »¹⁹ permettant d'articuler le versant intellectuel du versant sensible.

3.5 MILL : une remise en cause du syllogisme.

John Stuart MILL (1806-1873) remet en cause le syllogisme en tant que méthodologie. Bien qu'articulation fondamentale du raisonnement déductif, le syllogisme en tant que tel n'est pas mis à l'œuvre dans les conditions réelles de l'investigation humaine. En effet, les conclusions que nous sommes amenés à inférer ne sont en général pas basées sur une proposition générale, une *majeure*, mais en fonction de cas rencontrés précédemment.

La mortalité de Jean, de Thomas et des autres est, après tout, la seule garantie que nous ayons de la mortalité du duc de Wellington. L'intercalation d'une proposition générale n'ajoute pas un iota à la preuve.²⁰

Le syllogisme subsiste cependant à l'état de principe conducteur, de *mémorandum*. Mais, selon MILL, la véritable inférence ne consiste pas en la conclusion — la mortalité du duc de Wellington — mais en la constitution du principe général.

Ce n'est pas dans cette dernière moitié du chemin, qui va de tous les hommes au duc de Wellington, que réside l'inférence. L'inférence est faite quand nous avons affirmé que tous les hommes sont mortels. Ce qui reste à faire après est un simple déchiffrement de notes.²¹

Cette apparente contradiction entre ces deux remarques s'explique par le fait qu'il s'agit de deux mécanismes bien distincts : dans le premier cas, nous avons affaire, une fois de plus, au raisonnement analogique ; dans le second cas, il s'agit d'un syllogisme, dont l'intérêt principal, pour lui, consiste en l'induction de la *majeure*. Ainsi sont mis en valeur deux mécanismes fondamentaux : l'analogie et l'induction, la déduction n'étant en fait qu'« un simple déchiffrement de notes »²².

Remarquons la pertinence du propos dans un cadre musical. En effet, à l'écoute d'une musique, la compréhension d'un motif en cours d'énonciation est guidée non pas suivant des lois générales que l'on aurait établies au préalable, mais à partir de souvenirs de cas déjà observés précédemment dont on a évalué intrinsèquement la similarité. Il est vrai que ces motifs déjà connus, guidant notre écoute,

¹⁸[14], p. 225.

¹⁹[14], p. 224.

²⁰[18], p. 209.

²¹[18], p. 208-209.

²²En la majeure ?

sont parfois amalgamés en un motif général englobant leurs propriétés communes. Les mécanismes d'induction et d'analogie sont entremêlés, et dialoguent par l'intermédiaire d'une procédure d'abstraction, dont nous n'avons pas le temps de développer ici.

3.6 Les logiques de l'abduction et de la confirmation

Charles Sanders PEIRCE (1839-1914) distingue trois types de raisonnement : la déduction, l'induction et l'abduction. L'abduction est le mécanisme de formation d'hypothèses permettant d'expliquer le phénomène considéré, alors que l'induction, dans cette optique, évalue le degré de pertinence de cette hypothèse, d'adéquation avec l'expérience.

Carl Gustav HEMPEL (1905-1997), pour sa part, attaque le problème sous un autre angle, mais d'une manière pouvant être mise en relation avec l'approche précédente²³ : il se demande comment une observation peut confirmer une théorie. Il propose alors une relation binaire entre deux énoncés logiques, l'observation et la théorie, assignant une réponse certaine à cette question. Une telle relation logique doit respecter certains principes, que HEMPEL a consignés, basés sur des considérations intuitives. Certains paradoxes émergent d'un tel système : en suivant la démarche jusqu'à ses extrêmes, une observation peut confirmer tout énoncé. Malgré tous ses efforts, la logique de la confirmation de Hempel n'a pas abouti.

Rudolf CARNAP (1891-1970) reprendra le problème, mais en proposant une approche non pas qualitative basée sur une relation logique binaire, mais quantitative, centrée sur la mise en place d'un degré de confirmation.

Il y a quelques années, ceux qui ont travaillé sur ce problème s'attendaient à ce qu'une définition du degré de confirmation, dans le cas où elle devait être construite, serait basée sur une définition d'un concept non quantitatif de confirmation par l'expérience. Aujourd'hui, cependant, nous voyons que ce n'est pas le cas [...] et il ne semble pas probable que cela le soit pour d'autres définitions proposées dans le futur. Il semble maintenant plus prometteur de nous engager dans la direction opposée, c'est-à-dire de définir une forme quantitative du concept de confirmation par l'expérience sur la base d'un *explicatum* du degré de confirmation.²⁴

Un tel concept quantitatif de degré de confirmation fait appel à la notion de probabilité, notion dont il est nécessaire de préciser la signification. De plus, la

²³Mise en relation établie de manière particulièrement systématique et explicite dans [4].

²⁴Rudolf Carnap, *Logical Foundations of Probability*, cité dans [4], p. 30, traduction personnelle.

délicate intégration du concept de probabilité dans un cadre logique nécessite une reconsidération des fondements même de cette discipline.

4 Petite philosophie des mathématiques à l'usage de l'induction

4.1 Le statut de la logique

La logique ne se laisse pas définir de manière consensuelle. Un examen attentif de la nature même de cette discipline soulève plusieurs questions fondamentales, parmi celles-ci :

- Quel est l'objet d'étude de la logique ?
- Suivant quels principes fonctionne-t-elle ?

Le domaine d'étude de la logique est la connaissance. Mais le concept de connaissance peut-être envisagé sous trois²⁵ angles différents :

- La connaissance désigne de manière ontologique une réalité, une essence. C'est l'*objet* de la connaissance qui est en jeu dans cette conception *réaliste*.
- La connaissance est le résultat d'une activité intellectuelle. Le *sujet* de la connaissance est réintégré.
- La connaissance est exprimée par l'intermédiaire d'un médium, en général sous la forme d'un énoncé linguistique. Une entreprise logique centrée sur l'énoncé est dite *nominaliste*.

Un principe fondamental de la logique concerne la formalisation de la connaissance et des mécanismes d'inférence. ARISTOTE, remplaçant les termes concrets par des variables symboliques, a inventé la logique formelle. Gottfried Wilhelm VON LEIBNIZ (1646-1716), quant à lui, crée la logique symbolique moderne par l'introduction d'une écriture idéographique, la *Langue caractéristique universelle*, ce qui permet une transformation du raisonnement logique en un calcul formel, manipulable par une « machine à raisonner ». Mais Georg Wilhelm Friedrich HEGEL (1770-1831) s'insurge contre toute logique formelle, donc en particulier contre la réduction « absurde » par LEIBNIZ du raisonnement en un calcul, mais défend en revanche la thèse subjectiviste, considérant en particulier qu'on ne peut pas séparer définitivement la forme de la connaissance de son contenu.

La prise en compte du sujet pensant peut s'effectuer de diverses manières. Une vision *psychologiste* intégrera l'ensemble du contexte associé au processus de rai-

²⁵Cette scission de la connaissance correspond de manière analogique (et hasardeuse) à la « tripartition » sémiologique de Jean MOLINO, repris par le musicologue Jean-Jacques NATTIEZ, où l'on retrouve respectivement les notions de niveaux poïétique, esthétique et neutre. Mais je m'é gare...

sonnement et considérera le sujet en tant qu'individu. Susan HAACK²⁶ propose une distinction supplémentaire entre un psychologisme au sens fort, et un psychologisme au sens faible tendue vers une normalisation des processus, et non une simple description. À ces deux visions s'oppose un courant anti-psychologiste, réticent à l'idée d'intégrer le contexte psychologique. KANT partage cette seconde voie :

Nous faisons abstraction de toutes les conditions empiriques sous lesquelles notre entendement s'exerce, par exemple de l'influence des sens, du jeu de l'imagination, des lois de la mémoire, de la puissance de l'habitude, du penchant, etc., par conséquent aussi des sources des préjugés, et même en général de toutes les causes à partir desquelles certaines connaissances peuvent nous provenir ou s'insinuer en nous, parce qu'elles ne concernent l'entendement que dans certaines circonstances de son application et que, pour les connaître, une expérience est requise. [...]

[La logique pure] n'a pas de principes empiriques : par conséquent, elle ne tire rien (malgré ce dont on s'est parfois persuadé) de la psychologie, laquelle n'a donc sur le canon de l'entendement absolument aucune influence.²⁷

Un des problèmes fondamentaux que pose la vision psychologiste est la justification de la vérité des connaissances. En effet il n'est en rien garanti que les mécanismes cognitifs gouvernant nos raisonnements assurent l'établissement de connaissances vraies. Le problème se posant en particulier dans le cas des logiques non déductives, nous retrouvons donc le problème de HUME de la justification de l'induction. MILL ajoute :

L'école de métaphysiciens qui a longtemps prédominé dans ce pays [soutient] que l'universalité de la loi de causalité est une vérité à laquelle nous ne pouvons nous empêcher d'acquiescer ; que cette croyance est un instinct, une des lois de notre faculté de croire. [...]

Il y a là une question de psychologie qui ne pourrait donner lieu qu'à une discussion étrangère au but de ma recherche. Mais je dois protester contre la prétention de donner pour preuve de la vérité d'un fait de la nature extérieure la tendance, si forte et si générale qu'elle puisse être, de l'esprit humain à la croire.²⁸

Friedrich Ludwig Gottlob FREGE (1848-1925) est hostile à l'idée de tremper la logique dans la « bassine psychologique ».

²⁶[7], p. 238.

²⁷[14], p. 145-146.

²⁸[18], p. 93-94.

Pour Frege, les représentations mentales sont incapables d'assurer l'objectivité de la logique, car elles sont non seulement *privées* (autrui ne peut pas plus avoir mes représentations qu'il ne peut éprouver ma douleur), mais aussi *disparates* (elles varient sans loi d'un sujet à l'autre) et, en tout état de cause, *incommensurables* (elles demanderaient, pour être comparées, à être réunies dans une même conscience). Si la logique et les mathématiques avaient affaire à des constructions et à des représentations mentales, elles ne seraient donc pas des sciences, lesquelles sont des connaissances *publiques, communes et transmissibles*.²⁹

Or la psychologie cognitive a justement pour objectif de proposer une modélisation des représentations mentales et des processus de raisonnement de l'homme en tant qu'espèce, fondée sur des études expérimentales effectuées sur un grand nombre d'individus. L'objection de FREGE n'est plus pertinente aujourd'hui. Suivant l'approche cognitive, il serait donc possible d'imaginer une logique psychologue objective décrivant les mécanismes cognitifs humains. Mais la problématique de la validité des raisonnements mis ainsi en évidence, de l'estimation de leur degré de rationalité n'est toujours pas résolue, puisqu'il serait alors nécessaire de comparer cette logique à une autre logique idéale, non humaine. En dehors de la logique déductive, une telle considération est totalement absurde. Cet obstacle remet en cause l'idée d'une logique inductive réaliste (dans le sens précisé précédemment) garantissant l'accession à des « vérités » absolues.

La remarque précédente décourage toute prétention de comprendre l'univers par le biais d'une méthodologie positiviste. Mais une connaissance restreinte aux phénomènes humains — pour en revenir à la musique — peut se défendre d'une telle remise en cause. En posant comme principe que toute activité humaine peut être appréhendée par l'entendement humain — principe non évident, il est vrai, puisqu'en contradiction avec les idées freudiennes — on pourra alors considérer la cognition humaine comme le référentiel, conférant aux vérités induites un caractère absolu.

4.2 Les probabilités

Le terme mathématique de *probabilité* relate en fait de manière confuse plusieurs concepts nettement différenciés, partageant une problématique de maîtrise de l'information incertaine. Cette compétition de points de vue antagonistes, toujours d'actualité, s'est perpétuée tout au long de l'histoire mathématique des probabilités. Ainsi les origines mêmes de ce concept sont doubles. LEIBNIZ, appliqué à la conception de sa *Langue caractéristique universelle*, et de manière parallèle

²⁹[3], p. 14.

la Logique du Port-Royal, inaugurent la problématique du raisonnement incertain. Est alors introduite une grandeur permettant de mesurer la plausibilité d'une hypothèse sous la forme d'un nombre entre 0 (l'impossibilité) et 1 (la certitude). À la même époque, à Paris, Blaise PASCAL (1623-1662), en relation avec Pierre DE FERMAT (1601-1665), résout un problème de jeux de hasard suggéré par le Chevalier DE MÉRÉ, par l'introduction d'une mesure de l'étendue des possibles de chaque configuration à l'aide du principe d'indifférence des cas élémentaires. En voyage à Paris, LEIBNIZ découvre la nouvelle théorie des probabilités conçue par PASCAL et considère qu'il y trouve la réponse à son questionnement. Ainsi est scellé le sort des deux approches de l'incertitude, l'un fondé sur l'incertitude, l'autre sur l'aléatoire.

Après les succès de la théorie pascalienne, l'histoire de la probabilité emprunte alors une voie combinatoire, défrichée par les mathématiciens, confortant alors le paradigme du hasard. La loi des grands nombres de Jacob BERNOULLI (1654-1705) permet de baser le raisonnement sur l'expérience, par la prise en compte de la fréquence des événements observés. À partir du principe d'indifférence, Pierre-Simon LAPLACE (1749-1827) met en place une méthodologie permettant de calculer la probabilité d'une induction à partir d'une énumération simple, proposant ainsi une modélisation mathématique de l'approche de HUME. D'aucuns se sont extasiés à l'idée d'une mathématique capable de comprendre l'homme et l'univers.

Mais un certain scepticisme commença à voir le jour. Comment en effet une telle théorie peut-elle préférer s'arrêter à des considérations de symétrie des plus simples plutôt que d'envisager la complexité du phénomène réel ? La contestation sera entretenue par les empiristes, tel Robert Leslie ELLIS (1817-1856) :

La pure ignorance n'est le motif d'absolument aucune inférence. *Ex nihilo nihil.*³⁰

Il crée alors, en concurrence avec Antoine Augustin COURNOT (1801-1877), une théorie fréquentielle de la probabilité, développée ensuite par John VENN (1834-1923). COURNOT décrit ainsi ses principes :

La théorie des probabilités a pour objet certains rapports numériques qui prendraient des valeurs fixes et complètement déterminées, si l'on pouvait répéter à l'infini les épreuves de mêmes hasards, et qui, pour un nombre fini d'épreuves, oscillent entre des limites d'autant plus resserrées, d'autant plus voisines des valeurs *inales*, que le nombre d'épreuves est plus grand.³¹

³⁰Robert Leslie ELLIS, *On the Foundations of the Theory of Probabilities*, cité dans une très intéressante rétrospective historique des probabilités dans [15], p. 91, traduction personnelle.

³¹Antoine Augustin COURNOT, *Exposition de la théorie des chances et des probabilités*, cité (en français dans le texte, s'il vous plait) dans [15].

Serait ainsi entreprise une investigation entièrement *objective* du concept de probabilité. Même les anciens tenants de la probabilité combinatoire préservent une dimension subjective à ce concept. BERNOULLI définit la probabilité comme un degré de certitude, dont la signification est relative à un sujet déterminé. De même, LAPLACE, fidèle à son déterminisme physique, s'interdit d'attribuer une probabilité aux événements.

Un autre courant de pensée refuse un tel effacement du sujet et s'inscrit dans une mouvance subjectiviste. Selon John Maynard KEYNES (1883-1946), le point de vue empiriste est excessif car il en vient à nier toute intuition, tout *a priori*, à restreindre la connaissance à l'expérience réelle. C'est oublier en effet que l'expérience n'est pas complète — sinon le concept de probabilité serait inutile. On peut ajouter au passif de cette théorie la nécessaire acceptation d'hypothèses contraignantes (indépendances des événements, chacun vérifiant les mêmes caractéristiques stochastiques) et qu'en particulier elle ne traite que des phénomènes répétés. Renouant avec une conception plus générale de l'incertitude, KEYNES propose une probabilité sous la forme d'une *relation* entre une hypothèse et un ensemble de connaissances tenues pour vrai :

Cela n'a aucun sens de tenir une proposition pour probable tant que l'on ne spécifie pas la connaissance avec quoi l'on établit le rapport.

Dans cette mesure, donc, la probabilité peut être considérée comme subjective. Mais la probabilité n'est pas subjective, au sens logique du terme. C'est à dire qu'elle n'est pas soumise au *caprice*³² humain. Une proposition n'est pas probable parce qu'on pense qu'elle l'est. [...] La théorie de la probabilité est logique, donc, parce qu'elle s'occupe du degré de croyance, que l'on peut considérer de manière *rationnelle* dans certaines conditions, et pas simplement des croyances réelles d'individus particuliers, qui peuvent être rationnelles ou ne pas l'être.

La difficulté réside alors en l'ajout de cette normalité. Une telle logique ne remplit pas le cahier des charges établi par Edmund HUSSERL (1859-1938), pour lequel une logique « a une teneur théorique dissociable de toute normalisation »³³. De plus, une nouvelle question encombrante se pose : en quoi consiste la rationalité d'un système de croyance ? KEYNES répondrait que ce principe est évident, guidé par notre « faculté de reconnaître immédiatement beaucoup de relations de probabilité »³⁴. Nous sommes ici en présence d'un problème philosophe de taille — semblable au problème de HUME, de la justification de l'induction — qui ne semble pas avoir été encore résolu aujourd'hui. Maurice BOUDOT, par exemple,

³²Fait intéressant, le mot original anglais *caprice* signifie aussi bien caprice que saute d'humeur.

³³Edmund HUSSERL, *Prolegomènes à la logique pure*, cité dans [2], p. 182.

³⁴[15] cité dans [2], p. 183.

propose de nous inspirer de la démarche déductive :

En fait, l'exemple de la logique déductive peut guider l'élaboration d'une conception acceptable de la probabilité logique. La logique a été définie de façon correcte du jour où on a vu en elle une science théorique dont l'objet est, non le jugement, phénomène psychologique, mais la proposition visée dans le jugement, ou son expression linguistique. La détermination des lois relatives à la non-contradiction d'un système de propositions constitue l'une de ses tâches essentielles. Les normes dont on croyait faussement qu'elles composaient le contenu de la logique ne sont que des règles qui peuvent se dériver de ces lois et dont le respect s'impose si l'on veut éviter la contradiction. Alors que la définition de la logique comme science normative était encore menacée par le psychologisme, cette conception s'en dégage complètement. Il reste à la transposer dans le domaine de la philosophie du probable, ce qui exige naturellement un élargissement de l'idée de non-contradiction.³⁵

Mais une telle entreprise semble vouée à l'échec, partant de principes théoriquement impossibles. BOUDOT propose ensuite d'utiliser la théorie de la décision, basée sur l'idée de pari. Mais peut-on considérer le pari comme une activité humaine rationnelle ? Peter WASON a bien montré dans ses célèbres expériences³⁶ que l'être humain, même avisé, n'est pas capable de mener certaines inférences des plus simples de manière rationnelle. L'homme est d'une certaine manière un animal rationnel, mais en aucun cas un animal logique.

5 Les théories probabilistes de l'induction

5.1 L'inférence statistique

Une application directe du concept de probabilité à notre problématique de théorisation de l'induction consiste à user directement des méthodes statistiques, outils par excellence d'inférence de connaissances générales à partir d'un corpus d'informations particulières. Comme le dit BOUDOT,

N'offre-t-elle pas l'exemple d'une théorie probabilitaire de l'induction, constituée par les hommes de science, indépendamment de toute problématique philosophique ?³⁷

³⁵[2], *ibid.*

³⁶Voir par exemple [3].

³⁷[2], p. 58.

Deux approches statistiques entrent en concurrence. L'approche fréquentiste, issue de l'empirisme évoqué précédemment, se consacre uniquement aux faits observés et ne présume rien *a priori*. Mais, comme l'a montré KEYNES, il est impossible de justifier quelque information que ce soit qui sorte du cadre étroit de l'expérience même. L'approche bayésienne, adoptant la point de vue keynésien d'une probabilité considérée comme relation entre énoncés, intègre des considérations hypothétiques *a priori*, dont on peut évaluer la pertinence *a posteriori*. Se pose alors un épineux problème de détermination des probabilités *a priori*, en général résolu par l'utilisation du principe d'indifférence. Hélas ce principe peut facilement mener à des paradoxes, en particulier dans le cas de grandeurs continues, pour lesquelles le choix d'une mesure influe sur la détermination de ces probabilités *a priori*. De toutes les manières, la statistique ne gère qu'un inconnu disséminé dans une multitude de possibles prédéterminés. L'inconnu, le vrai, n'est pas si palpable.

5.2 Le système de REICHENBACH

Hans REICHENBACH (1891-1953) a construit une logique inductive basée sur une conception fréquentiste des probabilités : la théorie du collectif de Richard VON MISES (1883-1953). Déjà la conception empiriste des probabilités empruntait une conception fréquentiste. Mais leur approche menait à certains paradoxes : en particulier le principe de COURNOT, qui propose de considérer comme strictement impossible tout énoncé de probabilité très petite, peut mener à des erreurs de prévision, dans le cas où cet événement impossible viendrait à se réaliser. Pour parer à une telle inconvenance, VON MISES propose — ou plutôt impose — un schéma conceptuel de l'incertitude, envisagée uniquement dans une optique de « phénomènes de masse »³⁸. La probabilité est alors ramenée à une fréquence d'apparition dans une suite infinie d'expériences, suite devant vérifier certaines conditions d'irrégularité. L'adaptation d'un tel paradigme dans le cadre d'une logique inductive pose alors des difficultés considérables voire insurmontables. VON MISES doutait de la possibilité d'une telle entreprise. Et en effet, le système de REICHENBACH, aux fondements logiques imprécis, offre une méthodologie inapplicable de manière pratique.

5.3 La probabilité : une extension de la logique

KEYNES et Harold JEFFREYS (1891-1989) ont proposé une théorie ou logique de la probabilité systématisant des mécanismes d'inférence basés sur des relations logiques entre prémisses et conclusions, auxquelles est associée une certaine

³⁸Expression de VON MISES cité dans [2], p. 118.

croyance. Un des objectifs est de permettre de comparer la probabilité de différents arguments, afin de choisir le plus probable.

Étant donné l'ensemble de prémisses que nous ont fournies nos facultés subjectives et les circonstances, et étant donnés les types de relations logiques, sur lesquelles les arguments peuvent se baser et dont nous avons les moyens de percevoir, les conclusions, qu'il est rationnel de tirer, sont issues des prémisses par une relation objective et totalement logique.³⁹

Cette théorie de la confirmation se propose de comparer la probabilité des différentes conclusions en évitant toutefois de déterminer de manière explicite un degré de confirmation. Cependant cette tentative a échoué car n'a pu être justifiée de manière mathématiquement satisfaisante. Il semblerait alors qu'il soit nécessaire de construire une métrique probabilitaire.

5.4 Le programme de Carnap

CARNAP reproche aux approches précédentes de « n'avoir pas accordé une attention suffisante à la structure du langage »⁴⁰, ce qui expliquerait selon lui certaines difficultés et contradictions. Il restaure alors un nominaliste moderne, inspiré par la linguistique. La logique, suivant alors la décomposition du langage en syntaxe et sémantique, se scinde en deux composantes : une composante purement syntaxique — dans laquelle la déduction est réduite en un ensemble de règles de transformation des expressions — et une vision générale englobant les deux points de vue : l'*épistémologie formelle*. Cette épistémologie, lorsqu'elle traite de la connaissance expérimentale, est alors appelée⁴¹ *logique inductive*. Mais ne sera traité par CARNAP que le problème de la définition d'un degré de confirmation sur ce langage.

Malgré l'intérêt de la démarche, le système proposé, constitué d'une théorie formelle et d'une méthodologie permettant l'application pratique, se présente davantage sous la forme d'un prototype expérimental, d'un cas d'école, que d'un outil prêt à l'emploi. Le domaine d'application est extrêmement restreint. Mais pire encore, comme l'a remarqué Karl POPPER (1902-1994), tous les énoncés généraux sont, dans cette optique, de probabilité nulle ! CARNAP s'en tire par une pirouette, d'une part en prétendant, suivant ici MILL, que la connaissance se passe des énoncés généraux, d'autre part en introduisant un nouvel élément *ad hoc* ne vérifiant pas les réquisits. Bref, la tentative semble être vouée à l'échec. D'autant que la problématique générale était elle-même restreinte à une estimation de

³⁹[15], p. 19, traduction personnelle.

⁴⁰Rudolf CARNAP, *op. cit.*, cité dans [2], p. 208.

⁴¹Je dois à Boudot [2] cette clarification des terminologies.

probabilité, la question de l'usage de cette logique étant en suspens. Mais la démarche novatrice a marqué les esprits et présente certaines idées remarquables, notamment la nécessité de recourir à un langage. C'est à une telle considération que se baseront les approches cognitives, généralisant cependant le concept de langage à une problématique plus vaste de modèle mental.

5.5 Une logique de l'analogie

Dans les formulations logico-probabilistes des mécanismes inductifs qui précèdent, le concept de probabilité est appliqué en tant qu'estimation du degré d'occurrence de phénomènes. Dans cette optique, la notion d'analogie, s'attachant à une occurrence unique, est totalement négligée. Mais il peut être imaginé une autre approche probabiliste, dévouée non pas à la manifestation externe d'une propriété, à son importance quantitative, mais au contraire à sa configuration interne : une propriété serait d'autant plus probable qu'elle est présente au sein d'un cas observé fortement similaire au cas étudié.

KEYNES a intégré la problématique de l'analogie au sein de son *Traité de la Probabilité* [15], ou plutôt une problématique particulière, selon laquelle l'analogie est réduite à un outil d'aide à la généralisation d'hypothèse. Suivant en fait la démarche de BACON, il propose une évaluation d'un énoncé général (sous la forme d'une implication) prenant en compte le degré de ressemblance au sein des propriétés spécifiées comme antécédents et conséquents de l'implication. Cette approche, malgré son intérêt, ne concerne pas l'analogie telle que nous l'avons définie, car elle renoue avec une problématique d'induction.

Mary Brenda HESSE a traité de manière formelle la problématique de l'analogie, se penchant sur des questions du type :

Un analogue x contenant la caractéristique ABD est un modèle pour un *explicandum* y contenant BC mais pas A , où B représente la similarité connue totale entre x et y . Si l'on sait que A et B ensemble sont liés à D dans ce modèle par une causalité, y a-t-il suffisamment de raisons de prévoir ou inférer l'occurrence de D avec B et C en l'absence de A ?⁴²

Hesse propose plusieurs pistes possibles de réponses basées sur les probabilités, mais aussi le support inductif ou la falsifiabilité.

⁴²[9], p. 101.

6 Les approches pragmatiques de l'induction

Vu les limites d'une formalisation abstraite des mécanismes inductifs, il semblerait préférable d'envisager les processus cognitifs dans leur réalité complexe, afin de saisir les facteurs contextuels de leur réalisation. Nous montrerons d'abord que ce point de vue pragmatique n'est pas une invention des sciences cognitives, mais qu'il a perduré au cours des derniers siècles.

6.1 La formation d'hypothèses

La logique inductive du vingtième siècle s'est restreinte à la question de la validation des hypothèses, et considère comme vaine l'idée d'intégrer dans cette étude la question de la formation des hypothèses. Ainsi, la majorité des philosophes, qu'ils soient pour ou contre la logique inductive, délaisse cette seconde question. POPPER écrit :

Il n'y a pas de méthode permettant de créer des idées neuves, pas plus qu'il n'y a de reconstruction logique du processus en question.⁴³

BRAITHWAITE ajoute :

La solution de ces problèmes historiques exige qu'on fasse appel à la psychologie du raisonnement individuel et à la sociologie de la pensée. Ces questions ne sont pas de notre ressort ici.⁴⁴

Cependant, à l'aube du vingtième siècle, PEIRCE tente, à l'aide d'une logique des relatifs faisant appel à des graphes existentiels, d'explicitier les mécanismes en jeu lors de raisonnements inductifs mais également déductifs, jusqu'à considérer que, de manière pratique,

déduction et rétroduction ne sont pas vraiment différentes de l'induction, pas autant qu'on pourrait le croire, et du moins pas autant qu'on l'a toujours cru pour la déduction.⁴⁵

PEIRCE décrit ainsi la méthodologie déductive :

on commence une déduction en écrivant toutes les prémisses. Ces différentes prémisses sont ensuite placées dans un champ d'assertion, c'est-à-dire qu'elles sont *colligées*, comme le dirait WHEWELL, ou reliées afin de former une seule proposition copulative. Sur quoi, nous nous mettons à observer attentivement le graphe. [...] Cette observation nous conduit à faire une *expérience* sur le graphe. C'est-à-dire que nous commençons par dupliquer les portions de ce graphe ; puis

⁴³Karl POPPER, *La logique de la découverte scientifique*, cité dans [8], p. 447.

⁴⁴Richard BRAITHWAITE, *Scientific Explanation*, cité dans [8], *ibid.*

⁴⁵[19], p. 225.

nous effaçons des portions, c'est-à-dire que nous cachons une partie de l'assertion afin de voir ce qu'il en reste. Nous observons le résultat de cette expérience et c'est notre conclusion déductive. [...]

Venons-en maintenant à l'induction. Ce mode de raisonnement commence aussi par une colligation. [...] Elle doit être, selon la règle de prédésignation, une expérience délibérée. Dans l'induction ordinaire, nous nous mettons à observer quelque chose à propos de chaque cas. [...] Finalement nous effaçons les cas particuliers et gardons la classe ou le système pris comme échantillons directement liés aux caractères, qu'ils soient relatifs ou autres, qui ont été trouvés dans lesdits échantillons.⁴⁶

Car qu'est-ce que l'observation ? Qu'est-ce que l'expérience ? C'est l'élément forcé de l'histoire de nos vies. C'est ce dont nous sommes contraints d'être conscients par le fait d'une force cachée résidant dans un objet que nous contemplons. L'acte d'observation est l'abandon délibéré de nous-mêmes à cette *force majeure*⁴⁷ — une soumission immédiate à sa volonté, due à notre pressentiment que, quoi que nous fassions, nous devons être finalement terrassés par cette force.⁴⁸

Bien qu'il vaille mieux être méthodique dans nos recherches et considérer l'*économie de la recherche*⁴⁹, il n'y a cependant aucun crime contre la logique à essayer toute théorie qui peut se présenter à l'esprit, du moment qu'elle est adoptée dans un sens tel qu'elle permette à la recherche de continuer sans entraves et sans se laisser décourager.⁵⁰

6.2 Le poids keynésien

Revenons en maintenant à la logique de l'estimation de la pertinence des hypothèses. Durant le vingtième siècle, de nombreuses études ont tenté d'élargir le cadre traditionnel purement probabiliste. Ainsi, un pan entier de la logique inductive de KEYNES est consacré à l'établissement d'une nouvelle mesure appliquée aux énoncés hypothétiques, qu'il nomme *poids*, évaluant le rapport

non pas entre les preuves favorables et non favorables, mais entre la quantité *absolue*, respectivement, de connaissance et d'ignorance

⁴⁶[19], p. 225-226.

⁴⁷En français dans le texte.

⁴⁸[19], p. 228.

⁴⁹C'est nous qui soulignons cette intéressante terminologie inventée et développée par PEIRCE, qui sera reprise en sciences cognitives.

⁵⁰[19], p. 238.

pertinentes.⁵¹

La coexistence de deux grandeurs indépendantes complique la tâche, car elle ne permet plus une systématisation immédiate. C'est pourquoi KEYNES, découragé par ces difficultés, attache finalement peu d'importance à cette nouvelle théorie.

6.3 La projectibilité

Le célèbre paradoxe de Nelson GOODMAN (1906-1998) remet en cause toute théorie de l'induction qui se contente de connaissances exprimées sous forme de propositions langagières. Cette émeraude est verte, et je l'ai toujours vue de cette couleur. Mais rien ne nous empêche d'inférer qu'en fait cette émeraude est « vbleue », c'est-à-dire verte jusqu'à aujourd'hui, et bleue à partir de demain. Cette nouvelle hypothèse est autant confortée que l'hypothèse initiale. Pour éviter ce paradoxe, il est nécessaire d'enrichir la logique probabiliste d'une nouvelle mesure — en cela, GOODMAN suit la démarche de KEYNES — qui évalue — et là est l'originalité — le degré d'implantation des concepts utilisés :

Il est évident que « vert », par le nombre et l'antériorité, a la biographie la plus impressionnante. Nous dirons que le prédicat « vert » est beaucoup mieux implanté que « vbleu ».⁵²

L'implantation d'un prédicat résulte non seulement de la projection réelle de ce prédicat, mais aussi de celle de tous les prédicats qui lui sont coextensifs. [...] L'implantation dépend donc du langage.⁵³

Comme HUME, nous invoquons ici les répétitions passées, en attachant toutefois autant d'importance aux répétitions des termes explicitement employés pour décrire les phénomènes observés qu'aux répétitions dans les phénomènes eux-mêmes. Un peu comme KANT, nous disons que la validité d'une induction dépend non seulement de ce qui est mais aussi de son organisation. Or celle-ci est subordonnée au langage et ne dépend pas d'un aspect inévitable ou immuable de la nature de la connaissance humaine. En termes vagues, je pourrais donc définir ainsi les caractéristiques répétitives de l'expérience qui sous-tendent les projections valides : ce sont celles pour lesquelles nous avons adopté des prédicats que nous avons pris l'habitude de projeter.

Ma proposition ne vise en aucun cas à éliminer d'office les prédicats avec lesquels nous ne sommes pas familiers. D'abord, le caractère familier et l'implantation sont deux choses bien différentes.

⁵¹[15], p. 77.

⁵²[5], p. 104.

⁵³[5], p. 105.

Un prédicat peut nous être complètement étranger et en même temps très fortement implanté si, comme nous l'avons vu, des prédicats qui lui sont coextensifs ont souvent fait l'objet de projections [...] dans chaque cas, on élimine une hypothèse après comparaison spécifique avec une hypothèse supérieure, et pas seulement sur la base de la nouveauté ou de l'étrangeté du prédicat projeté.⁵⁴

Une hypothèse ne peut être confirmée si elle ne présente pas de cas positifs, mais ces derniers ne la confirment que dans la mesure où elle est projectible. Le nombre de cas positifs d'une hypothèse et son degré de projectibilité sont des facteurs de confirmation très distincts.⁵⁵

6.4 Une hiérarchie de prédicats

GOODMAN pose

qu'un prédicat P est parent d'un prédicat donné Q si l'extension de Q fait partie des classes auxquelles P s'applique [...] On mesure l'implantation héritée de deux prédicats dont l'implantation acquise est égale en comparant les parents les mieux implantés de chaque côté. [...] On dira donc qu'un prédicat est mieux implanté qu'un autre si son implantation acquise est supérieure, ou, à implantation acquise égale, si son implantation héritée est supérieure.⁵⁶

Des informations issues d'autres hypothèses liées [...] peuvent aussi influencer sur sa projectibilité. Disons [...] qu'une hypothèse sera surhypothèse positive d'une autre si l'antécédent et le conséquent de la première sont des prédicats parents de l'antécédent et du conséquent de la seconde.⁵⁷

L'influence des surhypothèses dépend de trois facteurs :

- de la projectibilité de la surhypothèse, et de son degré,
- des preuves empiriques,
- de sa spécificité :

c'est-à-dire l'étroitesse du rapport entre les preuves empiriques favorables à la surhypothèse et l'hypothèse en question.⁵⁸

⁵⁴[5], p. 106-107.

⁵⁵[5], p. 116.

⁵⁶[5], p. 114.

⁵⁷[5], p. 117.

⁵⁸[5], p. 120.

6.5 Les conflits

MILL avait déjà imaginé un concept similaire de « solidité » d'induction. De cette manière, il est possible d'éliminer les inductions indésirables par le biais de conflits :

Si une induction est en conflit avec des inductions plus solides ou avec des conclusions qui s'en déduisent correctement, alors, à moins qu'un nouvel examen ne montre que quelques-unes des plus fortes inductions ont été établies avec une généralité que les faits n'autorisent pas, la plus faible doit céder la place.⁵⁹

Si [des inductions] conduisent déductivement à des conséquences inconciliables, elles deviennent réciproquement un indice certain que celle-ci ou celle-là doit être abandonnée ou, du moins, être exprimée avec plus de réserve.⁶⁰

GOODMAN développe cette idée en détail dans sa théorie des projections :

On pourra alors définir ainsi un des principes d'élimination : une projection est à rejeter si elle est incompatible avec une autre portant sur un prédicat mieux implanté.⁶¹

Deux hypothèses sont en conflit si aucune ne découle de l'autre, alors qu'elles sont toutes deux soutenues, inviolées et non exhaustivement parcourues, et qu'elles assignent à une même chose deux prédicats différents et incompatibles.⁶²

Parmi ces hypothèses, nous dirons que H supplante H' si les deux sont en conflit, si H est la mieux implantée et si elle ne s'oppose pas à une autre hypothèse encore mieux implantée. Notre règle se lira comme suit : une hypothèse est dite *projectible* si elle supplante toutes les hypothèses qui lui sont conflictuelles, *improjectible* si elle est supplantée, et *non projectible* s'il est impossible de déterminer laquelle des deux hypothèses en conflit supplante l'autre.⁶³

6.6 La mise à jour des degrés de croyance

Le système logique de MILL a été injustement sous-estimé. Il recèle en fait un grand nombre de considérations pragmatiques très intéressantes qui ont depuis connu d'importants développements. Ainsi, MILL entrevoit la connaissance sous la forme d'un réseau d'énoncés interconnectés par des relations de déduction :

⁵⁹[18], p. 362-363.

⁶⁰[18], p. 364.

⁶¹[5], p. 105.

⁶²[5], p. 108.

⁶³[5], p. 109.

Les inductions les plus solides sont la pierre de touche par laquelle nous éprouvons toujours les plus faibles. Si l'on trouve moyen de déduire une induction très-faible d'une des plus fermes, elle acquiert du même coup toute la force de ces dernières, et de plus ajoute à cette force, car l'expérience indépendante sur laquelle se fondait l'induction la plus faible devient une preuve additionnelle de la vérité de la loi mieux établie dans laquelle elle se trouve maintenant contenue.⁶⁴

On peut affirmer, comme principe général, que toutes les inductions, fortes ou faibles, qui peuvent être reliées ensemble par le raisonnement, se confirment les unes les autres. [...] Dans le cas d'induction se confirmant mutuellement, celle qui devient une conclusion syllogistique s'élève au moins au degré de certitude de la plus faible de celles dont elle est déduite, pendant que, en général, la certitude de toutes est plus ou moins augmentée.⁶⁵

PEIRCE, quant à lui, énonce des lois de modification dynamique de ce que l'on pourrait appeler des énergies, rendant compte de la plasticité de la connaissance humaine.

Nous allons maintenant tenter de formuler la loi d'action des idées.

En premier lieu, laissées à elle-même, une idée perd sa vivacité, et sombre de plus en plus dans l'obscurité.

En deuxième lieu, des idées associées ensemble dans la conscience ont tôt fait de subir des modifications de vivacité, les plus diffuses devenant plus vives, et les plus vives plus diffuses, selon la force des associations. L'idée plus diffuse ne devient jamais plus vive que ne l'avait été l'idée plus vive avant le changement ; mais elle peut devenir plus vive que l'idée qui a été plus vive au début ne l'est après le changement ; sans quoi on s'expliquerait mal qu'une idée soit sur les trousseaux d'une autre.

Mais en troisième lieu, l'action de la suggestion associative n'a pas lieu instantanément dès que les deux idées se trouvent ensemble dans la conscience. Des changements continus se produisent dans les liaisons des idées dans la conscience ; et l'action de la suggestion associative n'a pas lieu avant que le hasard n'ait mis deux idées dans une relation telle que l'une agit sur l'autre. Ainsi, je me trouve devant un emblème et me demande ce qu'il signifie. Il s'impose vivement à mon esprit. Peut-être sa signification est-elle obscurément présente à ma conscience ; mais c'est seulement lorsque, du fait des

⁶⁴[18], p. 362.

⁶⁵[18], p. 364.

mouvements qui ont lieu dans la conscience, le hasard, aura établi la bonne liaison entre l'idée de l'emblème et l'idée de sa signification, qu'elles changent soudainement de vivacité, l'idée de l'emblème devenant beaucoup plus diffuse, et celle de sa signification beaucoup plus vive.

En quatrième lieu, cet échange de vivacité s'accompagne d'un autre événement qui se passe tout à fait en dehors de ma conscience, bien qu'il y ait un signe de lui dans ma conscience. À savoir, l'association entre les deux idées se renforce, de telle manière que l'idée plus vive devient plus apte à évoquer, à une autre occasion, celle qui l'est moins.

En cinquième lieu, certaines autres associations s'affaiblissent en même temps.⁶⁶

Et d'ajouter :

La théorie cérébrale en vogue expliquera facilement les cinq traits de l'activité mentale que j'ai mentionnés.⁶⁷

6.7 Une théorie cognitive de l'induction

L'étude cognitive de l'induction qui a fait date est celle d'un collectif de chercheurs en psychologie expérimentale, en informatique et en philosophie des sciences : John H. HOLLAND, Keith J. HOLYOAK, Richard E. NISBETT et Paul R. THAGARD. D'une grande richesse, par sa complexité et la pertinence des mécanismes mis en évidence, cette systématisation des mécanismes inductifs offre une synthèse harmonieuse de nombreuses études sur le sujet, qu'elles soient cognitives, philosophiques ou logiques. On y retrouve évidemment la problématique d'estimation du degré de pertinence des énoncés, mais utilisant un ensemble de facteurs ne se limitant donc pas à la simple probabilité, intégrant en revanche des considérations s'approchant de la théorie des projections de GOODMAN. Sont proposés également des mécanismes de création de nouvelles hypothèses, l'ensemble des connaissances étant implanté dans un modèle mental, véritable réseau de concepts interconnectés par des liaisons déductives, suivant la vision de MILL, permettant une remise à jour systématique de l'importance de chaque élément.

Selon notre point de vue, les systèmes cognitifs modélisent en permanence leur environnement, en insistant sur les aspects locaux qui font obstacle à l'accomplissement des objectifs en cours. Il est préférable d'envisager les modèles comme des assemblages de lois syn-

⁶⁶[19], p. 304-305.

⁶⁷[19], p. 305.

chroniques et diachroniques organisées au sein de hiérarchies par défaut et regroupées en catégories. Les lois constituant ce modèle interagissent, en accord avec un principe de parallélisme limité, suivant un double mécanisme de compétition et de corroboration. La réalisation d'un objectif dépend souvent en partie d'une catégorisation flexible et perpétuellement réitérée de l'environnement, combiné avec l'établissement de nouvelles lois. Les nouvelles lois sont engendrées suivant des conditions de déclenchement, la plupart peuvent être considérées comme des réponses au succès ou à l'échec des prédictions déterminées par le modèle courant.⁶⁸

À cette théorie s'ajoutent cinq affirmations importantes :

- Une grande partie des inférences provient de compétitions entre lois et de la génération de nouvelles lois résultant de ces compétitions.
- La variabilité des phénomènes est représentée explicitement dans le système cognitif et est utilisée par les mécanismes d'inférence.
- Beaucoup de lois et de catégories sont générales et abstraites, et peuvent donc être appliquées à tout domaine, en particulier, pour ce qui nous concerne, au domaine musical.
- L'acquisition de nouvelles connaissances ne peut être envisagée qu'en tenant compte des connaissances déjà en possession.
- Enfin, l'induction est un processus remarquablement flexible. De nouvelles informations sont emmagasinées de manière régulière et flexible. Les modèles sont engendrés (et abandonnés) sans difficulté.

À cette approche a été intégrée plus récemment une théorie cognitive des mécanismes de raisonnement par analogie. Brièvement, l'analogie s'effectue en plusieurs étapes :

Premièrement, l'analogie est guidée dans une certaine mesure par l'observation directe de similarités entre les éléments impliqués.

Deuxièmement, l'analogie est guidée par la contrainte d'identifier les parallèles structurels consistants entre les rôles dans les domaines de la source et de la cible. [...] La structure entraîne également une contrainte un-pour-un : à chaque élément du domaine cible doit correspondre un élément du domaine source (et *vice versa*).

Troisièmement, l'exploration de l'analogie est guidée par les intentions du sujet, intégrant ainsi la motivation de l'analogie considérée.⁶⁹

⁶⁸[10], p. 343-346, traduction personnelle.

⁶⁹[11], p. 5-6, traduction personnelle.

7 Et maintenant ?

Ce parcours sommaire du concept d'induction, problématique qui s'avère finalement d'une grande complexité, nous a permis de comprendre les phénomènes en jeu et l'importance d'un tel mécanisme dans un cadre musicologique. Une systématisation de cette compétence par l'intermédiaire de l'ordinateur nécessite une investigation soignée de son fonctionnement. La description formelle, suggérée par la logique, mène à certaines incongruités. Un tel phénomène semblerait résister à une systématisation abstraite et simple et se prêterait mieux à une description prenant en compte le contexte pratique de son application. Les sciences cognitives, suivant une approche pragmatique qui n'est finalement pas si récente, offre ainsi la vision la plus adéquate de la question.

Cet état de l'art préliminaire ayant permis un choix raisonné de la méthodologie appropriée à la problématique du projet *kanthume*⁷⁰, l'objectif est désormais la conception et la réalisation d'un système adaptant cette modélisation cognitive à un cadre informatique et surtout dans une problématique d'analyse musicale. Une analyse musicale par ordinateur offrirait un certain nombre d'avantages. D'une part, les capacités combinatoires de l'informatique permettraient une unification des points de vue macroscopique (analyse de la forme) et microscopique (analyse des motifs) en une seule démarche tissant un vaste réseau de mises en correspondance. Les divers éléments décelés constituent les motifs, le réseau lui-même constitue la forme. De cette forme généralisée, il sera possible d'en effectuer une navigation, un parcours le long des différentes hiérarchies, permettant à l'utilisateur de s'approprier cette structure complexe. De plus, un système d'induction automatique suivant un modèle cognitif permettrait l'inférence de la grammaire cachée du langage sous-jacent à l'œuvre musicale. Les capacités imaginatives et combinatoires de la machine offrent au musicologue une source d'inspiration inégalée. La machine peut elle-même contraindre ce mécanisme d'élaboration de théories musicales par des principes cognitifs explicites et paramétrables. La subjectivité ainsi explicitée est alors maîtrisée. Enfin, le fruit de ces analyses, rendant compte de l'œuvre musicale avec une infime précision, pourra être utilisé dans un cadre compositionnel. On peut donc imaginer dans un second temps que ce logiciel permette à l'utilisateur-compositeur d'éditer ces divers objets musicaux et aide ainsi à l'élaboration de nouvelles œuvres.

Remerciements Je tiens à remercier Gérard ASSAYAG, Quentin MEILLASSOUX, François NICOLAS et Emmanuel SAINT-JAMES.

⁷⁰Une présentation de l'état actuel du projet est disponible sur l'internet à l'adresse suivante : www.ircam.fr/equipes/repmus/lartillot.

Références

- [1] F. BACON. *Novum Organum*. Presses Universitaires de France, 1986. Traduction par Michel MALHERBE et Jean-Marie POUSSEUR.
- [2] M. BOUDOT. *Logique inductive et probabilité*. Philosophies pour l'âge de la science. Armand Colin, 1972.
- [3] J. DUBUCS et F. LEPAGE, editor. *Méthodes logiques pour les sciences cognitives*. Hermès, 1995.
- [4] P.A. FLACH. *Conjectures : an inquiry concerning the logic of induction*. PhD thesis, Katholieke Universiteit Brabant, 1995.
- [5] N. GOODMAN. *Faits, Fictions et Prédications*. Les Éditions de Minuit, 1984. Avant-propos par Hilary Putnam, traduction revue par Pierre Jacob.
- [6] G.G. GRANGER. *La théorie aristotélicienne de la science*. Analyse et Raisons. Editions Aubier Montaigne, 1976.
- [7] S. HAACK. *Philosophy of Logic*. Cambridge University Press, 1978.
- [8] N.R. HANSON. Y a-t-il une logique de la découverte scientifique ? In P. JACOB, editor, *De Vienne à Cambridge : L'héritage du positivisme logique*, Tel. Gallimard, 1980. Traduction par P. JACOB.
- [9] M.B. HESSE. *Models and Analogies in Science*. University of Notre Dame Press, 1970.
- [10] J.H. HOLLAND et K.J. HOLYOAK et R.E. NISBETH et P.R. THAGARD. *Induction : Processes of Inference, Learning, and Discovery*. The MIT Press, 1989.
- [11] K.J. HOLYOAK et P.R. THAGARD. *Mental Leaps : Analogy in Creative Thought*. The MIT Press, 1995.
- [12] D. HUME. *Enquête sur l'entendement humain*. Bibliothèque philosophique. Aubier, 1947. Traduction, préface et notes de André LEROY.
- [13] P. JACOB. *De Vienne à Cambridge : L'héritage du positivisme logique*. Tel. Gallimard, 1980.
- [14] E. KANT. *Critique de la Raison Pure*. Bibliothèque Philosophique. Aubier, 1997. Traduction, présentation et notes par Alain RENAUT.
- [15] J.M. KEYNES. *A Treatise on Probability*, volume VIII of *The Collected Writings of John Maynard KEYNES*. Macmillan Cambridge University Press pour the Royal Economic Society, 1973.
- [16] I. LAKATOS. POPPER on demarcation and induction. In J. WORRALL et G. CURRIE, editor, *Philosophical Papers*, volume 1 : « The methodology of scientific reseach programmes ». Cambridge University Press, 1978.

- [17] O. LARTILLOT. *kanthume* : un projet d'analyse analogique suivant un modèle cognitif d'induction. In *Actes du second colloque international d'épistémologie musicale*. Ircam - L'Harmattan, 2002.
- [18] J.S. MILL. *Système de logique : déductive et inductive*. Librairie philosophique de Ladrangé, 1866. Traduction par L. PEISSE.
- [19] C.S. PEIRCE. *Le raisonnement et la logique des choses : Les conférences de Cambridge*. Éditions du Cerf, 1995. Traduction par C. CHAUVIRÉ, P. THIBAUD et C. TIERCELIN.