

Itinéraires de recherche

DE L'ENSEIGNEMENT DES LANGUES AUX SCIENCES COGNITIVES : MACHINES A REPRESENTER par Monique LINARD

Machines et représentations

La soutenance d'une thèse sur travaux ne peut pas ne pas prendre un ton plus personnel qu'une thèse de forme classique (1).

Je commencerai donc en reconnaissant, que, personnellement, j'ai toujours beaucoup aimé les mots. Pour moi, le langage, premier lieu de rencontre de chacun avec l'impératif de la loi et du code dans la relation à l'autre, a toujours été aussi le lieu de tous les étonnements. Et le fonctionnement d'une langue reste la plus belle des machines en ceci, précisément, qu'il n'est pas que machinique.

Par ailleurs, sans être vraiment fascinée par les machines en tant qu'objets techniques, je dois reconnaître aussi que je ne suis pas insensible à la beauté et à l'harmonie d'un bon fonctionnement, qu'il soit d'horloge ancienne, de moteur à explosion ou d'automate logique. Il y a une jubilation, un sentiment d'ordre, d'accord profond et de "chaque chose à sa place" dans cette rencontre réussie entre nature et culture.

Il n'est donc pas étonnant, avec le recul des années, que le glissement des machines contemporaines de la transformation de l'énergie matérielle vers le traitement de l'information immatérielle et vers la représentation des choses (que ce soit sous forme d'images ou de programmes à base électronique), ait fini par retenir toute mon attention.

Très vite, en effet, les "machines à représenter" contemporaines que sont la caméra vidéo et l'ordinateur m'ont paru intéressantes en éducation, moins en tant qu'instruments voués à certaines productions spécifiques, qu'en tant que "dispositifs techniques" au sens heideggerien du terme, c'est-à-dire comme l'ensemble non seulement des choses fabriquées et utilisées mais aussi des besoins et des fins auxquels elles servent ("La Question de la technique", dans *Essais et Conférences*, 1954). C'est en ceci que l'exposition "Les Immatériaux" à Beaubourg en 1985 mettait en scène le défi, particulier à notre époque, qui nous impose d'autres façons de penser.

En rendant objective et évidente la disposition des moyens techniques en vue de la production de produits intellectuels (les images et les raisonnements), ces dispositifs, en effet, sont apparus très vite des révélateurs et même des catalyseurs. Ils mettent en évidence nombre de processus qui constituent notre activité cognitive en général, et l'acte d'apprendre en particulier, même s'ils n'ont pas été prévus pour cela à l'origine. Leur conception même exprime aussi quelque chose du rapport de l'homme contemporain au monde dans lequel il vit, ainsi qu'au savoir qu'il s'en construit et transmet aux générations futures.

Très vite, ces machines ont donc été, pour moi, davantage des analyseurs et des prétextes à exploration de nos modes humains de connaissance que des outils de production éducative à proprement parler.

Au fil des années, observation et expérimentation m'ont amenée à un constat et une prise de conscience :

triangleright Le constat de diversités inter-individuelles et d'une complexité de l'activité cognitive insoupçonnées au départ. D'où le développement, de ma part, d'une analyse plus critique de modes particuliers de représentation et de rationalité que matérialise et systématise chaque machine, surtout quand on entreprend d'en faire un médiateur d'apprentissage ou de formation.

▷ La prise de conscience d'une ambiguïté d'attitude, pour ne pas dire d'une certaine ambivalence, se traduisant par une réticence et même un soupçon systématique de ma part devant toutes les variétés de ces machines à représenter. Je voulais bien "jouer le jeu" avec elles, mais jusqu'à un certain point seulement, et toujours avec une arrière-pensée : "qu'est-ce qu'on a encore trouvé pour nous faire marcher ?... Qui marche ?... Et comment ?..."

Il m'apparut aussi progressivement que si ce soupçon pouvait être considéré comme un handicap, en raison du manque de conviction qu'il entraînait a priori, il pouvait aussi se voir comme un atout dans le domaine, car il me vaccinait spontanément contre les deux maladies infantiles de la pensée technique : la fascination et l'adhésion inconditionnelle aux fonctionnements et objectifs opératoires de chaque nouvelle machine d'une part, le désir de maîtrise et de toute-puissance sur les choses et les êtres à partir de la compétence à la commander, d'autre part.

Si donc il y a eu un fil rouge dans l'itinéraire universitaire en ligne brisée qui m'a conduit de l'enseignement de l'anglais à la linguistique puis à l'audio-visuel et à l'enseignement assisté par ordinateur en passant par la psychologie, c'est sans doute celui d'une interrogation permanente sur la signification et la représentation, que ce soit sous leur forme naturelle ou artificielle.

Je n'ai pas cherché à donner de la représentation une définition définitive, ni même satisfaisante, étant donnée la complexité du problème, mais seulement une définition opératoire en ce qui me concerne. C'est pour moi l'ensemble des processus (et des produits qui en résultent), d'appréhension, transcription plus ou moins codée, mémorisation et rappel des rapports entre structure physique interne et configurations externes, de tout organisme ou dispositif, qu'il soit vivant ou inanimé, considéré comme un système ouvert en

interaction avec un environnement. Concept-pont entre dimensions physique et mentale, individuelle et sociale, cognitive et affective de notre activité de connaissance, il est central en éducation et en formation. Plus central que jamais même, depuis que les machines électroniques font proliférer les représentations artificielles dans notre vie quotidienne en les exacerbant sous leur double modalité analogique globale sensible (les images) et logique analytique abstraite (les programmes).

Par ailleurs, la représentation du réel et l'ensemble des rapports entre sujet et objet qu'elle implique, est au coeur de la révolution épistémologique des sciences contemporaines (physique et mathématique en particulier). Et la représentation des connaissances est au centre des préoccupations de l'Intelligence Artificielle, dont le propos est d'émuler ou de simuler par traitement automatique la façon dont notre cerveau traite les informations qu'il reçoit pour en faire des connaissances utilisables.

Or en ce domaine, il est évident que la réflexion et la théorie éducative sont très en retard, se trouvant encore largement fondées sur la dualité cartésienne et la séparation radicale entre corps et esprit, en ce qui concerne la rationalité, et sur l'humanisme classique des Lumières, en ce qui concerne l'éthique.

Les "machines à représenter" ont donc été pour moi un prétexte et un outil d'exploration de cet espace intermédiaire embrouillé entre physique et mental. individu et société, qu'est la représentation des choses à fin de connaissance.

Une histoire exemplaire : celle de la linguistique

Mais cette approche, de ma part, ne pouvait pas être neutre puisqu'elle se faisait à partir d'un point de vue de linguiste pour qui le langage naturel avec ses multiples fonctions de signification (d'expression et d'appel autant que de description ou de méta-communication), restait le standard de référence par excellence.

C'est ainsi que l'histoire de la linguistique peut paraître une histoire exemplaire : celle des difficultés de toute entreprise de représentation par rapport à une réalité de référence.

On se rappelle en effet que Saussure a fondé la linguistique comme science au début du siècle à partir de l'élimination — de la "proscription" comme dit C. Hagège dans son ouvrage récent *L'Homme de paroles* (1985) —, de toutes les composantes du langage naturel qui pouvaient gêner son entreprise de description structurale de la langue comme code abstrait et système de signes et de relations purement différentiels. Il renonça donc à prendre en compte, dans sa description d'une langue idéale, à la fois et le sens (comme renvoi du signe à une réalité extérieure de référence), et le sujet locuteur (comme agent en situation mettant concrètement en oeuvre la langue abstraite dans une activité de parole), et l'histoire (comme dynamique temporelle des changements).

On sait l'immense succès qu'a remporté le structuralisme qui, de méthode, devint un véritable modèle ou paradigme dans les Sciences Humaines, entre les années trente et soixante-dix, avec un J. Piaget, un Levi-Strauss ou un J. Lacan. Mais ces éliminations fondamentales devaient rapidement se révéler aussi sources de difficultés considérables et d'impasses dans les descriptions qui s'en inspiraient. Toutes les avancées ultérieures de la linguistique peuvent alors être considérées comme autant de réactions, dans le sens de ré-intégrations successives, visant à récupérer à l'intérieur de la représentation linguistique scientifique les dimensions originaires proscrites du parler naturel. Que ce soit les réactions fonctionnalistes, phonologiques et/ou grammairiennes (Ecole de Prague, R. Jakobson, A. Martinet) qui réintègrent le son et la fonction grammaticale en conservant la méthode structuraliste, ou la réaction formaliste isolée de Hjelmslev qui réintègre le sens comme "forme du contenu". Ceci entre les années trente et soixante. Ou que ce soit, par la suite, la double réaction simultanée, ouvertement contradictoire de la syntaxe abstraite, essentiellement algorithmique de N. Chomsky, qui réintègre la dimension dynamique et générative de notre compétence grammaticale idéale, tandis que l'Ecole Pragmatique d'Oxford (J.L. Austin et J.R. Searle, à la suite de L. Wittgenstein) cherche, au contraire, avec les "Actes de langage", à réintégrer les effets sociaux, en situation concrète, du discours du locuteur individuel en relation avec d'autres locuteurs, pour des objectifs divers ("Le sens d'un mot, c'est son emploi").

Mais, au milieu des années soixante dix, ce que la description linguistique avait regagné en réalisme par rapport au langage naturel de référence, elle l'avait perdu en rigueur, en unité et en facilité de formalisation. D'où un déclin remarquable, et immérité, d'influence sur les autres disciplines, depuis lors. Sauf en Intelligence Artificielle, où l'on se posait, avec quelques années de décalage, largement les mêmes questions, avec les mêmes résultats, sur l'objet voisin des langages artificiels et de la représentation des informations, puis des connaissances, en vue de leur traitement automatique par ordinateur.

Dans son ouvrage, déjà cité, *L'Homme de Parole, contribution linguistique aux sciences humaines*, C. Hagège rappelle que toute description de la langue doit faire face à la "trivialité" incontournable que cette dernière est toujours à la fois un code abstrait et à la fois un outil de communication sociale. Il y a donc au moins "trois points de vue" inévitables sur la langue, allant du plus ou moins aisément formalisable, et qui sont le morpho-syntaxique, le sémantique-référentiel et l'énonciatif. Et ces trois points de vue sont de plus en interaction serrée, ce qui ne facilite pas la description. Nous dirions volontiers qu'il en est de même pour toute entreprise de représentation systématique d'une réalité quelconque par un code quelconque. C'est ce que l'Intelligence Artificielle a plus récemment appris à ses dépens, en se trouvant contrainte d'abandonner, progressivement, le formalisme purement logico-mathématique et syntaxique de ses origines pour les formalismes ouverts au sémantique et beaucoup plus pragmatiques et diversifiés des systèmes-experts de ces dernières années (traitement des "connaissances de bons sens", "logiques floues" et valeurs approximatives, par exemple).

C'est ainsi que l'histoire de la linguistique, vue comme l'histoire de cette

forme particulière de représentation qu'est la langue naturelle. comporte des leçons qui auraient dû permettre aux technologies éducatives en général et à l'Intelligence Artificielle en particulier de s'épargner de nombreuses erreurs et désillusions dans leurs entreprises de normalisation, de formalisation et d'automatisation des connaissances. On pourrait résumer ces leçons comme suit :

- Il n'existe pas de description unidimensionnelle, univoque et complète d'une langue. Toute description doit nécessairement articuler les trois points de vue, déjà évoqués, complémentaires et irréductibles l'un à l'autre, hiérarchisés en trois niveaux emboîtés : le niveau des unités formelles élémentaires non significatives, et de leurs structures relationnelles internes (le morpho-syntaxique), le niveau des relations significatives de ces unités au monde externe de la référence qu'elles désignent (le sémantique), et le niveau de l'articulation de ces unités significatives aux situations concrètes d'emploi et aux caractéristiques des usagers qui les mettent en oeuvre pour leurs fins propres (le pragmatique énonciatif). Aucun niveau n'est évacuable de la description sauf à renoncer à une bonne part de sa pertinence. mais leurs descripteurs restent irréductibles d'un niveau à l'autre et ne sont pas tous également formalisables ni "décidables" par calcul ; d'où des distorsions et une incomplétude non pas accidentelle mais constitutive de la description. Il faut donc renoncer à l'idée que la compétence, description abstraite de la langue considérée comme état idéal des savoirs, puisse totalement rendre compte de la performance, description de la mise en oeuvre concrète par l'individu en situation, de cette compétence. Il y a un hiatus, de nature épistémologique entre les deux perspectives, celui qui sépare un état cognitif résultant de l'épaisseur des processus qui l'ont généré.

- Pour un bon fonctionnement de la signification (rapports entre un système de formes tangibles et un système de sens), le manque, le blanc et la rupture de niveaux sont essentiels, ainsi qu'une large part de "jeu" et d'incertitude. Pas de lettre, de mot, de phrase sans vide, pas de marque sans manque (O. Ducrot et T. Todorov). Pas de description valable pour un niveau qui le soit pour un autre (irréductibilité de l'analyse des morphèmes, unités significatives à celle des phonèmes, unités purement distinctives, non significatives de niveau élémentaire, par exemple). Si, contrairement à tous les autres systèmes de représentation, le langage naturel est le seul à pouvoir dire quelque chose de lui-même avec ses seuls moyens (échappant ainsi au principe d'indécidabilité avec lequel K. Gödel, dans les années trente, a marqué les limites de tout système formel), s'il réussit à être récursif et réflexif sans pour cela tomber dans des paradoxes sans issue, c'est sans doute que le langage naturel a su intégrer l'incomplétude et l'approximation à l'intérieur même de son fonctionnement et de sa structure.

On ne peut s'empêcher à ce propos, de rapprocher cette nécessité du manque et de l'absence dans la détermination de la signification, de la même nécessité du constat du manque qui fonde la théorie freudienne du désir et de l'investissement d'objet. Il y a là plus qu'une rencontre de hasard.

L'image analogique ou l'autre du logique

Ce n'est donc pas d'une façon neutre que, au début des années soixante-dix, je me trouvais aborder le domaine de l'image et du son, mais au contraire, d'une façon fort armée, trop armée, à l'aide d'un solide filtre structuraliste.

En contraste total avec ma formation précédente, l'image comme objet d'étude d'un autre mode de représentation, a été d'abord pour moi l'occasion d'une redécouverte : celle du plaisir de penser par le voir et le percevoir. Elle a été ainsi l'occasion d'une revanche, celle du sensible immédiat et dynamique sur l'intelligible abstrait différé, d'un retour à un mode plus primaire de relation au réel (primaire dans tous les sens, et en particulier au sens freudien qui fait de la recherche de l'identité de choses le principe et le matériau du fantasme et du rêve).

L'image sonore, analogique, en ramenant à notre autre mode de fonctionnement mental, le plastique, spatial, sensori-sensuel, associatif, labile, surdéterminé par les valeurs psycho et socio-affectives, pose clairement à la fois la nécessité et les limites de son mode complémentaire de représentation, le mode logique formel. On y retrouve tous les ingrédients et les secrets de cette cuisine du sens ("Les apprêts et les après de l'image" disait C. Metz à l'époque) dont l'approche formelle ne veut rien connaître.

Tout en s'avérant fort utile et éclairante, la grille structuraliste proposée par R. Barthes, C. Metz ou U. Eco, au début des années soixante-dix, ne pouvait pas résister longtemps aux débordements et aux foisonnements de l'image. Je fus ainsi amenée rapidement à plusieurs constats qui, pris individuellement n'étaient pas très originaux, mais dont la convergence devait finir par entraîner pour moi un véritable virage épistémologique. Parmi ces constats, les plus importants étaient les suivants :

▷ La part considérable de la subjectivité dans la sélection, compréhension, mémorisation et dans l'utilisation des images. Je dois dire qu'à l'occasion de travaux pratiques, j'ai vu plus d'une fois, chez les autres mais aussi chez moi, l'inconscient fonctionner "à fleur de pellicule". Mais cela, la publicité et la propagande l'ont compris depuis longtemps.

▷ Les différences considérables de perception entre individus. C'est là ce qui m'a amenée à une première intuition des "styles cognitifs" comme modalités particulières, spécifiques, de structurer et organiser pour chacun sa compréhension et sa représentation du monde.

▷ L'opposition fondamentale (même si elle disparaît dans les transcodages techniques, à base digitale, du balayage et de la numérisation électronique), entre deux modes de saisie du réel : l'analogique global et le logique analytique, opposition recoupant largement dans leurs modes de fonctionnement l'opposition freudienne entre processus primaires et secondaires de la pensée.

▷ La particularité de mon propre style cognitif, beaucoup moins proche du logique formel que je ne le pensais, avec la découverte au fil des années, d'une

forte ambivalence par rapport au mode algorithmique de pensée et d'un refus tout aussi affirmé de l'élimination du sujet comme agent multidimensionnel et largement auto-organisateur, dans l'élaboration de ses représentations et de ses connaissances.

Problématiques et dérives de la représentation : séduction analogique et isolation logique

Le temps passant, et ma connaissance des diverses machines à représenter s'approfondissant à l'occasion des diverses expériences rapportées dans les travaux joints au dossier, j'étais amenée à mettre en évidence non seulement les potentialités pour l'apprentissage mais aussi des dérivés d'usage caractéristiques.

C'est ainsi que nos longues recherches sur la confrontation à l'image de soi par vidéo à fins de formation (en collaboration constante avec Irène Prax qui m'apportait la perspective psychologique indispensable), nous amenait à poser l'hypothèse qu'une problématique générale de type narcissique était en jeu dans ces relations en miroir entre images mentales internes et images techniques externes de soi données par les machines : que ce soit l'image du corps physique (avec la vidéo) ou l'image du raisonnement abstrait (avec l'ordinateur). Séduction et captation spéculaire, liées aux boucles de feedback et à l'interactivité instantanée propres aux deux types de machines, pouvaient expliquer en partie les phénomènes extrêmes de rejet ou au contraire de fascination observés chez certains usagers et l'apparition d'un nouveau type inédit de narcissisme : le narcissisme intellectuel.

On découvrait à cette occasion toute l'ambiguïté des boucles réflexives et de la récursivité propres aux technologies contemporaines : à la fois sources positives de répétition, confirmation, contrôle par évaluation des décalages entre effets attendus et effets obtenus mais aussi causes de sidérations, exaltation du moi et dédoublement plus ou moins perturbateurs selon les personnalités. Les nouvelles technologies du mental, et plus particulièrement l'informatique avec la domination de la fonction essentiellement gestionnaire et instrumentale de la représentation qu'elle entraîne nécessairement, ne sont-elles pas le moyen sophistiqué qu'ont enfin trouvé nos sociétés pour réussir à mettre paradoxalement "Narcisse au travail" ? Ceci, non pas par la force, mais bien par l'attrait du plaisir de l'auto-séduction ou du fonctionnement parfait, "à vide" du tête-à-tête intime, de soi-même avec soi-même. Que ce soit au plan du corps et de l'apparence physique, avec présence de l'autre, toujours sensible dans le regard de la caméra (en vidéo). Ou que ce soit au contraire (en informatique) au plan du seul raisonnement abstrait, à partir de l'élimination du tiers humain, comme gêneur, et de la matérialité des choses et de l'affect, comme faiblesse incontrôlables, et avec exaltation de la toute-puissance de la pure pensée exercées pour elle-même.

A cette hypothèse narcissique première, devait, plus récemment, s'en ajouter une autre, plus spécifique à la représentation informatique : celle

d'une dérive, chez certains individus prédisposés, d'une attitude de maîtrise sur les choses par la technique (légitime) à une attitude d'emprise et de toute-puissance, ignorante du manque et de la différence de l'autre (névrotique). Cette dérive névrotique, de type obsessionnel, peut trouver dans l'ordinateur et la programmation des outils nouveaux d'expression pour les mécanismes d'isolation et de ritualisation propres à cette structure psychique, mécanismes dont l'objet est bien de se défendre contre l'affect et l'incertitude du temps qui passe ainsi que contre la faiblesse, la dépendance ou l'incapacité à s'auto-suffire. C'est le "Chevalier inexistant" d'I. Calvino, ce preux de Charlemagne dont l'impeccable armure étincelante n'enferme qu'un grand vide, à la fois fier et désolé de se trouver ainsi dépourvu de corps, mais surtout hanté par le souci du bon ordre et de la bonne gestion des choses (avec quoi il finit par ennuyer tout le monde), qui devait nous donner la première intuition de cette composante obsessionnelle possible. La volonté de toute-puissance et de contrôle universel serait une explication de l'expansion inouïe actuelle de la formalisation de nos représentations et de leur automatisation sur machines, expansion qui va bien au-delà de la nécessité de nos besoins.

Mais la structure obsessionnelle n'est qu'une structure psychique parmi d'autres, ni plus ni moins légitime, de même que la modalité logico-formelle de notre rationalité n'est qu'une composante de notre raisonnement, ni plus ni moins indispensable que la modalité pragmatique ou socio-affective, (cf. sur ce point K. Popper lui-même dans son récent ouvrage : *L'Univers irrésolu : plaider pour l'indéterminisme*, et sa théorie des "trois mondes" qui confrontent la description scientifique contemporaine : le monde "1" physique des objets de la science classique, le monde "2" psychique des processus d'élaboration à partir de ces objets, le monde "3" intellectuel des produits du monde "2" à partir des objets du monde "1", les trois mondes se trouvant en étroite inter-dépendance).

La promotion exclusive d'une seule de ces modalités, aux dépens des autres, comme modèle universel de rapport au savoir et comme norme cognitive, est non seulement illégitime puisqu'elle impose un modèle de rationalité tronquée. Elle est intolérable pour tous les individus qui ne partagent spontanément pas ce modèle partiel. Et plus intolérable en éducation que partout ailleurs, dès lors que ce modèle cognitif se mettrait au service d'une déqualification et d'une exclusion du plus grand nombre au profit de la seule minorité naturellement accordée à ses exigences.

C'est ainsi que l'étude attentive des relations individuelles aux machines à représenter contemporaines (vidéo et ordinateur) amène inévitablement à un plaidoyer : celui pour une approche relativiste, multidimensionnelle et critique de nos modes de représentation, approche qui ne fait après tout que se conformer à l'attitude épistémologique des sciences dures les plus en pointe actuellement (telles que la physique quantique - cf. d'Espagnat et son ouvrage *Une certaine réalité*, ou la physique des "structures dissipatives" avec Prigogine, les mathématiques de l'irrégulier, avec R. Thom et B. Mandelbrot, la biologie de l'auto-organisation, avec H. Atlan et F. Varela, par exemple).

De plus, le travail avec les représentations par machine (images ou

programmes) montre à l'évidence et rend exceptionnellement sensible le gouffre qui continue d'exister entre la représentation technique et scientifique du monde (ordre du discours descriptif selon L. Wittgenstein ou de l'arrondissement instrumental selon M. Heidegger) et la représentation éthique (ordre du discours prescriptif ou du dévoilement de l'être-au-monde). Ainsi que le remarque le biologiste H. Atlan dans son ouvrage : *A tort et à raison. Inter critique de la science et du mythe* (1986), il faut toujours faire un saut pour passer de l'une à l'autre, et ce saut est toujours angoissant car il marque la persistance d'une dualité apparemment insurmontable dans notre expérience du monde, insupportable pour beaucoup. D'où, selon l'auteur, les dérives actuelles que l'on peut observer soit vers l'ésotérisme et les sciences occultes ou spiritualistes d'une part, soit au contraire vers un néo-positivisme scientifique ou technico-formel de la gestion universelle d'autre part, les deux dérives n'étant que deux tentatives contraires de récupération de l'unité idéale. Seule, selon l'auteur, une position sceptique, relativiste mais non pas nihiliste, peut permettre, en acceptant de jouer tous les jeux de tous les modes de discours ou de représentation possibles, chacun à son tour, dans le seul domaine de légitimité restreinte qui lui revient, de faire face sans désespérer à ce dualisme fondamental de notre expérience (sans aucun doute beaucoup plus accusé dans le monde occidental industriel que dans tout autre mais en passe de se généraliser à l'ensemble du monde) Peut-être est-ce là la seule réponse que puisse donner notre époque à la question de l'éducation en général et de la pédagogie de cette culture technique qui est nôtre pour les générations à venir. Mais si on peut apprendre le relativisme à l'école, peut-on y apprendre le scepticisme ? Cela n'est pas certain, car c'est là plutôt une sagesse d'adulte ou d'homme âgé qu'un espoir pour la jeunesse !

“La science ne pense pas”

Dans cette perspective l'analyse de la technique et de la science telle qu'elle a été menée par M. Heidegger, dans les années cinquante, conserve encore toute son actualité. Directement inscrite dans la lignée critique de la modernité de la philosophie allemande de ce siècle (Husserl, Jaspers, Benjamin, Wittgenstein, Adorno, M. Weber, Habermas, Marcuse, etc.), elle peut apporter beaucoup à une réflexion sur les usages sociaux de la représentation contemporaine par machines.

Pour Heidegger, par exemple, “La science ne pense pas”. (“Que veut dire penser ?”, dans *Essais et Conférences*, 1954.) Par cette formule provocante, le philosophe explique qu'il veut simplement dire qu'en raison même de sa méthode, légitime et utile par ailleurs, qui consiste toujours à découper le monde en objets fragmentaires spécifiques pour pouvoir les soumettre à l'analyse et à l'action de vérification ou d'application, la science se met dans l'incapacité de jamais ni penser ni atteindre les phénomènes dans leur globalité ni leur totalité. D'où son incapacité à réfléchir et à représenter ces totalités ouvertes par excellence que sont l'homme et la nature, le langage comme signification de leurs rapports, l'histoire comme prise en compte du

temps et du changement de ces rapports. et surtout l'affect comme dimension du désir et de la dépendance à l'autre.

Ce sont là des Incontournables à jamais inaccessibles pour elle, et qu'il nous faut pourtant bien penser d'une façon ou d'une autre puisqu'ils constituent la trame même de notre mode d'être-au-monde : Pour Heidegger, "il n'y a donc pas de pont qui conduise de la science à la pensée : il n'y a que le saut". Et la question ne semble pas avoir évolué depuis. on l'a vu avec Atlan.

De même, pour le philosophe, "La technique n'est rien de technique". ("La question de la technique". in *Essais et Conférences*, 1954.) Elle ne peut en effet pas se réduire à un simple type d'activité parmi d'autres, à savoir l'instrumental. Elle est d'abord un mode particulier de "dévoilement" (ou d'éclaircissement) de l'Être dans le monde. Toutefois la technique moderne n'est plus un "poïen". une production créatrice au sens grec. celle de l'artisan ou de l'artiste, où la nature comprise et respectée dans ses ressorts est seulement sollicitée pour une collaboration. et "laissée-être-là" sans brutalité. Elle est devenue un "arraisonnement provoquant" dans lequel la nature forcée est mise à la raison. "commise" à rendements par plans. calculs et descriptions formelles en vue d'actions et de relations uniquement opératoires. Dans cette nature "réduite à un complexe de forces (et de formes) calculables" et manipulables à volonté, l'homme est rapidement condamné à ne plus rencontrer que lui-même et les résultats de ses propres artifices.

Pour Heidegger. toute technique contemporaine se trouve donc prise dans une oscillation ambiguë entre une activité positive de dévoilement (qui est une chance de connaître les choses en agissant sur elles et de s'y reconnaître du même coup, dans "l'approximation" modeste et infinie des incontournables et la reconnaissance. qui est un "souci". de nos limites et de notre finitude) et une activité dangereuse d'arraisonnement furieux (qui est le péril extrême, car il vise précisément à l'élimination de tous les autres modes de relation au monde). En s'enfermant dans une "causalité rétractée" avec l'arrogance triomphante de la toute-puissance du faire et l'exacerbation de la volonté de volonté, l'arraisonnement technique occulte l'activité même de dévoilement, dont il n'est pourtant qu'une variété restreinte : il fait oublier l'interrogation réflexive sur notre condition d'être au monde, condition de dépendance et d'impuissance d'être "pro-jetés" malgré eux dans le temps et la mort, et qu'il faut traverser dans l'angoisse et la détresse avant de pouvoir la prendre en charge.

Ainsi. la science. comme forme suprême de la conscience rationnelle et absence de méditation sur l'essentiel incontournable de nos existences, et la technique comme forme suprême de l'action instrumentale, sont-elles solidaires, parce qu'elles ont finalement le même objectif, au-delà de la maîtrise nécessaire de la nature : celui de la "mise en sécurité absolue des choses" par la volonté de puissance. Ce sont deux procédés anti-vide et anti-angoisse, potentiellement anti-pensée. par bouclage récursif de l'action sur elle-même, sans autre but. à la limite. que le maintien d'un ordre et d'une sécurité par les choses et l'affirmation indéfinie de sa propre puissance ("Dépassement de la métaphysique". in *Essais et Conférences*, 1954) (2).

On commence à mieux voir, dans une telle perspective, contre quoi un certain emballement des techno-sciences peut aider à se défendre. On peut y voir aussi un début de réponse à la question que posait H.L. Dreyfus (dans *Intelligence Artificielle, mythes et limites*, 1972-1979) il y a déjà longtemps : "Mais qu'est-ce qui fait courir les sciences de l'artificiel ?". Devant la défaillance persistante de la rationalité scientifique à nous donner les raisons de la raison en général, et celles de vivre en particulier, les machines à représenter, en noyant la question dans la prolifération et la consommation de leurs réponses fragmentaires et opératoires à court terme, seraient les outils d'une métaphysique de l'objet de substitution et les instruments d'une défense générale contre l'angoisse d'ex-ister.

On comprend mieux aussi pourquoi, depuis les années cinquante, l'éducation qui est le lieu socialement institué de transmission des valeurs et des savoirs pour un "à venir" collectif, soit parmi les premiers demandeurs de la solution technique, et qu'elle persiste à l'être de la même façon, illusoire, en dépit de tous les déboires successifs. Non seulement en effet, les technologies de la représentation sont impossibles à ignorer puisqu'elles font de plus en plus partie de notre culture au quotidien, mais aussi, leur aspect cognitif et sophistiqué incite à croire qu'elles sont en mesure d'apporter au moins un semblant de réponse provisoire aux questions plus fondamentales et existentielles auxquelles, par ailleurs, la société dans son ensemble ne permet plus à l'école d'apporter de réponses.

"Le rituel technique s'accroît à mesure de la dégradation des objectifs", écrit J. Lacan (*Cinq leçons de psychanalyse*).

Avec le recul des années, la convergence nous paraît frappante entre l'analyse philosophique et l'analyse psychanalytique que l'on peut proposer de l'explosion actuelle des machines à représenter et des dérives pratiques auxquelles elles peuvent entraîner. Le repli narcissique du sujet hypertrophié sur lui-même, les tentatives d'occultation du manque et de la faille par les défenses de type obsessionnel, ainsi que le glissement fréquent de l'attitude de maîtrise à celle d'emprise, ne rencontrent-elles pas l'analyse de Heidegger et avec elle, la critique de la modernité menée par une certaine philosophie allemande depuis le début du siècle, y compris le S. Freud de *Malaise dans la civilisation* ?.

L'échec étonnant des machines à représenter en éducation

L'analyse peut paraître plutôt accablante. Et on ne voit pas, à première vue, quelle issue elle est en mesure de proposer, au-delà d'un scepticisme passablement démobilisateur, à un domaine d'activités aussi évidemment pragmatique et instrumental que celui des technologies éducatives. Pourtant, un tel décapage n'est pas uniquement négatif. Il est aussi la démarche, indispensable, de mise à distance critique qui peut permettre une modification de perspective et un virage épistémologique et pratique vers plus de réflexion et moins d'instrumentalité naïve en ce domaine. Et ceci à un moment critique.

Car il n'y a plus de doute actuellement : dans tous les pays industrialisés, les résultats de recherche et les bilans convergent, depuis le début des années quatre-vingt : l'introduction de l'ordinateur à l'école, d'une manière globale, n'est pas une réussite, pas davantage que ne l'avait été celle de l'audio-visuel dans les années soixante et soixante-dix. Les très nombreux succès locaux (liés à la rencontre exceptionnelle de talents, de moyens et de volontés) ne peuvent masquer l'incapacité de l'ordinateur à démontrer clairement sa supériorité en termes généraux de rapports coûts/rendements éducatifs. Trois constats de défaillance notoire apparaissent constamment : pauvreté des logiciels, manque de formation des enseignants et formateurs, disproportion entre investissements budgétaires énormes et résultats peu ou pas significatifs en termes d'apprentissage cognitif, d'innovation pédagogique ou d'orientation scolaire. Des deux ensembles de résultats positifs relevés pourtant, l'un va de soi (l'ordinateur est plus efficace pour l'enseignement de l'informatique) et les autres n'étaient pas prévus (pour des raisons opposées, l'ordinateur est plus nettement efficace avec des publics extrêmes, très doués ou médiocres, qu'avec les publics moyens). C'est dans les classes de l'école élémentaire, et dans un premier temps du moins, qu'il tend à améliorer non pas tant l'apprentissage cognitif et le transfert de savoir-faire que la collaboration entre élèves et le goût du travail scolaire ; dans les classes plus âgées, il favorise la capacité d'effort soutenu et de travail autonome, chez certains du moins).

L'aspect hétéroclite et souvent douteux, quant à la rigueur, des expériences et des méthodes de recherche, ne permet sans doute pas de tirer des conclusions absolues. Mais la convergence, depuis cinq ans, des résultats au plan éducatif international n'en reste pas moins frappante et en contradiction ouverte avec l'enthousiasme sans cesse renouvelé pour la dernière nouveauté technologique. Par ailleurs, cette désillusion générale ne se rencontre pas, ou pas avec cette évidence, dans le secteur de la formation professionnelle dans lequel publics adultes, objectifs, moyens budgétaires et impératifs, à court et moyen termes, sont sans commune mesure avec ceux de l'école. Et moins encore dans l'entreprise comme lieu de production et de gestion, où l'instrumentalité des machines à représenter trouve son terrain d'application et sa destination d'origine, quelles que soient les difficultés par ailleurs.

Il y aurait donc, peut-être, quelque chose de tout-à-fait spécifique dans le domaine éducatif, et dans l'enfant d'homme qui apprend, qui en ferait un lieu paradoxal, à la fois d'extrême demande et d'extrême résistance aux technologies contemporaines. Et ceci, en-deça de toute question de volonté politique des États. Quelque chose qui ferait de l'éducation le talon d'Achille et le révélateur des faiblesses des sociétés techno-scientifiques vouées à la pensée instrumentale et à la toute-puissance du faire. Car enfin comment expliquer autrement que malgré tous leurs efforts, des institutions consacrées à la transmission sociale des savoirs et au développement de la connaissance individuelle se retrouvent à la faire partout de plus en plus mal ? Et particulièrement à rendre dérisoires les plus belles des inventions cognitives des machines contemporaines ?

Les limites de la représentation par machine

Si, dans tous les pays industrialisés, le projet de la technologie médiatrice générale d'apprentissage semble faire long feu en l'état actuel et ressembler de plus en plus à un mythe, en éducation initiale du moins, c'est peut-être bien en raison d'une erreur de perspective de la part des planificateurs et des promoteurs : celle qui consiste à recourir aux machines à représenter non pas pour mieux penser avec, mais plutôt pour leur en déléguer la responsabilité et surtout, pour se dispenser d'être là. Or, la psychologie en donne depuis longtemps les raisons, il ne peut y avoir de médiateurs techniques efficaces en éducation, sans une médiation humaine prolongée et compétente de ces médiateurs. Car l'homme apprenant reste multidimensionnel par constitution, précisément construit à partir de ces Incontournables que M. Heidegger pose comme limites à la description scientifique et à l'instrumentalité technique, et qui sont l'affect, le langage, la nature et l'histoire : toutes, autant de composantes vécues comme totalités d'expérience par le sujet individuel qui les élabore et non pas comme objets abstraits maîtrisés de la science.

Pour reprendre une distinction de la linguistique, la "performance" en tant qu'acte concret d'apprendre déborde toujours les représentations et modélisations que la science peut en donner en tant que "compétence" ou état théorique de savoirs, ne serait-ce qu'en raison du nombre des interactions de variables en jeu. Tout comme l'homme politique, l'homme apprenant reste irréductible à l'homme tout-logique, tout-économique ou tout-opérateur que l'on simule sur machines, sur les seules dimensions cognitives ou gestionnaire-instrumentale de son activité. Le novice qui débute dans un champ nouveau de connaissances - qu'il soit enfant ou adulte - avant même de pouvoir structurer et conceptualiser efficacement ce champ inconnu, doit d'abord le pré-structurer au plan de l'intentionnalité. Il lui faut s'en élaborer tout autant le désir comme investissement d'énergie (motivation) que les raisons rationnelles (schèmes d'orientation cognitive générale). Or il se trouve que ces préstructurations, il est rarement en mesure de les établir tout seul, ni dans la seule jouissance d'un face à face avec une machine, parce qu'elles dépendent, pour leur mise en route, de références externes à l'individu : d'une référence et d'une identification à d'autres êtres humains, à la fois semblables et pourtant différents, capables de représenter positivement pour lui de "bonnes raisons" et un modèle enviable pour faire l'effort d'apprendre. Comme moteur du cognitif, le narcissisme mental, qu'il soit sollicité par l'image analogique ou le programme logique, atteint très vite ses limites, celles de l'usure (pour la plupart) ou de la pathologie (pour quelques uns).

Le surcroît d'intelligence et de savoirs apportés par les machines n'a donc aucune raison de simplifier la tâche des formateurs, et en formation initiale moins qu'ailleurs. Non seulement il exige de nouvelles compétences techniques longues à maîtriser, mais il déplace la fonction d'enseignement vers la réflexivité, l'interactivité et la stratégie multidimensionnelle, dimensions méta-cognitives encore plus difficiles à acquérir que les précédentes, en raison de leurs fortes composantes psycho et socio-affectives.

Il y aurait donc de bonnes raisons, en éducation, pour que les machines

contemporaines, quoi que plus proches que jamais des objets et objectifs traditionnels de l'école ne réussissent pas mieux actuellement : loin de simplifier la tâche des formateurs, elles la rendent plus complexe, plus lourde et plus coûteuse en efforts et en temps de formation. De plus, loin d'économiser ces formateurs, elles rendent leur présence plus nécessaire que jamais, car il faut assurer la prise en charge des dimensions, non techniquement traitables, de l'acte d'apprendre, dimensions que les machines contribuent à activer par leur incapacité même à les intégrer à l'intérieur de leurs propres systèmes de représentation.

La théorisation psychanalytique de l'"espace potentiel" et de l'"objet transitionnel" par D.W. Winnicott explicite les mécanismes inconscients de la structuration précoce des relations sujet/objet entre mère et enfant. Cette perspective peut éclairer l'interdépendance dynamique complexe, chez l'homme, des dimensions somato-psycho et socio-affectives en jeu dans l'élaboration des premières différenciations et structurations mentales (*Jeu et Réalité, l'Espace potentiel*, 1971). De même, le concept de "zone proximale" d'apprentissage chez L.S. Vygotsky, les travaux sur le développement des savoir-faire et l'interaction de tutelle entre adulte et enfant chez J.S. Bruner, ou l'interdépendance des variables de situation et de personnes dans l'apprentissage social par l'observation chez A. Bandura. Tous ces travaux montrent les limites des représentations cognitives qui se fonderaient uniquement sur la modélisation d'une compétence définie comme état abstrait de savoirs indépendamment des processus, hétérogènes, qui constituent et réalisent cette compétence en performance active d'un sujet physique en situation.

Les grandes difficultés rencontrées actuellement par les tutoriels intelligents (basés sur les méthodes et architectures des systèmes-experts de l'Intelligence Artificielle), pour construire des "modèles-élèves" satisfaisants qui ne soient ni ingérables à force de complexité, ni caricaturaux à force de simplicité, en sont une illustration. En voulant passer du "traitement de l'information" à celui des "connaissances" significatives pour l'individu réel, l'Intelligence Artificielle a franchi un pas gigantesque dans l'ambition de la simulation de l'intelligence humaine. Mais, ainsi que le reconnaissent tous les spécialistes, elle n'est pas au bout de ses peines !

Vers une rationalité "dégrisée" et une pédagogie de l'incertitude

Les technologies éducatives se trouvent donc actuellement dans une situation difficile. D'autant plus difficile qu'elle ne répondent pas aux attentes de la façon prévue. L'éducation ne peut plus continuer à les ignorer, puisqu'elles font partie de la culture au quotidien. Mais elle ne peut plus non plus continuer à entretenir à leur propos les illusions de la "solution technique" qui promet, vainement depuis quarante ans, qu'elle va simplifier, accélérer et améliorer les apprentissages généraux et économiser les coûts, les temps et les compétences nécessaires à la formation des enseignés et des enseignants.

Les bilans et recherches depuis les années quatre-vingt le montrent clairement maintenant : en éducation, la médiation technique ne peut pas être une économie en quoi que ce soit. Elle exige au contraire, sous peine de faillite, toujours plus de budgets, plus de formation, plus d'intelligence, plus de patience épistémologique et de pensée relativiste que ne le prétendent, depuis qu'elles existent comme objets de marché, les technologies de la représentation.

Par ailleurs, en l'état actuel, nos machines à représenter sont surtout des machines à mal représenter, on l'a vu, et ceci, autant du fait de leurs usages qu'en raison de leurs limitations propres. Peut-être en est-il très bien ainsi, après tout. Car c'est bien en partant du constat des limites et des défaillances constitutives des uns et des autres que l'on pourra, peut-être, saisir l'occasion de ce virage épistémologique et pratique que ni l'éducation, ni la pensée technologique, contrairement aux autres disciplines des sciences dites "dures", n'ont su prendre encore. Ce virage est celui, post-relativiste et post-quantique, d'une rationalité devenue enfin réflexive et acceptant de s'interroger sur ses propres conditions et ses propres limites. Une rationalité qui n'oublie pas ses origines et son enracinement dans le corps et l'affect, qui a cessé de s'enivrer de sa propre puissance, "dégrisée" et modeste parce qu'auto-critique et soucieuse des effets en retour de son expansion de puissance. Une rationalité finalement plus réaliste parce que moins dogmatique quant aux définitions du réel et des relations entre sujet et objet de la connaissance, qu'elle est en mesure de donner.

Seule une rationalité de ce type sera capable, semble-t-il, de produire la pédagogie différente, adaptée aux relations hypercomplexes entre hommes et automates, dont nous avons besoin pour demain. Cette pédagogie ne pourra être que celle, non pas tant du scepticisme que de l'incertitude. Une pédagogie "météorologique" en quelque sorte, où la connaissance des grandes lois générales n'empêche jamais l'imprévisible au plan local, et où le calcul des équations ne fait pas mépriser pour autant la grenouille dans son bocal. Une pédagogie elle-même relativiste et technologiquement "dégrisée". La maîtrise instrumentale abstraite des choses n'y serait qu'une forme, de rapport au monde parmi d'autres, n'entraînant plus ni rejet ni fascination, car ne cherchant plus à liquider dans la toute-puissance du faire, les "Incontournables" qui nous constituent dans notre spécificité d'humains vivants, somato-affectivo-socio-cognitifs et... méta-physiques.

La résistance persistante des institutions éducatives aux technologies, même à celles qui leur sont les plus proches, ne peut pas être le seul fruit du hasard ni celui de quelque inertie coupable, attribuable au seul vieillissement d'un système éducatif. Au-delà de tous les particularismes nationaux, la convergence internationale des constats dans tous les pays industrialisés (sauf le Japon ! ?), montre assez qu'il s'agit d'un "fait de société". On peut y voir un signe de plus de ce "Malaise dans la civilisation" dont S. Freud analysait déjà les origines dans des exigences contradictoires de contraintes et de liberté, au début des années trente. On peut y voir aussi le symptôme d'un autre conflit et d'une faille, aussi bien de la part de la rationalité techno-scientifique qui produit les innovations, que de la part des systèmes éducatifs qui ne parviennent pas à les intégrer : le symptôme d'une difficulté croissance, de la part de

nos sociétés sur-accéléérées, à prendre en charge et à gérer, pour le plus grand nombre, les retombées sociales de leur évolution.

Il nous semble en tous cas, personnellement, que c'est bien en s'installant à l'intérieur même des pratiques de la représentation par machines que l'on peut se donner les moyens de mieux comprendre et évaluer son projet de modélisation universelle de la connaissance et de mieux résister, éventuellement, à son emprise et à sa séduction.

Si l'on pouvait risquer une prophétie pour terminer, ce serait celle-ci : il est prévisible, avec l'exposition actuelle des technologies mentales, que la grande question des prochaines décennies sera celle de nos rapports, à travers elles, à la volonté de puissance intellectuelle. Le grand enjeu sera alors celui des limites du prix que nous consentirons à payer en termes de complexité, de contraintes et d'exclusions sociales et psychiques toujours plus lourdes en tous domaines, pour maintenir le cours de son expansion.

Monique LINARD

(1) Cet itinéraire de recherche a été établi à partir de la note de soutenance de thèse d'Etat de l'auteur.

(2) L'adhésion pronazie de Heidegger au début des années trente et son silence obstiné sur le sujet jusqu'à sa mort restent l'une des énigmes les plus accablantes de l'histoire de la philosophie. Peut-être a-t-il succombé, comme bien d'autres esprits moins puissants que lui, à la fascination esthétique des célébrations de masse colossales et des mises en scène lyrico-viscérales du national-socialisme.

REPÈRES BIBLIOGRAPHIQUES (PAR THÈMES ET CHRONOLOGIQUEMENT)

Ce symbole (●) signale les ouvrages qui ont particulièrement marqué cet itinéraire

1 • LINGUISTIQUE

SAUSSURE (F. de) (1916). *Cours de linguistique générale*, édition critique de Tullio de Mauro. Paris, Payot, 1972.

BLOOMFIELD (L.) (1933). *Language*, New-York, Holt.

HJELMSLEV (L.) (1943). *Prolégomènes à une théorie du langage*, trad. française. Paris, Editions de Minuit, 1968-1971.

- JAKOBSON (R.) (1963). *Essais de linguistique générale*, Paris, Editions de Minuit.

- BENVENISTE (E.) (1966). *Problèmes de linguistique générale*, Paris, Gallimard, t. I, t. II : 1974.
- MARTINEZ (A.) (1960). *Éléments de linguistique générale*, Paris, A. Colin.
- CHOMSKY (N.) 1957). *Structures syntaxiques*, traduction française, Paris, Seuil. 1969.
- CHOMSKY (N.) (1965). *Aspects de la théorie syntaxique*, traduction française, 1971.
- CHOMSKY (N.) (1975). *Réflexions sur le langage*, traduction française, Paris, Flammarion, 1981.
- GREIMAS (A.J.) (1966). *Sémantique structurale*, Paris. Larousse puis PUF. 1986.
- AUSTIN (J.L) (1962). *Quand dire c'est faire*, traduction française. Paris, Seuil, 1970.
- SEARLE (J.R.) (1972). *Les Actes de langage. essai de philosophie du langage*, traduction française, Paris. Hermann. 1972.
- HAGEGE (C.) (1985). *L'Homme de Paroles, contribution linguistique aux sciences humaines*, Paris, Fayard.

2 • SEMIOLOGIE DE L'IMAGE

- PEIRCE (C.S.) (1932). *Collected Papers*. traduction française *Ecrits sur le signe*, Paris. Seuil. 1978.
- BARTHES (R.) (1964). "Éléments de Sémiologie", "Rhétorique de l'Image". *Communications*, n^o 4, Seuil.
- BARTHES (R.) (1966). "Introduction à l'analyse structurale des récits". *Communications*, n^o 8, Seuil.
- BARTHES (R.) (1967). *Le système de la mode*, Paris. Seuil.
- BARTHES (R.) (1970). *L'empire des signes*. Paris. Flammarion.
- BARTHES (R.) (1980). *La Chambre Claire, note sur la photographie*, Paris, Cahiers du Cinéma, Gallimard - Seuil.
- ECO (U.) (1962). *L'oeuvre ouverte*, traduction française, Paris, Seuil, 1965.
- ECO (U.) (1968). *La structure absente*. traduction française. Paris, Mercure de France, 1972.
- METZ (C.) (1970). "Au-delà de l'analogie, l'image", "Images et pédagogie", in *Communications*, n^o 15, Paris, Seuil.
- METZ (C.) (1971). *Langage et Cinéma*. Paris, Larousse.
- METZ (C.) (1968-1972). *Essais sur la signification au cinéma*, 2 tomes, Paris, Klincksieck.

- METZ (C.) (1977). *Le signifiant imaginaire, Psychanalyse et cinéma*. Paris, UGE 10/18.
- WILDEN (A.) (1972) *Systèmes et structures*, Traduction française, Paris, 1980.
- VAN LIER (H.) (1980). *L'Animal Signé*, A. de Vischer. Belgique.

3 • PSYCHANALYSE

- FREUD (S.) (1900). *L'interprétation des rêves*, traduction française, Paris, PUF, 1967.
- FREUD (S.) (1901). *Psychopathologie de la vie quotidienne*, traduction française, Paris, Payot, 1972.
- FREUD (S.) (1905). *Le mot d'esprit et ses rapports avec l'inconscient*, traduction française, Paris, Gallimard, 1971.
- FREUD (S.) (1915) *Métapsychologie*, traduction française. Paris, Gallimard, 1952.
- FREUD (S.) (1926). *Inhibition, Symptôme, Angoisse*, nouvelle traduction française, Paris, PUF, 1965.
- FREUD (S.) (1930). *Malaise dans la civilisation*, traduction française. Paris, Denoël, 1934.
- KLEIN (M.) (1957). *Envie et gratitude*. traduction française, Paris. Gallimard, 1968.
- KLEIN (M.). *L'Amour et la haine*, traduction française. Paris, Payot, 1975.
- WINNICOTT (D.W) (1950-70). *De la pédiatrie à la psychanalyse*, traduction française, Paris. Payot. 1975.
- WINNICOTT (D.W) (1971). *Jeu et réalité. L'espace potentiel*, traduction française, Paris. Gallimard. 1975.
- LACAN (J.) (1966). *Ecrits*, Paris, Le Seuil.
- LACAN (J.) (1973). Le Séminaire, Livre XI. *Les quatre concepts fondamentaux de la psychanalyse*, 1964, Paris, Seuil.
- WATZLAWICK, HELMICK BEAUIN, JACKSON (1967). *Une logique de la communication*, traduction française, Paris, Seuil, 1972.
- ANZIEU (D.) (1971). "Le Corps et le code dans les contes de Borgès", *Nouvelle Revue de Psychanalyse*, n°3, Gallimard.
- ANZIEU (D.) (1974). "Le Moi. Peau", *N.R.P*, n°9, Gallimard.
- ANZIEU (D.) (1976). "L'Enveloppe sonore du moi", *N.R.P* n°13, Gallimard.
- ANZIEU (D.), GORI (R.) et al. (1977). *Psychanalyse et langage : du corps à la parole*. Paris, Dunod.

- AULAGNIER (P.) (1975). *La Violence de l'interprétation : du pictogramme à l'énoncé*. Paris, PUF.
- GREEN (A.) (1983). *Narcissisme de vie, narcissisme de mort*, Paris, Editions de Minuit.
- GREEN (A.) (1983). "L'Homme machinal", *Le temps de la réflexion*, IV, Gallimard.

4 • PSYCHOLOGIE COGNITIVE

- PIAGET (J.) (1926). *La représentation du monde chez l'enfant*, Paris, Alcan.
- PIAGET (J.) (1937). *La construction du réel chez l'enfant*, Delachaux-Niestlé.
- PIAGET (J.) (1945). *La Formation du symbole chez l'enfant*. Delachaux-Niestlé.
- PIAGET (J.) (1947). *La Psychologie de l'intelligence*, Paris, A. Colin.
- WALLON (H.) (1945). *Les Origines de la pensée chez l'enfant*, Paris, PUF.
- WALLON (H.) (1946). "Le Rôle de l'autre dans la conscience du moi", *Enfance*, n° spécial 3.4 mai-octobre, 1969.
- WALLON (H.) (1954). "Kinesthésie et image visuelle du corps propre", *Enfance*, n° spécial 3.4. mai-octobre 1969.
- BRUNER (J.S.), GOODNOW (J.J.), AUSTIN (G.A.) (1956). *A Study of Thinking*, New York, Wiley.
- BRUNER (J.S) (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Harvard U.P., Cambridge Mass.
- BRUNER (J.S) (1983). *Savoir faire, savoir dire, le développement de l'enfant*, traduction française, Paris, PUF.
- WITKIN (H.A.), GOODENOUGH (D.R) (1981). *Cognitive Styles : essence and origins*. New York, International University Press.
- DENIS (M.) (1979). *Les Images mentales*, Paris, PUF.
- HUTEAU (M.) (1985). *Les Conceptions cognitives de la personnalité*, Paris, PUF.
- GARDNER (H.) (1985) *The Mind's New Science : a history of the cognitive revolution*. New York, Basic Books.
- DREVILLON (J.), HUTEAU (M.), LONGEOT (F.) (1985) *Fonctionnement Cognitif et Individualité*, Bruxelles, Mardaga.
- BONNET (C.), HOC (J.M), TIBERGHEN (G.) (1986). *Psychologie, intelligence artificielle et automatique*. Bruxelles, Mardaga.

5 • PHILOSOPHIE - EPISTEMOLOGIE

- ADORNO (Th.) (1947). *Dialectique de l'Aufklärung*, traduction française.
- ADORNO (Th.) (1951). *Minima Moralia : réflexions sur la vie mutilée*, traduction française, Paris, Payot, 1980.
- HEIDEGGER (M.) (1954). "La question de la technique", "Science et méditation", "Qu'est-ce-que penser ?", "Au-delà de la métaphysique", dans *Essais et conférences*, traduction française, Paris, Gallimard, 1958.
 - MUMFORD (L) (1967). *Le Mythe de la machine*, traduction française, Paris, Fayard, 1974.
 - HABERMAS (J.) (1968). *La Technique et la science comme idéologies*, traduction française, Paris, Denoël Gallimard, 1973.
 - MORIN (E.) (1973). *Le Paradigme perdu : la nature humaine*, Paris, Seuil.
 - MORIN (E.) (1980). *La Vie de la vie*, Paris, Seuil.
 - MORIN (E.) (1982). *Science avec conscience*, Paris, Fayard.
 - BAUDRILLARD (J.) (1972). *Pour une critique de l'économie politique du signe*, Paris, Gallimard, Tel.
 - BAUDRILLARD (J.) (1976). *L'Echange symbolique et la mort*, Paris, Gallimard, NRF.
 - LYOTARD (J.F.) (1971). *Discours Figure*, Paris, Klincksieck.
 - LYOTARD (J.F.) (1979). *La Condition post-moderne*, Paris, Minuit.
 - LYOTARD (J.F.) (1986). *Le Post-moderne expliqué aux enfants*, Paris, Galilée.
 - CASTORIADIS (C.) (1978). *Les Carrefours du labyrinthe*, Paris, Seuil.
 - ELLUL (J.) (1979). *La Société technicienne*, Calmann-Lévy.
 - SERRES (M.) (1980). *Le Passage du Nord-Ouest*, Paris, Editions de Minuit.
 - ROQUEPLO (P.) (1983). *Penser la technique : pour une démocratie concrète*, Paris, Seuil.
 - POPPER (K.) (1982). *L'Univers irrésolu. Plaidoyer pour l'indéterminisme*, traduction française, Paris, Hermann, 1984.
 - ESPAGNAT (B. d') (1985). *Une incertaine réalité : le monde quantique, la connaissance et la durée*, Paris, Gauthier-Villars.
 - ATLAN (H.) (1979). *Entre le cristal et la fumée, essai sur l'organisation du vivant*, Paris, Seuil.
 - ATLAN (H.) (1986). *A tort et à raison, intercritique de la science et du mythe*, Paris, Seuil.
 - LEVY (P.) (1987). *La Machine Univers, création cognitive et culture informatique*, Paris, La Découverte.

6 • TECHNOLOGIES ET ENSEIGNEMENT

SKINNER (J.B.) (1965). *La Révolution scientifique de l'enseignement*, traduction française, Bruxelles, Ch. Dessart, 1968.

TALYZINA (N.F.) (1980). *De l'enseignement programmé à la programmation des connaissances*. Perspectives Soviétiques, traduction française, Presses Universitaires de Lille.

- PAPERT (S.) (1980). *Jaillissement de l'esprit : ordinateurs et apprentissage*. traduction française, Flammarion, 1981.

7 • INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET SCIENCES COGNITIVES

FEIGENBAUM (E.), FELDMAN (J.) éd. (1963). *Computers and Thought*, New York, Mac Graw Hill.

NEWELL (A.), SIMON (H.). *Human Problem Solving*. Prentice Hall. Englewood Clifts, N.J.

NEISSER (U.) (1967). *Cognitive Psychologie*. N.Y. Appleton Century Crofts.

NEISSER (U.) (1976). *Cognition and Reality*. San Francisco. Freeman.

FEIGENBAUM (E.), Mc CORDUCK (P.) (1983) *La Cinquième génération*. traduction française, Paris, Interéditions, 1984.

- DREYFUS (H.L.) (1972-1979). *Intelligence artificielle : mythes et limites*. traduction française, Paris, Flammarion, 1984.

BODEN (M.) (1977). *Artificial Intelligence and Natural Man*. New York. Basic Books.

- SCHANCK (R.C.) ABELSON (P.) (1977). *Scripts, Plans, Goals and Understanding, Teaching from the perspective of Artificial Intelligence*. Hillsdale, N.J. Lawrence Elbaum.

- WEIZENBAUM (J.W.) (1976). *Puissance de l'ordinateur et raison humaine*. traduction française. Paris. Editions de l'Informatique, 1981

LINDSAY (Ph.). NORMAN (D.A.) (1977). *Traitement de l'information et comportement humain, une introduction à la psychologie*, traduction française, Montréal. Etudes Vivantes, 1980.

- HOFSTADTER (D.) (1979). *Gödel, Escher, Bach, les Brins de d'une guirlande éternelle*, trad. française, Paris, 1985.

MICHALSKI (S.), CARBONELL (J.G.), MITCHELL (T.M) (1984). *Machine Learning, an Artificial Intelligence Approach*. Springer-Verlag. Berlin, N.Y. Tokyo.

BONNET (A.) (1984) *L'Intelligence artificielle : promesses et réalités*, Paris. Interéditions.

- ROSE (F.) (1984). *L'Intelligence artificielle : histoire d'une recherche scientifique*, traduction française, Paris, Payot. 1984.

- GARDNER (H.) (1985). *The Mind's New Science, a History of the Cognitive Revolution*, New York, Basic Books.
- QUEAU (P.) (1986). *Eloge de la simulation*, Paris, Champ Vallon, INA.
- ARSAC (J.) (1987). *Les Machines à penser*, Paris, Seuil.

8 • *ETUDES SUR LES EFFETS DE L'INTRODUCTION
DE L'ORDINATEUR A L'ECOLE*

- SIMON (J.C.) (1981). *L'Education et l'informatisation de la société*, Annexe II : les expériences par pays, la Documentation Française, Paris.
- RUSHBY (N.J.) (1983). *Computer Based Learning : state of the Art Report*, Maidenhead, Pergaman, Infotech.
- CHEN (M.C), PAISLEY (W.) eds (1985). *Children and microcomputers : research in the newest medium*, Beverley Hills, U.S., Sage.
- PEA (R.D), KURLAND (D.M.), HAWKINS (J.) (1985). "Logo and the development of planning skills", in CHEN (M.C.), PAISLEY (W.) eds (1985).
- CRAHAY (M.) (1987). "Logo, un environnement propice à la pensée procédurale", *Revue Française de Pédagogie*, n°80, juillet-août-sept. 1987.
- DUBUC (L.) (1987) : "E.A.O. en Amérique du Nord", intervention au colloque *EAO 87*. Cap d'Adge. France. Mars 1987, Synthèse d'enquêtes nationales menées aux USA (University Johns Hopkins de Baltimore. et au Canada par l'Alberta et le Québec.
- THOUIN (C.) (1987) "Les mesures de l'impact de l'EAO", *Formation et Prospective*, n°3, juin 1987.
- VITALE (B.) (1987). "Computers and Education : main themes and a guide to the literature", Document de travail pour la *Conférence Internationale sur L'Education du 2ème Congrès Mondial Basque de Bilbao*, oct. 1987.