

ENJEUX ET DILEMMES DE L'ÉCONOMIE COGNITIVE *

Bernard PAULRE

MATISSE – I.S.Y.S.

U.M.R. Université Paris 1 – C.N.R.S. n° 8595

Résumé

Le thème de l'information et de la connaissance est relativement récent en économie. Nous retraçons historiquement son émergence et nous présentons les théorisations proposées initialement. Non pas par souci de rappeler les éléments d'une histoire d'ailleurs pas encore écrite, mais simplement pour rappeler les questionnements qui sont à l'origine des problématiques existantes.

Nous abordons deux problèmes. D'une part celui de savoir en quoi pourrait consister un programme de recherche en « économie cognitive ». D'autre part nous posons la question de savoir sur la base de quel modèle épistémique les économistes peuvent aborder le thème de l'information et de la connaissance. Nous opposons, ce qui est banal dans le domaine de sciences cognitives, et qui l'est beaucoup moins en économie, le paradigme computationniste et le paradigme connexionniste.

Grosso modo, le paradigme computationniste s'articule bien avec le courant orthodoxe ainsi qu'avec sa forme amoindrie qui est le paradigme néo-rationaliste Simonien. Simon est d'ailleurs l'un des pères fondateurs du computationnisme. Nous critiquons plus particulièrement les axiomes de la logique épistémique telle qu'elle se manifeste aujourd'hui en théorie des jeux et sur la base de laquelle B. Walliser prétend fonder un programme de recherche en économie cognitive. Par contre, on peut s'interroger sur la façon dont pourrait se manifester le paradigme connexionniste en économie. Nous montrons dans ce papier que la théorie évolutionniste de la firme selon Nelson et Winter constitue en fait, sans que les auteurs semblent en avoir conscience, une bonne illustration de l'approche connexionniste en économie.

L'émergence et le développement rapide de ce qu'on appelle aujourd'hui l'économie cognitive peuvent paraître surprenants pour au moins deux raisons. D'abord parce que les notions d'information et de connaissance semblent consubstantielles à l'économie. Si bien que, si on laisse de côté le débat sur la planification et l'économie de marché (F. Taylor, 1929 ; F. Hayek (ed.), 1935 ; O. Lange, 1935) ¹, on peut légitimement s'étonner qu'il ait fallu attendre les années soixante pour que les premiers articles traitant directement de la question de l'économie de l'information soient publiés.

Ensuite parce que le développement de la cybernétique et de la théorie de la communication survient au cours des années 40-50. De sorte que l'on se serait attendu à ce qu'au cours des années

* Une première version de ce papier a été présentée à la conférence ACSG de novembre 2001 à Rennes. Une seconde version, en anglais, va être publiée très prochainement dans un ouvrage collectif édité chez Kluwer. La présente version, qui est une amélioration de la version de novembre 2001 servira de base à la conférence du 23 janvier 2003 faite dans le cadre du séminaire pluridisciplinaire annuel de l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). La conférence pourra néanmoins s'écarter du plan ici suivi et privilégier quelques uns des aspects abordés.

cinquante et soixante un certain nombre d'économistes fassent écho à ces nouvelles sciences dont l'impact sur d'autres disciplines fut très important. Or il n'en a rien été. La cybernétique aura eu quelques retombées au travers de modèles d'inspiration keynésienne développés dans le langage de la théorie du contrôle par quelques ingénieurs (A. Tustin, 1954). Et la manifestation la plus remarquable mais isolée sera celle d'O. Lange qui écrivit un ouvrage consacré à une approche cybernétique de l'économie (O. Lange, 1964).

Pour l'essentiel, comme nous allons le voir, et en simplifiant, c'est essentiellement dans les années 70 que le thème de l'information va tendre à devenir un objet de préoccupation important en économie. Cependant, cette préoccupation s'inscrira la plupart du temps dans la perspective d'une étude de marchés à information imparfaite d'inspiration néo-classique si bien que les conditions dans lesquelles les agents s'informent, au plan cognitif ou psychologique n'y sont pas véritablement prises en compte. Ce sont les conséquences du manque d'information qui sont étudiées, à partir le plus souvent d'une hypothèse d'anticipation rationnelle, plutôt que les conditions dans lesquelles les agents, par apprentissage ou d'une autre manière, peuvent accroître leur information. Finalement, c'est au cours des années quatre-vingt que l'on assiste au développement d'approches réservant une part significative à l'apprentissage, à la connaissance et aux croyances sous des formes moins triviales et sans doute plus difficilement compatibles avec le corpus néoclassique walrasien.

Notre ambition est ici de fournir quelques éléments de réflexion sur la notion et le projet d'une économie cognitive. Compte tenu du niveau de développement atteint dans ce domaine aujourd'hui, la période semble en effet propice à une réflexion sur le sens et la portée de ces évolutions. Peut-on parler d'une sous-discipline baptisée « économie cognitive » ? Peut-on aller jusqu'à proposer un programme de recherche nouveau, à l'instar de ce que furent les *sciences cognitives* dans les années soixante dix, et accepter la direction dans laquelle nous invite à nous engager B. Walliser (2000) ? Si cette perspective semble raisonnable, quels sont les axes ou les principes essentiels à partir desquels pourraient se fédérer ceux qui se reconnaîtraient dans un tel projet ? Telles sont les questions que nous allons aborder.

Nous mesurons l'ampleur du sujet. Autant que son caractère stratégique. C'est dire que nous avancerons prudemment. Mais si, comme l'énonce K Popper, une conjecture est féconde à la mesure des risques que l'on prend, alors acceptons-en l'augure et prenons quelques risques.

Notre démarche va être la suivante. Nous allons d'abord revenir sur l'émergence progressive de la réflexion sur l'information et la connaissance en économie afin d'identifier les thématiques autour desquelles semble s'être structuré historiquement en tout ou partie le champ de l'économie cognitive (section I). Cela nous permettra d'explicitier certains des enjeux théoriques d'un programme de recherche futur en économie cognitive. Puis nous distinguerons deux types de dilemmes. D'abord ceux

¹ En fait il faut remonter à Barone (1908) et à Pareto (1897) pour repérer les premiers éléments de ce débat.

que nous appelons les dilemmes externes (section II), qui sont en amont de la définition même de la notion d'économie cognitive. Ce sont les dilemmes que soulève l'objectif de délimiter un champ ou un programme de recherche baptisé « économie cognitive ». Après avoir traité de ces dilemmes nous tracerons les contours de ce que pourrait être un programme de recherche en économie cognitive (section III). Nous pourrions alors aborder les dilemmes internes (section IV). Ce sont ceux qui, une fois défini ou esquissé le programme de recherche, nourrissent et éclairent le débat sur les options qui s'offrent dans le domaine. Un programme de recherche en économie cognitive ne signifie pas en effet une théorie ou une doctrine unifiée. On l'a bien vu avec le développement des sciences cognitives. Il s'agit d'une orientation générale susceptible de fédérer et de rassembler des chercheurs qui ne partagent pas nécessairement les mêmes options de base, thématiques ou méthodologiques, même si leur domaine de recherche est le même.

I - L'économie de l'information et de la connaissance. Bref panorama et enjeux.

Il est difficile de dater l'avènement de l'économie cognitive. D'une part il y a le mot. Et, de l'autre, il y a l'esprit ou l'idée, c'est-à-dire les premières manifestations d'un intérêt prononcé pour l'étude de la place de l'information et de la connaissance dans les comportements et le fonctionnement de l'économie. Si l'on accorde une certaine importance aux signes institutionnels, nous pouvons citer quelques dates clés :

- 1965 : apparition du thème dans le programme de la conférence annuelle de l'American Economic Association
- 1971 publication du premier recueil de textes sur la question (*Economics of Information and Knowledge*) publié par D. M. Lambertson.
- 1976 : introduction de la notion d'information dans l'index des revues économiques de l'American Economic Association.

D'autres dates pourraient être citées. Mais il nous semble plus intéressant d'identifier les thèmes et les démarches qui constituent ce que, en un sens vague pour le moment, nous appelons l'économie de l'information et de la connaissance, et d'en esquisser la chronologie. Centrons notre attention, pour cela, sur la période qui s'étend des années 50 au début des années 80, période que l'on a quelques raisons de privilégier¹. On peut recenser une série de travaux, que nous proposons de regrouper par

¹ La période que nous découpons est bornée : d'un côté par la période de l'immédiat après guerre au cours de laquelle apparaît la « première » cybernétique, dont on aurait toutes les raisons de penser, qu'elle a contribué d'une certaine façon, à modifier le sens donné à un certain nombre de phénomènes (ce qui n'est pas vrai chez les économistes) et, de

thème voire par « vague » dans la mesure où apparaissent certaines concentrations ou coïncidences historiques. Nous ne prétendons pas présenter ici un survol exhaustif du domaine. Notre propos vise uniquement à donner une idée de son périmètre et de ses thèmes caractéristiques. Il s'agit de donner une idée de l'ensemble des phénomènes de nature informationnelle et cognitive auxquels s'intéressent les économistes et qu'un programme de recherche en économie cognitive doit être en mesure d'aborder.

Bien évidemment, en limitant notre enquête à la période 1950-1980, nous ne voulons pas suggérer que les questions de connaissance étaient totalement absentes des préoccupations des économistes auparavant. Ainsi :

- La division du travail, dès le début, suscite des interrogations sur le développement de la connaissance et de l'intelligence qu'elle dénote ou, au contraire, qu'elle limite (A. Smith, 1776 ; A. Ferguson, 1783 notamment)
- Le thème de la relation entre structure d'information et organisation est abordé par F. Knight dans les années 30 (1933).
- La question de la taille optimale de l'entreprise en relation avec la capacité cognitive à planifier, thème central de la théorie de Penrose (cf. ci-dessous), est abordée dès 1934 par N. Kaldor et A. Robinson.
- Le rôle de l'information dans la structure et l'équilibre des marchés est abordé en plusieurs occasions : à propos de la concurrence monopolistique et du rôle de la publicité (E. H. Chamberlin, 1933) ; dans le cadre de la théorie de l'oligopole qui met en avant les problèmes d'anticipations croisées entre oligopoleurs (cf. W. Fellner, 1949).
- La réflexion d'Hayek sur la connaissance distribuée s'amorce à la fin des années trente, à l'occasion du débat sur la planification socialiste, déjà évoqué.

Tous ces éléments constituent cependant un ensemble très dispersé, jamais exploité systématiquement. C'est pourquoi nous préférons considérer que l'histoire du domaine est inaugurée au début des années 50. C'est à partir de cette période que l'on voit poindre les principaux *phylum* constitutifs du champ, qui préfigurent les recherches actuelles dont nous allons également signaler quelques orientations.

l'autre, par une période qui voit se développer considérablement le courant évolutionniste, dans lequel l'aspect cognitif occupe une place centrale, les théories de la croissance endogène et des approches plus macro-économiques des économies dites « fondées sur la science » ou sur la connaissance. Autrement dit, il nous semble qu'à partir des années quatre-vingt l'importance de l'économie « cognitive » devient trop triviale pour être illustrée ou devoir être démontrée.

Les années 50 et le phylum de la théorie de l'entreprise

- de 1950 jusqu'à 1953 on assiste à un débat sur le principe de maximisation du profit. Celui-ci tourne autour de la question du réalisme des hypothèses et s'inscrit dans le prolongement des enquêtes d'Oxford sur le comportement des responsables d'entreprises. Les termes du débat sont, en 1950, renouvelés par A. Alchian qui, le premier, invoque l'argument de la sélection naturelle pour justifier sinon la maximisation, du moins la recherche constante du profit. C'est M. Friedman qui exploitera en 1953 l'argument pour justifier le principe de maximisation. Nous revenons ici sur ce débat parce que c'est à partir du travail de S. Winter publié en 1964, qui en présente à la fois une synthèse et un prolongement magistral, que seront publiés un ensemble d'articles qui conduiront, en 1982, à la publication de l'ouvrage clé de R. Nelson et S. Winter promoteur de l'évolutionnisme contemporain en économie. Cet ouvrage place au centre de l'analyse de l'entreprise, sinon pour la première fois, du moins de façon essentielle, la notion de routine qui constitue le lieu où « la connaissance réside ». Ce sont les routines qui remplissent en effet la fonction de rétention qui est, dans le paradigme de la sélection naturelle, l'une des trois fonctions constitutives de la sélection (avec la sélection proprement dite et la mutation). Selon Nelson et Winter les « organisations se souviennent en agissant » et les routines « constituent la plus importante forme de stockage des connaissances spécifiques opérationnelles des organisations » (p. 99). L'histoire qui va ainsi de 1950 à 1982, constitue l'un des vecteurs essentiels de l'émergence progressive d'une approche cognitive des entreprises. Mais il n'est pas le seul car E. T. Penrose, qui était intervenue dans le débat des années 50 pour contester l'analogie naturaliste à laquelle on soumettait l'entreprise, va également, par une voie toute différente, proposer et développer une approche de l'entreprise réservant une part importante à la dimension cognitive.

- C'est en 1959 que E. T. Penrose publie son ouvrage fameux sur la théorie de la croissance de la firme, issu de sa thèse préparée sous la direction de F. Machlup. Elle part du principe, original dans le contexte de la théorie micro-économique de l'époque ¹, que l'entreprise doit être abordée comme « un centre administratif autonome de planification », qu'il s'agit à la fois d'une organisation et d'un ensemble de moyens de production. Dans la mesure où, rappelle Penrose, ce ne sont jamais les ressources elles mêmes qui constituent ce qu'on appelle les facteurs de production, mais les services qu'elles peuvent rendre, elle est conduite à poser que l'activité productive dépend de son « potentiel productif, lequel comprend toutes les possibilités de production dont les entrepreneurs ont connaissance et dont ils peuvent tirer parti ». A partir de là, toute la théorie que développe Penrose repose sur ce qu'il nous semble justifié d'appeler une conception cognitive de l'entreprise. L'une des manifestations parmi les plus notables de cette approche est constituée par le fameux théorème de

Penrose sur les limites à la croissance de la firme. Qui dit, en bref, que le taux de croissance de la firme est limité par la capacité cognitive des cadres à planifier. L'apprentissage est présent dans la théorie de Penrose. Si le concept est utilisé essentiellement à propos de l'apprentissage des fonctions de la direction générale, il est aussi présent au travers de l'analyse des processus internes à l'entreprise par lesquels se créent de nouveaux services productifs. La vision Penrosienne de la croissance de l'entreprise est ainsi intimement dépendante de l'extension progressive des services productifs, de la création de surplus et du potentiel subjectif de croissance. Facteurs qualitativement et quantitativement déterminés par l'expérience. Le courant dit de la « théorie des ressources », qui occupe une place centrale dans l'évolutionnisme contemporain, a son origine dans les analyses de Penrose (R. Durand et B. Quelin, 1999). Certains développements relatifs à la stratégie des entreprises (H. I. Ansoff, 1965 ; P. Drucker, 1965; G. Hamel et C. K. Prahalad, 1990) y ont également manifestement leurs racines.

- Au même moment que Penrose, à partir d'un point de départ analogue (l'entreprise vue comme organisation), se développe l'approche néo-rationaliste des organisations, inspirée par les travaux fondateurs de Simon et dont les deux ouvrages clés furent publiés en 1958 et en 1963. Dans l'ouvrage de Cyert et March (1963), l'orientation organisationnelle est plus radicale que chez Penrose car l'aspect « productif » de l'entreprise disparaît. Seule subsiste une vision de l'entreprise comme système de décision et de résolution de problèmes. Par contre, on y trouve une vision enrichie par la prise en compte des conflits ou des divergences sur les objectifs de la firme ². L'approche est décisionnelle et dynamique. L'apprentissage y occupe une place importante, différente toutefois de celle qu'elle occupe chez Penrose car relatif aux décisions et non aux activités et aux services productifs. Si l'innovation (au sens large, pas nécessairement technologique) est présente dans l'ouvrage de March et Simon, elle est par contre absente de celui de Cyert et March. Le premier ouvrage s'appuie explicitement sur une conception de l'organisme humain « comme un système complexe d'échange d'information (*information-processing*) ». Dans le second la théorie, présentée d'abord sous forme verbale, se prolonge par un modèle informatique simulant un modèle général de prise de décision en matière de prix et de quantité, modèle représentant le processus résolutoire attribué aux entreprises.

La fin des années 50 et l'émergence de la théorie micro-économique de l'innovation et du changement technique.

Entre 1958 et 1962 sont publiés plusieurs articles fondamentaux sur la R&D et l'économie de la connaissance :

¹ Ce thème était présent déjà chez C. Barnard et chez H. A. Simon mais n'avait pas encore véritablement pénétré le milieu des économistes.

² Cet enrichissement disparaît dans la théorie de Nelson et Winter suite à l'hypothèse de trêve. Ce qui traduit bien le recul que représente à certains égards cette théorie par rapport aux théories de la firme des années soixante et soixante-dix. Mais cela peut se justifier par la différence de niveau d'analyse.

- Dans l'un des premiers articles sur le sujet, R. Nelson (1959) pose la question de la quantité de ressources qu'un pays doit consacrer à la recherche scientifique, qu'il définit comme « une activité humaine tournée vers l'avancement de la connaissance, laquelle est, sommairement, de deux types : les faits et les données tirées d'expériences reproductibles., et les théories et relations entre les faits ». Il soulève le problème des externalités qui créent un écart entre le rendement marginal privé et le rendement marginal social de la recherche de base. Il observe que le coût marginal social de l'usage d'une connaissance déjà existante est nul, d'où la nécessité « d'administrer la connaissance comme un pool commun librement accessible »¹. La même question abordée par K. Arrow en 1962 dans un article théorique fondamental (1962a), débouche sur la démonstration que l'incitation à inventer dans un contexte concurrentiel est supérieure à l'incitation dans un contexte monopolistique, mais qu'elle est inférieure ou égale au rendement social de l'invention, d'où l'opportunité d'une intervention publique. En 1958, B. Klein avait insisté sur la redondance nécessaire des activités de R&D compte tenu de l'incertitude importante qui les affecte (B. Klein, 1958 ; B. Klein et W. H. Meckling, 1958). Ce type d'interrogation et, plus généralement, la question des externalités ou des retombées de la R&D ne cesseront d'être au cœur des réflexions des économistes, notamment dans le cadre de l'étude de la croissance endogène (P. Romer, 1990). Elles sont à l'origine de l'intérêt porté aux réseaux .

- En 1961, observant que les effets économiques d'une innovation ne seront pas totalement réalisés avant que le processus d'imitation soit largement engagé, E. Mansfield, s'appuyant un principe classique de contagion, montre que généralement « le nombre d'utilisateurs d'une innovation suit approximativement une courbe logistique ». Ce qui rejoint les premiers résultats empiriques obtenus par Z. Griliches sur le sujet (1957). L'analyse contemporaines des processus de diffusion des innovations se réfère encore à ces deux auteurs.

- En 1962, K. Arrow publie un autre article fondamental, de caractère macro-économique, sur l'apprentissage par la pratique (1962b)².

¹ Le même propos est au cœur de l'analyse du capitalisme cognitif et des «nouvelles enclosures » (cf. p.e. A. Corsani et alii, 2000).

² Les articles publiés jusque là sur le *learning by doing* étaient de nature microéconomique. Les courbes d'apprentissage ou d'expérience n'étaient qu'une forme réduite ne reposant sur aucune analyse des conditions d'accroissement de la connaissance (sur ce point, cf. Morvan, 1972). L'article pionnier sur l'apprentissage est celui d'A. Alchian de 1946.

1961 : date possible de l'émergence de l'économie de l'information

- Un article de J. Stigler publié 1961, introduit (le premier à notre connaissance) la notion de quête (*search*) pour désigner le processus par lequel « un acheteur (ou un vendeur) qui souhaite obtenir le prix le plus favorable doit sonder plusieurs vendeurs (ou acheteurs) ».

J. Stigler y évoque le problème de la quête de connaissance sur la qualité des biens « qui a été studieusement évité dans ce papier .. [et qui] est certainement analytiquement plus difficile ». Il suggère en conclusion que certaines organisations économiques peuvent être comprises comme des dispositifs pour « éliminer les incertitudes sur la qualité ». Ce papier se prolonge par un article sur le marché du travail dans lequel les coûts et les rendements de la recherche sur ce marché sont évalués. Un papier de A. Rees sur le ce thème suivra en 1966, insistant sur les problèmes de qualité et sur les réseaux d'information informels.

- La même année est publié l'article de Muth posant le principe que les agents utilisent toute l'information disponible, que la représentation du système économique est une connaissance partagée et que les anticipations sont rationnelles. L'hypothèse d'anticipations rationnelles est un concept d'équilibre exprimant le fait que les anticipations des agents sont auto-réalisatrices.

Les années 60 : les premières mesures de l'économie informationnelle et de l'éducation

- En 1962, on relève la publication de l'ouvrage fondateur de F. Machlup sur la mesure de la place des activités cognitives dans l'économie américaine. En 1966 paraît d'ailleurs un article de K. Boulding sur l'économie de la connaissance, première publication portant ce titre, selon nous. Dans les années soixante dix, pour l'essentiel, se déploient plusieurs travaux consacrés à l'étude de la montée des activités dédiées à la connaissance ou à l'information dans les économies développées. Le travail empirique le plus important est celui de M. Porat (1977).

- En accompagnement ou en parallèle avec ces observations, on note l'avènement de la notion de société post industrielle, développée par D. Bell (1967), créateur du concept, puis par A. Touraine (1969) (sous le nom de société programmée) et d'autres. Le nom de K. Boulding peut être cité à nouveau à ce propos (1965).

- Le facteur ou le « capital humain » occupe naturellement une place importante et singulière dans une analyse du rôle de la connaissance dans la production et de la croissance. Dans un article essentiel publié en 1956, T. Schultz déplorait que l'on néglige deux facteurs importants : « l'amélioration de l'aptitude des gens en tant qu'agents productifs, et la hausse de l'art de produire... ». Alors que E. Denison tentait d'évaluer le rôle de la formation à partir d'une décomposition du résidu de Solow

(1962), T. Schultz s'appliqua à estimer les coûts indirects de l'éducation (1960), puis à évaluer directement la contribution du stock d'éducation à la croissance du produit national (1963). L'utilité d'un niveau accru d'éducation fut estimée par Houthakker en 1959 puis par H. Miller en 1960. C'est au niveau de l'entreprise que se situe la réflexion théorique de G. Becker (1964).

Les années 70 et la prise en compte de l'information imparfaite dans le fonctionnement des marchés

Au début des années soixante dix, paraissent un ensemble d'articles ou de contributions à des ouvrages collectifs consacrés à l'intégration de l'imperfection de l'information dans la théorie des marchés. Les hypothèses formulées et les conclusions auxquelles ils aboutissent ne forment pas un faisceau convergent.

- Parmi ces travaux on peut citer plus particulièrement ceux consacrés au chômage et développant la thèse que celui-ci est la conséquence de la quête (*search*) d'un emploi dans un contexte d'information imparfaite. Ainsi, à partir de l'idée que la recherche d'information sur les opportunités d'échange « notionnelles » comporte un coût, A. Alchian, dans un texte fameux, suggère que le type de chômage qui en résulte « *is self-employment in information collection* » (p. 30).

- En 1970 est publié l'article d'Akerlof mettant en évidence quelques unes des difficultés qui apparaissent sur les marchés où les vendeurs et les demandeurs ont des informations différentes, et soulignant l'existence des phénomènes de sélection adverse. En fait le premier écrit sur cette question d'asymétrie semble avoir été un article d'Arrow (1963) qui insistait plutôt sur le hasard moral (comme dans son article de 1962). Le hasard moral concerne des situations dans lesquelles un côté du marché ne peut observer le comportement de l'autre. Par contre, la sélection adverse concerne les situations dans lesquelles un côté du marché ne peut observer la qualité ou le « type » de biens issus de l'autre côté. Dans le premier cas, on parle de « comportement caché » ou d'actions inobservables. Dans l'autre, de « type caché » ou de caractéristiques inobservables. On peut difficilement surestimer la portée et l'importance des recherches consacrées à ce sujet, y compris, dans la période la plus récente, dans le domaine financier.

- La théorie du signal est l'objet d'une première publication par M. Spence en 1974, peu de temps avant le modèle de M. Rothschild et J. Stiglitz (1976). Le modèle de Spence traite de l'éducation comme signal de compétence. Celui de M. Rothschild et J. Stiglitz porte sur le comportement d'achat d'une assurance où l'on considère que le type de police acheté est un signal du degré de risque que présente l'assuré. D'autres modèles exploitant le même principe d'analyse seront publiés par Milgrom et Roberts (1982 : le prix comme indicateur du coût supporté par un oligopole ; et 1986 : utilisation de la publicité

comme signal de la qualité), Reinganum et Wilde (1986 : inclination à plaider en justice comme signal de la force de la situation) etc.

- Un autre domaine où se manifestent des asymétries d'information est l'entreprise : les actionnaires et la direction n'y ont pas le même niveau d'information et n'ont pas nécessairement les mêmes intérêts ¹. La littérature sur le principal-agent permet d'explorer cette configuration. Elle se développe à partir des contributions initiales de M. Spence et R. Zechauser (1971) et de Ross (1973) consacrées à la question des conditions de passation de contrats en cas d'asymétrie d'information, puis de l'approche un peu différente de M. Jensen et W. Meckling (1976). Elle s'applique à un grand nombre de situations. Dans le domaine de la théorie de l'entreprise, elle est effectivement pertinente dès lors qu'il existe des limites à la centralisation ou à la délégation de l'autorité dans une organisation ou un groupe, notamment du fait d'asymétries d'information. Cette approche se prolonge aujourd'hui par une réflexion originale sur la nature de la firme, centrée sur une analyse en terme de contrats incomplets. Celle-ci consiste à réfléchir aux effets qu'entraînent les asymétries et aux types de contrats permettant de résoudre les conflits d'intérêts (ou « d'aligner les incitations ») : cf. O. Hart, 1995. Elle traite également de la question des frontières de l'entreprise (O. Hart et J. Moore, 1990). Ce qui rejoint la littérature sur les coûts de transaction, qui trouve sa source dans l'article fondateur de R. Coase (1937) ainsi que dans l'ouvrage de Williamson de 1976.

Rétrospectivement, la décennie des années 70 constitue certainement la période la plus fertile pour l'économie de l'information.

L'analyse économique des systèmes d'information, dans les organisations et les marchés.

Une partie du champ de l'économie de l'information concerne non pas le fonctionnement d'un marché imparfait, mais les conséquences des imperfections et du manque d'information pour le fonctionnement des marchés en général. La question qui est alors soulevée est celle de la relation entre structure du système d'information et nature de l'équilibre, ou capacité à atteindre un équilibre. Sous cet angle, nous pouvons associer la question du fonctionnement des marchés et celle de l'influence des structures ou des systèmes d'information internes sur le comportement et les performances d'une organisation.

¹ Ce problème n'est bien sûr pas nouveau puisqu'on le fait en général remonter à Berle et Means (1932). Au delà, c'est dans la littérature sur le profit que l'on en trouve les antécédents. Sur ce point, la référence la plus intéressante est F. Knight (1921).

- La pensée de Hayek occupe naturellement une place importante dès lors qu'il s'agit d'indiquer les grandes lignes directrices sur la façon dont les économistes abordent la question du rôle de l'information et de la connaissance. Selon Hayek, la question de la coordination est la question centrale de toutes les sciences sociales, à commencer par la science économique. D'où une question qui traverse une bonne partie de son œuvre : « Comment la combinaison de connaissances fragmentaires dispersées dans des esprits différents peut elle produire des résultats qui, s'ils devaient être produits délibérément, nécessiteraient que l'esprit dirigeant possède une connaissance qu'aucune personne seule ne peut posséder ? » (1937). Hayek insiste sur la notion de connaissance dispersée et subjective, qu'il relie à la division du travail et que l'on peut mettre en relation avec des notions très contemporaines issues des sciences cognitives ¹. Cette orientation amènera Hayek à s'exprimer sur plusieurs des pistes et thèmes fondamentaux se rapportant à la connaissance et à son développement. D'abord il investira lui-même sur des questions relevant précisément de la théorie de l'esprit (F. Hayek, 1952) ². Puis il développera une approche évolutionniste (F. Hayek, 1973).

- Dans une perspective autrichienne, G. B. Richardson (1960, 1972) signale les défauts de coordination et de désynchronisation temporelle auxquels sont confrontées les entreprises. La réduction des déséquilibres qui en résultent passe par certaines formes d'organisation qui facilitent l'information mutuelle et la formation des connaissances nécessaires à la coordination. G. B. Richardson renouvelle la vision Marshallienne selon laquelle, « Pour une grande part le capital consiste en connaissance et en organisation...La connaissance est notre plus puissant moteur de production. L'organisation aide la connaissance.. » (1890-1920, p. 115).

- Des réflexions plus théoriques et formalisées sur les conditions d'information et le fonctionnement des marchés ont été développées, d'un point de vue plus axiomatique, notamment par L. Hurwicz qui, dans les années 60, a instruit la question de la faisabilité informationnelle des processus économiques d'allocation de ressources selon que l'environnement est « classique » ou non (présence ou non d'externalité et/ou d'indivisibilités ; convexité ou non des préférences et des technologies) (cf. une synthèse dans L. Hurwicz, 1972).

- L'analyse théorique des systèmes d'information dans les organisations se développe au début des années 70 à partir des travaux de T. Marschak (1972), de J. Marschak et R. Radner (1971), ou de K. Arrow (1974). Dans ce contexte l'approche théorique et normative des organisations consiste à rechercher quelles règles du jeu doivent être mises en place pour qu'une organisation obtienne les performances désirées. Les « règles du jeu » rassemblent les règles d'information interne et l'ensemble des stratégies jointes considérées comme réalisables, ces éléments traduisant à la fois des contraintes

¹ Nous faisons allusion à la notion d'Intelligence distribuée au travers de l'I.A.D. : Intelligence Artificielle Distribuée.

² Les textes rassemblés dans cet ouvrage ont été écrits semble-t-il dans les années 30.

technologiques et celles imposées par « l'organisateur ». Cette approche peut être reliée aux débats sur la planification et sur l'équivalence du socialisme de marché et du capitalisme. Cette interprétation de l'équilibre général, poursuivie par plusieurs travaux, notamment français dans les années 60 (Malinvaud, Milleron, Younes), est proche d'une approche que nous pourrions qualifier aujourd'hui de computationnelle, c'est-à-dire de la description de la planification comme un algorithme informatique. L'architecture algorithmique éclaire certes la question des relations informationnelles mais à partir d'un point de vue qui n'a rien à voir avec le fonctionnement des structures institutionnelles existant réellement et beaucoup plus complexes.

- En 1966 est publié l'ouvrage d'Axel Leijonhufvud. Celui-ci entend démontrer que la théorie keynésienne ne doit pas être confondue avec le modèle IS-LM. La thèse est que Keynes rejeta l'idée Néo-classique selon laquelle le mécanisme des prix remplit parfaitement sa fonction d'information en courte période. Leijonhovud assimile le modèle walrasien à un système mécanique de type Newtonien, et dénonce l'application de la théorie néoclassique de la production à « un monde où les agents humains sont de plus en plus exclusivement engagés dans la génération, la transmission, la réception et le traitement d'information et non dans les tâches de la manufacture de fabrication d'épingles de Smith » (p. 396). Il observe la convergence de la vision originale de Keynes et de la cybernétique qui apparut en quelque sorte trop tard pour permettre aux analystes de dégager toute la portée de la Théorie Générale. Le même Leijonhufvud créera, plus tard, le premier centre de recherche sur l'économie computationnelle ¹.

Information, théorie de la décision et théorie des jeux

S'il y a un domaine dans lequel très naturellement les problèmes liés à l'information imparfaite ou à l'incertitude occupent une place centrale, il s'agit bien de la théorie de la décision. Plus récente, la théorie des jeux constitue également un domaine par nature très concerné par ce thème.

- Dans la période retenue, c'est sans doute l'ouvrage de L. Savage (1954) qui est le plus important. Réduisant l'incertitude au risque, il inscrit la théorie de l'utilité espérée dans un cadre axiomatique ². Selon cette approche, l'agent assigne des probabilités subjectives aux états du monde. On appelle état du monde une description de tous les aspects pertinents du monde. Un événement est un ensemble d'états du monde, soit un sous ensemble M de l'ensemble des états du monde E. Malgré les

¹ Signalons également le recueil d'article publié en 1981 sous le titre *Information and Coordination*, dans lequel A. Leijonhufvud développe l'idée que les défaillances de la coordination macro-économique résultent de la difficulté qu'ont les agents à percevoir correctement et complètement les opportunités présentes dans le système.

² Bien entendu, l'ouvrage de Savage a été précédé par celui de von Neumann et Morgenstern (1944).

observations d'Allais formulées dès 1953, c'est au début des années 80 que le repérage expérimental d'un certain nombre de paradoxes jette le doute sur la théorie de l'utilité espérée (cf. notamment D. Kahnemann, P. Slovic et A. Tversky, 1982) et ouvre la voie à des théories alternatives (B. Munier, 1995).

- La théorie des jeux est plus exigeante que la théorie de la décision puisqu'il faut attribuer à l'agent économique une information et/ou une croyance sur le comportement des autres joueurs, en plus de l'information ou de la connaissance relative aux événements. C'est au début des années 80 que surgit une démarche nouvelle en théorie des jeux qui consiste à faire appel à la logique épistémique dont l'introduction s'explique par les faits suivants : (i) les spécialistes étaient amenés à traiter de plus en plus précisément les aspects épistémiques des comportements et, (ii) le formalisme de la théorie de la mesure et des probabilités auxquels recourt la théorie des jeux est « moins éloigné qu'on le supposait de la logique épistémique » (M. O. L. Bacharach et alii, 1998). L'intérêt de la logique épistémique, proposée par Hintikka dès 1962, est de fournir un cadre formel utile pour modéliser les connaissances et les croyances d'un agent, et compatible avec celui de la théorie des jeux. Sa pertinence peut être illustrée, rétrospectivement, par le débat sur le *backward induction*, par la discussion sur les équilibres rationalisables et par le traitement de la notion de connaissance commune (cf. M. O. L. Bacharach et alii, 1998).. Dès lors, la théorie des jeux ne se limite plus à faire état des probabilités d'occurrence attribuées par les agents à tel ou tel événement. Elle représente l'agent comme un décideur qui acquiert une connaissance, reçoit des informations et développe ses propres croyances. Elle fournit les axiomes et les règles d'inférence permettant d'en rendre compte (cf. p.e. G. Bonnano, 2000).

Il ne faudrait pas croire, à partir d'une liste de travaux aussi imposante quoique très sélective, que l'économie de l'information a émergé « naturellement » comme un nouveau domaine, ou que les relations entre l'ensemble des thèses et modèles présentés existaient et faisaient sens au regard d'une approche globale et intégrée. En fait, au cours de la période 1950-1980, on n'enregistre pas de synthèse sur quoique ce soit se rapportant à l'économie de l'information, de la connaissance et, *a fortiori*, à l'économie cognitive. C'est plutôt l'économie de l'incertitude qui servait de thème fédérateur à un certain nombre de ces travaux. Quant aux autres ils étaient éclatés entre la théorie de la firme ou la macro-économie (croissance, productivité, progrès technique...).

Les enjeux de la prise en compte des imperfections de l'information et du rôle de la connaissance

Les thèmes que nous avons énumérés constituent un ensemble d'enjeux en ce sens qu'il s'agit de problèmes qu'un programme de recherche et des avancées en économie cognitive devraient contribuer

à éclairer sinon à résoudre. Mais les enjeux sont aussi d'une autre nature, car un certain nombre de clivages ou de divergences se révèlent dans l'examen de toutes ces questions. Si bien que la conception d'un programme de recherche en économie cognitive, et les orientations ou les stratégies de recherche qu'il peut tendre à privilégier, ne peuvent être neutres à l'égard des points de vue qui se sont exprimés ou des questions considérées comme prioritaires. Il nous semble utile de souligner quelques uns de ces enjeux fondamentaux. Nous en aborderons deux : (i) la place de l'équilibre comme principe d'analyse (versus l'apprentissage) ; (ii) la nature de la rationalité cognitive (épistémologie).

1- Un premier enjeu : l'approche en terme d'équilibre

Revenons aux conséquences de l'information imparfaite pour noter, d'abord, le caractère destructeur pour l'existence d'un équilibre concurrentiel, de sa prise en compte. J. Stiglitz a très bien démontré cette conséquence dès son article de 1985. Nous y renvoyons le lecteur.

A un autre niveau, et d'un point de vue différent, c'est-à-dire ne privilégiant pas l'étude d'un type d'imperfection sur un marché particulier, la remise en cause du commissaire priseur, les marchés manquants et la place éventuelle des comportements stratégiques sont parmi les raisons qui ont conduit plus particulièrement les chercheurs à être attentifs aux conditions dans lesquelles les agents économiques s'informent et élaborent des anticipations sur le futur. Ainsi, la mise en œuvre d'une approche séquentielle (à partir du refus d'une approche en terme de déséquilibre) conduit à introduire des phénomènes d'apprentissage et l'historicité, à s'interroger sur les conséquences de l'absence de certains marchés (marchés à terme notamment) et à étudier la façon dont fonctionnent certains autres comme les marchés d'actifs et le marché du travail. Le rôle des contrats, plus particulièrement sur ce dernier marché, est étudié (sur tous ces points cf. F. Hahn, 1990).

Mais une grande part des recherches s'inscrivant dans ce type de perspective ne s'éloigne pas fondamentalement du cadre Walrasien. On demeure dans le cadre d'une économie de marchés interdépendants dans laquelle les ajustements de prix jouent un rôle central et où les agents demeurent dotés malgré tout d'une rationalité forte. On cherche seulement un aménagement ou une évolution du cadre d'analyse en espérant préserver la même orientation méthodologique. L'hypothèse d'anticipations rationnelles est un élément clé des raisonnements présentés dans ce cadre. Associée à celle de comportements neutres à l'égard du risque, elle semble constituer une condition forte de la possibilité de démontrer l'existence d'équilibres *price taking*. Demeure cependant la difficulté liée à l'existence d'équilibres multiples.

Selon F. Hahn, l'hypothèse d'anticipations rationnelles dans une économie de *price taking* est insuffisante pour fournir un équilibre déterminé : « Même là nous avons besoin de connaître quelque

chose du processus d'apprentissage pour obtenir des réponses déterminées. Même là, l'équilibre peut ne pas refléter les fondamentaux ». Et dans une économie de concurrence imparfaite sectorielle, « la dynamique doit être vue comme un processus d'apprentissage à la fois des conditions de demande et des stratégies des concurrents. Là encore, quand un équilibre est défini relativement à ces processus, il semble qu'il est indéterminé à moins que l'histoire – c'est-à-dire l'information- soit explicitement modélisée et connue... L'information accessible aux agents à chaque instant est déterminée par le sentier particulier suivi. L'économie aurait pu suivre un autre chemin et générer des informations assez différentes. Il y a quelque chose d'essentiellement historique dans la définition même de l'équilibre et évidemment dans la dynamique elle-même » (K. Arrow, 1958). Il existe autant d'équilibres qu'il y a d'histoires possibles. Un équilibre ayant des propriétés déterminées pourra résulter de plusieurs histoires différentes ayant une ou plusieurs caractéristiques communes.

Laissant de côté la question des équilibres multiples, on observe que l'hypothèse d'anticipations rationnelles joue un rôle stratégique. Au delà de l'argument d'irréalisme consistant à souligner qu'elle attribue une capacité cognitive manifestement surévaluée par rapport aux capacités et au niveau d'information des agents, que peut-on en dire ?

Un pièce importante du débat nous est fournie par R. Lucas lui-même qui, au cours d'un colloque qui s'est tenu à la fin des années 80, a mis en lumière les options méthodologiques fondant sa stratégie de recherche. En substance, selon Lucas, la façon dont les agents économiques en viennent à retenir les règles de décision qu'ils utilisent ne concerne pas la théorie économique : « L'économie tend à se focaliser sur les situations dans lesquelles on s'attend à ce que les agents « savent » ou on appris les conséquences des différentes actions de sorte que leurs choix observés révèlent les éléments stables de ces préférences sous-jacentes... Techniquement, je pense que l'économie est l'étude de règles de décision qui sont les états stationnaires d'un certain processus adaptatif, règles de décisions qui marchent pour un certain éventail de situations et qui ne sont pas révisées notablement lorsque l'expérience s'accumule» ¹.

Finalement, l'un des enjeux essentiels de la prise en compte de l'information imparfaite et de la connaissance semble être l'existence même d'un équilibre concurrentiel (*price taking*) et, par conséquent, la référence à ce type de situation comme norme dans un certain nombre de travaux ou de recommandations. L'interrogation ou le débat stratégique central semble tourner alors autour de la rationalité imputée aux acteurs et, notamment, autour de l'opportunité de prendre en compte

¹ Lucas plaide pour la séparabilité de l'ajustement économique et du processus d'apprentissage par lequel les agents découvrent les propriétés de leur environnement ou de la situation à laquelle ils sont confrontés. Ou du moins, pour des vitesses d'ajustement très différentes. On est aux antipodes de la philosophie exprimée par K. Arrow dans son article de 1958. Pour une approche prenant en compte la modification des règles de décision cf. R. Nelson et S. Winter (1982, chap. 7).

l'apprentissage et, si oui, autour du type d'hypothèses qui doivent être faites à ce sujet. C'est bien la cognition qui se trouve au cœur du problème. Ce qui nous amène naturellement au deuxième enjeu.

2- Un deuxième enjeu : quelle rationalité cognitive ?

Il n'est pas indispensable de revenir ici sur le débat relatif à la nature de la rationalité en économie tel qu'il a été abordé à partir des années soixante plus particulièrement par H. Simon. Dans le contexte où nous nous situons ici, il nous paraît plus judicieux de nous pencher sur la rationalité cognitive ou, plutôt sur l'épistémologie des agents économiques telle qu'elle est conçue dans certains travaux récents. Revenons donc sur la logique épistémique dont l'usage en théorie des jeux semble aujourd'hui bien établi et qui est considérée comme une voie de progrès reconnue. Elle repose sur un certain nombre d'axiomes dont nous allons donner la teneur pour en énoncer aussitôt les limites eu égard aux problèmes économiques soulevés dans la première section de ce papier (cf. M. Osborne et A. Rubinstein, 1994) :

- axiome selon lequel un agent connaît tous les états du monde possibles : il sait toujours que l'événement « universel » est réalisé ¹. Ce qui revient à écarter les situations dites « d'ignorance » et à poser que les agents ne peuvent être surpris par des événements qu'ils ne savent pas possibles.
- Axiome de fermeture déductive : si l'agent sait E et sait F, alors il sait $E \cap F$.
- Axiome de vérité : ce qu'un agent connaît est vrai ; il n'y a pas quelque chose qu'il connaît et qui serait faux.
- Axiome de transparence : si l'agent sait E, alors il sait qu'il sait E. Les agents sont donc toujours conscients de ce qu'ils savent (baptisé aussi d'axiome d'introspection positive).
- Axiome de sagesse (ou d'introspection négative) : si l'agent ne sait pas E, alors il sait qu'il ne sait pas E. Les agents sont donc parfaitement informés de leur ignorance.

Nous nous limitons à une présentation sommaire de ces axiomes que l'introduction des croyances probabilistes, de l'information et du rôle de l'information dans la connaissance conduit à nuancer ou à modifier (sur ces points cf. G. Bonnano, 2000 et B. Walliser, 2000).

L'axiome généralement considéré comme le plus critique et qui entraîne un certain nombre de fermetures problématiques est le second (fermeture déductive), qui implique une propriété dite « d'omniscience logique » : l'agent est censé exploiter complètement les connaissances « de base » (B. Walliser parle de ses « croyances primitives »). Cet axiome écarte la possibilité de ce que nous pourrions

¹ L'ensemble des états du monde est aussi appelé « état universel » : c'est un événement toujours réalisé par définition.

appeler une « rationalité cognitive limitée », car la connaissance d'une implication ($K(E)$ et $K(F) \Rightarrow K(E \cap F)$) est indépendante de la complexité de la déduction à opérer. La capacité de raisonnement de l'agent est supposée sans limite (eu égard à la complexité des implications que sa connaissance du monde lui permet en principe de tirer).

L'une des conséquences de l'axiome de vérité est que la connaissance ou le savoir sont nécessairement cumulatifs. L'agent n'est pas censé pouvoir être dans la situation de savoir quelque chose qui n'est pas vrai et toute connaissance d'un agent est vraie. L'acquisition de connaissance va nécessairement dans le sens de la complétude ou du raffinement. La discussion de ce point est assez délicate car, dans une conception de la connaissance « atomistique » dans laquelle la connaissance se conserve, on peut admettre cet axiome. Par contre, dans une épistémologie plus constructiviste où l'on reconnaît comme possibles des recompositions ou des restructurations du savoir, cet axiome soulève des difficultés. Par ailleurs, cet axiome est discutable dès lors que l'on veut traiter de connaissances de caractère social, liées aux interactions entre individus et groupes, lesquelles sont changeantes. Elles pourraient sembler moins discutables si l'on devait traiter de connaissance empirique dans un domaine de sciences naturelles ou physiques par exemple ¹. Nous retrouvons la question de la stabilité des mondes possibles et des vitesses relatives d'apprentissage. Tant que l'on évolue dans le cadre d'un paradigme à partir d'une situation relativement stable, on peut considérer que la connaissance, ne peut que s'accroître. C'est ce qui justifie par exemple la pertinence de l'étude de l'acquisition de connaissances en termes d'apprentissage par la pratique. Sinon, on se trouve confronté à des phénomènes de co-évolution.

L'axiome d'introspection négative est difficilement acceptable en économie. D'un côté par ceux qui adhèrent au principe de l'existence d'incertitudes radicales c'est-à-dire de l'existence d'événements inconnus (ne serait-ce que certaines innovations). De l'autre par ceux, plus rationalistes qui, par exemple, prennent en considération les manques d'information et partent du principe qu'ils entraînent la rédaction de contrats incomplets. Le fondateur de la logique épistémique lui-même, Hittinka, a rejeté cet axiome.

L'axiome de transparence est difficilement acceptable ne serait-ce que par les économistes qui reconnaissent le bien fondé d'une perspective évolutionniste et, dans ce cadre, admettent l'existence de connaissances tacites. On peut cependant discuter ce point en observant que le caractère tacite vise moins la réflexivité que la capacité à exprimer et formuler sous une forme communicable une connaissance.

¹ La stabilité de l'objet de connaissance dans les sciences « dures » laisse espérer une accumulation progressive. Cependant, l'existence de paradigmes suggère que même dans ce domaine l'accumulation de connaissances n'est pas « linéaire ».

Il ne nous semble pas nécessaire de prolonger l'analyse pour faire passer l'idée que les axiomes caractérisant l'épistémologie des agents issus de la logique épistémique ou d'autres logiques doivent être examinés avec soin. Nous ne souhaitons pas développer davantage ce point qui mériterait de l'être car nous en sommes restés à l'expression la plus élémentaire de la logique épistémique, et nous savons que les difficultés évoquées ne sont pas ignorées par ceux qui échafaudent et proposent ces systèmes. Cela nous a permis de souligner tout l'intérêt qu'il y a à lire les modèles économiques de l'information et de la connaissance en fonction des types d'axiomes ou des hypothèses épistémiques qui les fondent, parfois implicitement. Nul doute que ce type d'échange entre un point de vue épistémique et les points de vue plus économiques peut être productif. Ce qui renforce notre conviction de l'utilité d'un programme de recherche en économie cognitive.

II - L'Économie cognitive : Les dilemmes externes

Pour avancer dans la voie de la définition de l'économie cognitive, nous devons aborder deux problèmes. Le premier est de choisir entre une approche large et une approche stricte de l'économie cognitive. Le second concerne la nature des relations entre l'économie cognitive et les sciences cognitives que nous entendons privilégier.

Un premier dilemme : l'économie de la connaissance fait-elle partie de l'économie cognitive ?

Dans le bref panorama présenté ci-dessus, nous avons pu constater l'existence de deux types de préoccupations distinctes quoiqu'illustrant toutes deux une approche économique de phénomènes concernant la connaissance.

D'une part on note l'existence d'un courant, macro-économique pour l'essentiel, qui traite de la mesure de la place des activités économiques dédiées à la production, au traitement et à la circulation de l'information et des connaissances. Les travaux de F. Machlup et de M. Porat ont été déjà cités. Mais le développement contemporain des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication a suscité, au cours de la période très récente, des travaux statistiques approfondis destinés à recenser précisément et à mesurer la part des activités relevant de ce secteur et ses performances. La même démarche a été entreprise pour les secteurs *High Tech* ou, plus globalement, ce qu'on a appelé la *New Economy*.

A un niveau plus micro-économique, il existe un certain nombre de modèles ou de théories traitent de la connaissance ou de l'information non pas sous l'angle des capacités cognitives des agents, mais du point de vue de leur valeur économique ou du calcul économique auquel on peut les soumettre. Pour

nous référer à une analyse bien connue, nous pouvons citer l'article fondamental de K. Arrow de 1962 (1962a) dans lequel celui-ci pose le principe que l'information doit être considéré comme un bien et où, sur cette base, il traite de la conjecture de Schumpeter sur la relation entre la structure de marché et la propension à innover. Plus récent, nous pouvons citer, dans une perspective très différente, l'ouvrage de R. Shapiro et H. Varian sur les principes économiques à partir desquels les producteurs d'un certain nombre de biens et services informationnels apparus récemment peuvent en réaliser la commercialisation.

Dans ces approches, l'économie de l'information peut être caractérisée de trois façons :

- qu'il s'agisse d'une connaissance (K. Arrow : un procédé nouveau protégé par un brevet) ou d'une information au sens banal (R. Shapiro et H. Varian : l'accès à une base de données par exemple) l'information est abordée exclusivement sous l'angle de la valeur et du prix qui peut lui être attribué,
- l'information est considérée comme une marchandise ou comme une activité spécifique,
- on ne pose à aucun moment la question de savoir comment va être traitée l'information d'un point de vue cognitif, c'est-à-dire du point de vue de ses effets au plan individuel, de son assimilation, de son traitement, de ses effets sur le comportement de celui qui va en bénéficier. Tout se passe comme si l'information avait une valeur « objective » commune ou, si elle est différenciée, comme si l'utilité qui en était retirée était indépendante de la disposition mentale, psychologique ou de la « compétence » de son utilisateur.

Nous sommes ainsi conduits à introduire une distinction importante entre deux approches économiques de la connaissance et de l'information : d'une part la connaissance comme bien économique « objectif », sinon comme marchandise ; d'autre part l'information et la connaissance comme relation ou comme facteur produisant un changement dans le comportement de l'agent, c'est-à-dire, ici, une modification de sa connaissance, de sa perception ou de sa « vision » du monde environnant. Dans ce dernier cas, il s'agit d'un changement non exprimable directement en terme d'utilité ou de profit.

Une fois cette distinction posée, le dilemme auquel nous sommes confronté est de savoir si nous devons ou non poser que l'économie cognitive englobe ces deux approches ou ne peut concerner que la seconde.

En fait la dimension cognitive, au sens strict du terme, est absente de la première approche. La connaissance est totalement soumise, au même titre que d'autres marchandises ou objets économiques à une évaluation qui, pour la question abordée, en épuise en quelque sorte, les caractéristiques ou le

sens économique. Si le bénéficiaire ou le récepteur de l'information a une utilité ou un produit différenciée de ce service, cette relation est considérée, au premier ordre, comme analogue à celle occasionnée par l'achat ou la consommation de n'importe quel autre bien ou service. La dimension cognitive ou « mentale » y est totalement implicite. On appellera économie de la connaissance cette partie de la réflexion économique qui traite de l'information et de la connaissance essentiellement comme activités, relations ou objets abordés à un niveau agrégé ou impliquant des comportements dans lesquels la dimension cognitive individuelle est implicite et n'est pas analysée.

Le problème est différent lorsque l'on s'intéresse aux conditions dans lesquelles la façon dont un agent réalise une certaine opération va être transformée suite aux informations dont il bénéficie du fait, par exemple, d'une expérience antérieure. Cette transformation à partir de l'information obtenue ne peut être réduite à un simple échange de type marchand : même en supposant que le coût de l'information utilisée est connu, le résultat de l'opération (changement de comportement) est une innovation qui traduit une rupture avec la période antérieure et rend de ce fait difficile voire impossible l'évaluation économique de celui-ci. Sauf à verser dans certaines apories, on ne peut d'ailleurs poser le principe que, dans cette opération de transformation, pas nécessairement volontaire ni même consciente, l'agent obéit à une rationalité économique.

On appellera économie cognitive la partie de la réflexion économique qui traite de phénomènes économiques dans lesquels l'information et la connaissance jouent un rôle essentiel et qui, pour cela, prend effectivement en compte la sphère cognitive du comportement des agents. Relève également de ce champ la partie de la recherche en économie qui a pour but spécifique de fournir des interprétations et des représentations adéquats des comportements des acteurs sous l'angle cognitif.

Dans quelle direction devons nous nous engager compte tenu de notre ambition ?

Ces deux thèmes sont liés et doivent en principe s'articuler. C'est l'état de la discipline et les stratégies de recherche qui sont à l'origine d'une coupure éventuelle. Idéalement, fait partie de l'économie cognitive l'étude des processus d'émergence grâce auxquels on peut expliquer ou rendre compte au moins des interactions verticales et des dénivellations conceptuelles ou de modélisation en jeu. Cependant, l'avancement de la connaissance sur ce point ne permet guère, sauf quelques rares cas (J. Lesourne, 1991 ; J. Lesourne et A. Orléan (eds.), 1998 ; B. Paulré, 2000), d'entrevoir ces articulations. Si bien que, sans être séparables en droit, l'économie cognitive et l'économie de la connaissance ne peuvent être à ce jour pleinement associés et intégrés dans un programme de recherche commun. Du moins si l'on veut donner à cette expression une portée opératoire. Ce qui ne signifie pas que la recherche en économie cognitive puisse être menée indépendamment des enseignements que fournit l'économie de la connaissance. Ne serait-ce que par l'éclairage qu'elle apporte sur les aspects

institutionnels et la nature des problèmes concernant les activités ayant une dimension informationnelle ou cognitive forte.

Un autre argument vient d'ailleurs renforcer l'option d'une séparation provisoire des deux domaines. Il porte sur la relation avec les sciences cognitives. Si l'on veut en effet définir un programme de recherche en économie cognitive inspiré par ce qu'a été le programme de recherche en sciences cognitives et pouvant s'articuler avec lui, il convient de mettre en avant les aspects individuels de la cognition. Ce qui met à distance les approches sectorielles ou macro-économiques qui les ignorent ou n'en traitent pas directement.

Un second dilemme : quelle(s) relation(s) entre l'économie cognitive et les sciences cognitives ?

A priori, il n'y a aucune nécessité à mettre en relation les sciences cognitives et l'économie cognitive. Les premières existent depuis longtemps¹. Elles n'ont jamais véritablement intégré la dimension économique et assez peu les sciences sociales². Inversement, si l'on écarte la période très récente (projets simulation ECHO ; les recherches du Santa Fe Institute) on ne peut identifier aucun projet de recherche économique qui, de façon significative par les moyens mobilisés et le nombre de chercheurs, s'intègre pleinement dans le programme de recherche des sciences cognitives³.

Si la relation entre les deux domaines ne s'impose pas a priori, l'absence de relation peut toutefois surprendre et paraître même absurde. Elle peut surprendre car on ne voit pas pourquoi ces deux domaines s'ignorerait à partir du moment où, traitant d'objets analogues, ils ont nécessairement a priori des éléments communs. Elle peut sembler absurde car s'il existe un champ de la réflexion scientifique qui a pris corps autour des sciences cognitives, cela signifie que l'on dispose là d'un acquis ou d'une base d'expérience dont certains éléments sont sans doute profitables. Ne serait-ce que tout ce

¹ Selon F. Varela, la seconde phase de ce qu'il appelle les STC, pour désigner les Sciences et Technologies de la Cognition, date de 1956, année au cours de laquelle deux conférences importantes se tinrent l'une à Cambridge et l'autre à Dartmouth (*Connaître*, 1988-1989, Seuil). La première phase correspondant à la cybernétique, l'année 1956 me paraît plus convenable comme date d'avènement des Sciences Cognitives, même si l'origine d'un certain nombre de thèses ou de techniques se situe dans les années quarante. Selon A. Kremer-Marietti (1994), l'expression *Cognitive Science* a été utilisée pour la première fois par Longuet-Higgins en 1973

² Ainsi, dans Progrès en situation d'incertitude, article de tête d'un numéro de la revue *Le Débat* consacré aux sciences cognitives (Une nouvelles, science de l'esprit, n° 47, novembre 1987), D. Andler déclare que « sous la bannière du cognitif se côtoient trois groupes de disciplines ». Or, parmi elles, les seules sciences sociales mentionnées sont « l'anthropologie (cognitive) et l'ergonomie (cognitive) », alors que dans le même numéro on trouve un article de D. Sperber intitulé Les sciences cognitives, les sciences sociales et le matérialisme, article certes un peu tangentiel. Par contre, dans *Introduction aux sciences cognitives*, publié sous la direction de D. Andler (Gallimard, 1992), on trouve quatre articles relevant des sciences sociales (dont les auteurs sont : D. Sperber, L. Scubla, P. Livet et P. Dumouchel).

³ Une tentative eut lieu en France à partir d'un groupe de travail animé par P. Petit dans le cadre du C.N.R.S. Un rapport co-signé par B. Munier et A. Orléan fut produit à cette occasion. Par ailleurs, le PRC Sciences cognitives est resté peu ouvert aux sciences sociales mis à part une tentative au début des années 80 et, plus récemment, la mise à disposition de quelques allocations.

qui concerne un certain nombre d'outils de simulation que l'on commence d'ailleurs à voir poindre en économie.

De plus, si l'on examine attentivement la période actuelle et une période plus ancienne, celle des années 50-60, force est de constater que certaines recherches économiques s'inscrivent bien dans la perspective des sciences cognitives. Prenons l'ordre chronologique :

- dans les années cinquante il est clair que H. Simon, par son double engagement scientifique, comme l'un des pères de l'Intelligence Artificielle d'une part (A. Newell et H. A. Simon), et comme fondateur du courant néo-rationaliste en économie et en science des organisations d'autre part, établit une relation significative entre un programme de recherche économique (le béhaviorisme) et les sciences cognitives (le cognitivisme ou encore computationnalisme). Dans un cas le projet est de mettre au point des modèles et des langages de simulation de processus de résolution de problèmes. Dans l'autre il s'agit de simuler les décisions des organisations à partir de modèles reposant sur le principe que celles-ci doivent s'analyser comme des systèmes de décision et de résolution de problèmes.

- Dans les années 90, émerge un programme de recherche nouveau : l'économie computationnelle. A. Leijonhufvud crée le Center for Computable Economics en 1993 à l'Université de Californie de Los Angeles, centre auquel sont associés M. Aoki, J. McCall, K. Vellupillai... Dans l'un des premiers textes qu'il y écrit (A. Leijonhufvud, 1993), il observe que la théorie de l'équilibre général néo-classique est *top down* alors qu'il convient de mettre en œuvre une approche *bottom up* : « Il est préférable de concevoir l'économie comme un réseau de processeurs en interaction, chacun disposant d'une capacité de traitement de l'information inférieure à celle requise par un processeur central qui devrait résoudre le problème de l'allocation globale pour le système entier » (p. 9). A la question de savoir comment unifier la théorie économique, il répond : « L'économie doit être considérée comme une machine dont la fonction est de *computer* l'équilibre » (p. 20).

- Dans les années récentes on assiste au développement d'un grand nombre de modélisations de systèmes économiques artificiels sur ordinateur. L'un des plus connus est le projet ECHO animé par J. Holland et dont les premières esquisses datent des années 70. La modélisation porte sur des systèmes *cas* (*complex adaptive systems*) constitués à partir d'agents en interaction, agents qui sont décrits en terme de règles du type SI...ALORS. Il s'adaptent au fur et à mesure que leur expérience s'accumule en modifiant les règles. Mais l'environnement de chaque agent est composé pour partie d'autres agents qui ont le même type de comportement. Cette caractéristique est « l'une des principales sources de la structure temporelle complexe que le système peut engendrer ». Le modèle fait aussi appel à des algorithmes génétiques.

- Les réseaux neuronaux, dont l'origine remonte aux travaux de McCulloch et Pitts (lors de la première cybernétique) et qu'exploite le courant connexionniste, sont aussi utilisés en économie, quoique comme outil de classification principalement.

- Par ailleurs, l'approche en terme de connaissance distribuée, à laquelle on doit associer en économie le nom de Hayek, peut être mise en relation aujourd'hui avec ce qu'on appelle l'intelligence Artificielle Distribuée ou avec les systèmes multi-agents.

- Nous avons déjà évoqué la relation étroite établie récemment entre la théorie des jeux et la logique épistémique (cf. ci-dessus).

S'il existe des relations significatives entre certains programmes de recherche assez spécifiques relevant de ce que nous appelons l'économie cognitive (que nous n'avons pas encore précisément définie) et les sciences cognitives, cela signifie-t-il que, le cas échéant, un programme de recherche d'économie cognitive puisse s'intégrer dans le programme plus vaste des sciences cognitives ? On ne peut répondre affirmativement à cette question dans la mesure où, pour l'essentiel, les sciences cognitives semblent avoir pour objet d'étude principal l'intelligence humaine c'est-à-dire l'intelligence d'un individu.

Néanmoins, il n'est pas inconcevable de « caler » l'économie cognitive sur les sciences cognitives en lui fixant pour objectif principal l'étude de quelque chose qui n'est pas au cœur de ces dernières quoiqu'en développement : l'intelligence ou la cognition collective, ou encore l'intelligence socialisée. Cela présente l'intérêt de contribuer à nourrir un niveau d'analyse que les sciences cognitives ont peu approfondi mais qui semble utile dans la mesure où, même lorsqu'on étudie un individu, l'intelligence comporte nécessairement une dimension sociale.

Finalement, nous sommes amenés à concevoir l'Economie Cognitive comme un Programme de Recherche s'articulant, dans la mesure du possible, avec les Sciences Cognitives et s'inscrivant dans un projet plus global de réflexion et d'étude sur la cognition interindividuelle et sur la cognition collective. La fin poursuivie, avec un programme de ce type, est d'étudier la cognition dans la perspective d'une meilleure compréhension des activités économiques et sociales, et d'explorer l'influence des systèmes cognitifs, selon leurs propriétés générales et particulières, sur le fonctionnement et les performances des systèmes économiques, aux différents niveaux où l'on peut les étudier. Mais l'objectif peut être aussi d'éclairer le rôle des activités économiques et sociales dans le développement ou la structuration de la cognition interindividuelle ou collective. Comme, par ailleurs, la connaissance individuelle procède toujours, à partir d'un certain niveau, d'une interaction sociale, on comprendra l'imbrication étroite entre les aspects économiques et les aspects cognitifs, tant au niveau individuel que collectif.

III - L'Économie cognitive comme Programme de Recherche.

Afin de spécifier le programme de recherche de l'Économie Cognitive, nous allons partir de la présentation que fait D. Andler du programme de recherche initial de sciences cognitives c'est-à-dire du cognitivisme. Notre intention n'est pas de nous aligner sur celui-ci. Il s'agit simplement d'un point de départ utile, doublement : (i) pour inaugurer le dialogue que les économistes doivent selon nous avoir avec les spécialistes des sciences cognitives, et ainsi mieux articuler les éléments des programmes de recherche respectifs ; (ii) pour situer le type et la nature des orientations constitutives d'un programme de recherche dans le domaine de l'économie cognitive. Nous allons tirer parti de ce texte en l'utilisant comme base de réflexion pour spécifier des orientations qui puissent être mises en correspondance avec celles définissant les sciences cognitives, ou situées de façon complémentaire.

Selon D. Andler le paradigme classique fondateur des sciences cognitives, c'est-à-dire le paradigme cognitiviste, peut être caractérisé, « en simplifiant à l'extrême » écrit-il, à partir de trois propositions que nous allons commenter et dont nous allons tirer parti successivement.

« 1- Le complexe esprit/cerveau est susceptible d'une double description, matérielle ou physique au sens large... et informationnelle ou fonctionnelle ; ces deux niveaux sont largement indépendants, et le rapport qui s'établit entre eux est à l'image de celui qui lie un ordinateur en tant que système physique à la description du même appareil en tant que système de traitement de l'information. »

L'ordinateur fonde métaphoriquement l'architecture du domaine laquelle, selon D. Andler, « même en ces temps de contestation, demeure largement partagée » (p. 14). La double description évoquée permet, et c'est essentiel dans l'émergence des sciences cognitives, de séparer l'étude de l'esprit de celle du fonctionnement matériel. En d'autres termes, cela revient à séparer le *hard* du *soft*. Cette première orientation peut être reprise et admise par les économistes mais elle ne peut avoir, dans cette discipline, la même portée stratégique que dans le contexte de la psychologie et des sciences cognitives.

Puisque notre but est d'identifier les principes susceptibles de fonder un programme de recherche, il nous semble opportun de faire ici état d'un élément qui demeure naturellement implicite dans l'énoncé présenté mais qui a, par contre, un sens plus stratégique dans notre contexte disciplinaire : la reconnaissance du système cognitif comme objet d'étude légitime et comme élément déterminant de la compréhension des systèmes économiques, quel qu'en soit le niveau.

En ce qui nous concerne, nous imaginons mal qu'un programme de recherche sur l'économie cognitive puisse avoir un autre point de départ que l'affirmation : (i) de l'importance de l'étude des

capacités cognitives des individus (constitution de leur univers de perception) (ii) de la nécessité constante de justifier, par un examen précis de leur pertinence (par rapport à théorie ou à réalité), les hypothèses cognitives faites, (iii) de la nécessité d'explorer toujours l'influence des capacités cognitives imputées aux agents sur les résultats des modèles proposés.

Un programme de recherche en économie cognitive nous engage ainsi inévitablement dans la voie d'une micro-économie pour une raison immédiate : la cognition est par essence une opération individuelle. Mais comme nous l'avons souligné (et observé avec la théorie des jeux) la connaissance n'est pas qu'individuelle : elle comporte une dimension sociale et est aussi inter-individuelle.

Nous pouvons nous appuyer, pour défendre ce point de vue, sur les phénomènes de co-évolution. En écologie, on dit qu'il y a co-évolution quand l'évolution d'une espèce affecte l'évolution des espèces avec lesquelles elle interagit si bien que l'on assiste à une évolution globale associant une espèce et son environnement. R. Nelson et S. Winter ont clairement illustré, dans leur ouvrage de 1982, la co-évolution des structures industrielles et de ce qui est, dans leur modèle, la manifestation caractéristique du système cognitif des entreprises, à savoir la productivité (cf. chap 11).

Ce point a été souligné récemment par A. Kirman qui, dans un plaidoyer en faveur de la prise en compte par les économistes, des structures d'interaction, souligne que l'on doit « considérer que les agents apprennent en fonction de leur environnement et que l'environnement lui-même apprend en fonction des changements du comportement individuel. La vitesse de ces deux processus d'apprentissage ne doit pas être considérée comme étant très différente. » Dès lors, on ne peut, lorsque l'on veut étudier l'influence de la structure d'un système sur ses caractéristiques globales, considérer que sa structure est stable et que les individus recherchent l'adaptation optimale à celle-ci. Si, comme l'admettent dorénavant bon nombre d'économistes, on ne peut ignorer les arrangements organisationnels (dont font partie les marchés), alors on ne doit pas ignorer davantage leur influence sur les comportements des agents et le *feedback* qui en résulte. Ce qui impose de formuler des hypothèses précises autres que celles de la recherche de l'adaptation optimale, sur leur système de décision et leur dispositions cognitives.

Affirmer la nécessité de prendre en compte les systèmes cognitifs individuels ne présente aucun intérêt dans le contexte des sciences cognitives. A l'inverse, en sciences économiques, la même affirmation revêt un caractère stratégique à partir du moment où elle implique la reconnaissance de l'hétérogénéité des compétences cognitives et l'instabilité des règles de décision.

« 2- au niveau informationnel, le système cognitif de l'homme.. est caractérisé par ses états internes ou mentaux et par les processus qui conduisent d'un état au suivant. Ces états

sont représentationnels : ils sont dotés d'un contenu renvoyant à des entités externes (on dit aussi qu'ils sont sémantiquement évaluables) »

Cet énoncé, avec le suivant, détermine le caractère « computo-représentationnel » de l'approche cognitive. On le retrouve très précisément énoncé dans l'ouvrage de J. March et H. A. Simon et dans celui de R. Cyert et J. March déjà cités, ce qui n'est pas surprenant compte tenu de leur origine (le courant néo-rationaliste du Carnegie Institute of Technology des années 50).

Ce principe est aussi pertinent en sciences économiques que dans le contexte des sciences cognitives. Il est toutefois contesté par le courant connexioniste qui développe une approche non symbolique. Pour celui-ci « le sens n'est pas enfermé à l'intérieur de symboles : il est fonction de l'état global du système et reste lié à l'activité générale dans un domaine donné. » Mais, comme nous l'avons dit, nous ne cherchons, pas pour le moment, à trancher entre des courants et des options paradigmatiques. Nous nous intéressons plutôt à la nature des enjeux ou du type d'orientation que soulignent les énoncés programmatiques des sciences cognitives.

Nous retenons par conséquent qu'un programme de recherche cognitif doit souligner l'importance de la faculté qu'ont les agents à spécifier leur monde (leur « univers stratégique »), que cette spécification soit conçue sur le mode de la représentation, sur celui de l'interprétation ou sur celui des schèmes d'interaction et des corrélations. D'une certaine façon, cette reconnaissance est tout simplement celle de la subjectivité.

« 3- les états ou représentations internes sont des formules d'un langage interne ou « mentalais » proche des langages formels de la logique. Les processus sont ceux que la logique qualifie d'effectifs : ils sont principalement réductibles à un petit nombre d'opérations primitives dont l'exécution par une machine va de soi (elle n'exige aucune « interprétation »)... »

La question ici soulevée est celle du langage dans lequel peut être exprimé l'état « interne » ou la subjectivité de l'individu. En d'autres termes, il s'agit de savoir comment décrire la compétence cognitive de l'agent dans le domaine où s'exerce son activité. Dans le contexte des sciences cognitives, l'un des modes de description privilégié est celui de la logique moderne. Certains courants postulent un système « symboliques » au sens minimal selon D. Andler, c'est-à-dire consistant en symboles renvoyant à des entités extérieures. En économie, le plus souvent, la représentation imputée à l'acteur est faite dans les mêmes termes que ceux utilisés pour décrire son environnement et ses actions. Le manque d'information peut se traduire par des probabilités sur les états du monde susceptibles de se réaliser,

mais la sémantique de description de ces états par l'agent et celle qu'utilise le modélisateur sont les mêmes.

J. Marschak et R. Radner (1972) introduisent la possibilité que l'agent économique voit le monde au travers d'une structure d'information qui induit une partition des états possibles de celui-ci ¹. Les structures d'information possibles peuvent être comparées du point de vue de leur finesse. La structure la plus fine correspond à l'information complète et est telle que chaque élément de la partition est un ensemble à un état. Cette axiomatique permet de différencier les structures d'information de chaque agent qui sont donc des représentations du monde distinguables par leur degré de finesse mais pas toujours comparables.

Pour B. Walliser (2000), qui s'appuie sur une interprétation fondée sur la logique épistémique, le savoir de l'acteur s'exprime dans le même langage que celui du modélisateur. Le savoir se présente globalement « comme un stock de propositions auxquelles [l'acteur] adhère.. ». L'opérateur de connaissance, qui « indique, pour toute proposition P ... considérée par le modélisateur, si l'acteur la connaît ou non, est défini par le modélisateur pour traduire le savoir de l'acteur ». L'acteur est doté d'une représentation de l'environnement qui s'exprime dans les mêmes termes et le même langage que la connaissance « objective » dont dispose l'observateur.

Il existe d'autres modes de description du comportement et du système cognitif de l'agent en économie. Notamment ceux faisant appel à la représentation par des algorithmes et fondée sur une conception computationnelle de son comportement. Le modèle général de la prise de décision de R. Cyert et J. March en est le meilleur exemple. Dans ce cas, la sémantique interne l'agent est également identique à celle utilisée par le modélisateur pour décrire l'interaction entre l'agent et l'environnement.

La question essentielle nous semble, à ce stade, être la suivante : Peut-on imaginer une coupure, une différence entre, d'un côté, la sémantique de description des états du monde et de l'action de l'agent dans le monde et, de l'autre, la nature des opérateurs et des éléments de connaissance tacite « internes » ? Peut-on s'affranchir du type de représentation le plus courant en économie consistant à imputer à l'acteur une rationalité opérant sur des états ou des « savoirs » exprimés dans les mêmes termes que ceux du monde et des actes ? La réponse est doublement positive : (i) on peut s'affranchir d'une approche « représentationniste » et il existe même un courant de recherche en sciences cognitives qui se pose en alternative aux approches computationnistes. Il s'agit du connexionisme ; (ii) en économie, la représentation de l'univers interne de l'agent en terme de routine, telle que R. Nelson et S. Winter l'ont définie, nous semble constituer une bonne illustration de cette dernière approche. Nous allons y revenir ci-dessous.

¹ Le principe de partition se retrouve en logique épistémique lorsque certains axiomes sont simultanément satisfaits.

Nous en déduisons qu'un programme de recherche en économie cognitive doit autoriser un élargissement du spectre des modes de représentation de telle façon qu'il soit convenu que l'agent n'est pas nécessairement enfermé dans un cadre cognitif pré-déterminé par le modélisateur et/ou qui, à quelques facteurs près, reproduise la structure de son interaction effective avec l'environnement. Ce qui compte, ce n'est pas le caractère « réaliste » ou fondé de la façon de concevoir ce fonctionnement « interne ». L'essentiel, du point de vue de la modélisation, réside selon nous dans l'instauration d'une dissociation entre les deux univers de telle façon que le problème de l'évolution de l'agent vers un équilibre ou un état stable soit posé dans toute sa complexité.

In fine, un Programme de Recherche d'Economie Cognitive devrait intégrer les éléments suivants :

1- La reconnaissance de l'importance de l'étude des capacités cognitives des individus et l'affirmation de la nécessité de justifier, par examen de leur pertinence (par rapport à une théorie ou à la réalité), les hypothèses cognitives faites. Cela implique la nécessité de chercher à apprécier, autant que possible, l'influence des capacités cognitives imputées aux agents sur les résultats des modèles proposés.

2- La reconnaissance du rôle de la représentation et/ou de l'interprétation dans la formation ou les manifestations des connaissances

3- L'affirmation du rôle de la Computation et des capacités computationnelles.

4- L'attention portée aux processus d'apprentissage, à différents niveaux. Ce qui implique la reconnaissance du caractère cumulatif et de l'historicité de la connaissance. Cette cumulativité n'étant pas nécessairement assimilable à un phénomène de stockage dans la mesure où l'extension des connaissances peut impliquer des restructurations et des réorganisations.

5- L'étude des manifestations ou du comportement global d'un système collectif comme résultat d'interactions individuelles entre individus, interactions dans lesquelles les représentations et les modes d'adaptation, éventuellement, varient mutuellement, c'est-à-dire co-évoluent.

6- L'application, s'il y a lieu d'en parler, d'un principe de hiérarchie, consistant à analyser comment les fonctions cognitives organisationnelles (collectives ; de niveau supérieur) résultent de cette adaptation mutuelle des unités de niveau inférieur (phénomène d'émergence ou auto-organisation), de leur co-évolution ainsi que de la co-évolution du système et de son environnement.

7- La reconnaissance du rôle heuristique des outils informatiques pour simuler les interactions complexes entre agents d'un système.

8- La reconnaissance de la pertinence des concepts informatiques et des architectures que les informaticiens proposent.

IV - L'Économie cognitive : ses dilemmes internes

Nous avons affirmé à plusieurs reprises que l'énoncé d'un programme de recherche visait moins à suggérer des options spécifiques, quasi paradigmatiques, qu'à énoncer des orientations, des principes suffisamment généraux pour conférer au programme un certain caractère œcuménique. Le moment est venu d'aborder les clivages « doctrinaux » ou, du moins, certains problèmes ouvrant sur des options tranchées.

Premier dilemme : la diversité des courants au sein des sciences cognitives (cognitivisme, connexionnisme, constructivisme)

Au delà de leur unité thématique et de quelques orientations fédératrices, les sciences cognitives sont plurielles. Plusieurs courants cohabitent, chacun d'eux privilégiant des orientations, des principes d'analyse et de représentation spécifiques. Trois au moins peuvent être recensés : le cognitivisme (ou computationnalisme) ; le connexionnisme et le constructivisme. Le premier est parfaitement représenté (sans exclusivité) par le béhaviorisme en économie ou, plus simplement, par les théories de la décision auxquelles recourent les économistes. Le second se manifeste dans la discipline par un certain nombre de travaux recourant à des techniques de simulation spécifiques (les algorithmes génétiques par exemple). Le troisième, auquel nous pouvons associer plus particulièrement le nom de J. Piaget, n'a pas à notre connaissance de projection particulière en économie ¹ mis à part quelques travaux plutôt épistémologiques.

La question qui se pose est celle de savoir quelle incidence peut avoir cette variété paradigmatique sur un projet de programme de recherche en économie cognitive. Au travers de la représentation de l'agent économique comme agent maximisateur opérant à partir d'une représentation de son environnement sémantiquement évaluable, l'essentiel de la recherche en économie se rangerait, de façon triviale, sous la bannière du cognitivisme. Avec cette réserve pourtant considérable que les capacités computationnelles sont rarement explorées et évaluées. Car l'étude des capacités cognitives imputées aux agents économiques dans certains modèles, sous l'angle computationnel, peut révéler des limites très importantes. Ainsi, dès 1957, M. Rabin montrait « qu'il existe actuellement des jeux *win-lose* ² strictement déterminés pour lesquels il n'existe aucune stratégie gagnante effectivement calculable (*computable*) ».

Or, si le connexionnisme semble représenter, dans le concert des sciences cognitives, une voie de dépassement du cognitivisme, l'économie demeure manifestement attachée à une conception de la

¹ Formulons une hypothèse : l'approche conventionnaliste peut être conçue comme une illustration d'un constructivisme en économie.

² Il s'agit de jeux strictement déterminés dans lesquels l'un des joueurs dispose de stratégies gagnantes.

rationalité qui la rapproche plutôt de ce dernier. Cependant, un programme de recherche en économie cognitive a pour fonction d'inciter à une certaine vigilance quant au type de capacité cognitive imputée et à son niveau. Si bien qu'une application stricte de ses orientations et, notamment, de l'évaluation de la computabilité, constitue à nos yeux une première voie de progrès permettant de mieux assurer la base cognitive des modèles économiques, quand bien même il s'agit de modèles que certains jugeraient contestables pour d'autres motifs (argument de rationalité limitée par exemple).

Le recours aux mathématiques (analyse numérique) et aux fonctions récursives permet de tester la computabilité. Il existe un autre moyen plus accessible au non mathématicien. Il s'agit de la simulation dynamique sur ordinateur. Celle-ci peut, selon nous, fournir un outil précieux pour tester et évaluer les exigences computationnelles d'un certain nombre de modèles de comportements.

L'orientation computationniste n'est toutefois pas exclusive de l'usage de modes de représentation inspirés par le connexionnisme. Nous allons en donner une illustration importante plus loin.

Un second dilemme : information vs connaissance

Les économistes ont tendance à ne pas suffisamment distinguer les notions d'information et de connaissance. L'une des métaphores fréquemment utilisée et pourtant inopportune, consiste à considérer que la connaissance est le stock dont l'information est le flux. Cette image trouve son origine dans une vision intuitive consistant à poser l'existence d'une mémoire dans laquelle l'agent stocke toutes les informations obtenues au fil du temps et dans laquelle il puiserait en fonction de ses besoins.

Outre le fait qu'en retenant cette vision, on écarte la question de la validité et de la cohérence des informations ainsi stockées, le principal problème vient du fait que la connaissance n'est pas assimilable à un stock et qu'elle peut se réorganiser. Si l'on part du principe (non cognitiviste) que la connaissance se manifeste au travers des actes de l'agent, qu'elle s'y trouve impliquée, on doit admettre qu'elle a un caractère relationnel. C'est l'un des principes de l'approche constructiviste à la Piaget dont l'épistémologie illustre le mieux cette conception relationnelle de la structure ¹. Ce qui revient à poser, selon un vieux principe énoncé par Ashby que ce que l'on étudie, c'est toujours l'ensemble (ou le système) constitué par un agent et son environnement (et non l'agent vu comme système, confronté à « son » environnement).

Dans la vision standard de l'agent en économie, la distinction entre connaissance et structure ou n'existe pas, ou alors est implicite. Dans la représentation issue de la théorie de la décision, l'agent dispose d'une information sur l'état de son environnement que l'on assimile à une connaissance mais qui n'est pas un savoir. Au sens, par exemple, où B. Walliser parle d'un savoir de nature explicative

¹ Ce qui ne facilite pas toujours, quoiqu'on en dise, la compréhension de l'usage de la notion de structure par Piaget.

dérivé d'opérations d'inférence causale réalisées par l'agent (B. Walliser, 2000, chap. 2). Si la connaissance est présente dans les modèles économiques, le plus souvent c'est au travers de la structure des actes possibles de l'agent qu'elle se manifeste, c'est-à-dire au travers du sens causal du modèle (information sur les états → actes → conséquences en terme d'états). Mais il s'agit d'une capacité, (ou d'une dotation) conférée à l'agent par le constructeur du modèle, et au travers d'une structure stable. C'est pour cela que nous la qualifions d'implicite. Dans la plupart des modèles économiques, il n'est donc question que d'information. Ce qui ne doit pas surprendre dans la mesure où la question centrale implicite est celle de la coordination (en un sens souvent plus quantitatif que structurel).

Le dilemme dont il est ici question est finalement celui d'avoir à choisir entre une conception de l'agent supposé raisonner en fonction des « états de la nature » et une conception de l'agent censé élaborer des plans et s'insérer dans le monde en terme de causalité. Dans le premier cas, la causalité est définie une fois pour toute dans le modèle et l'agent raisonne par rapport aux conséquences de ses actes plutôt qu'en terme d'acteur intervenant physiquement dans le monde. Il peut jouer sur l'intensité de ses actes, non modifier leur structure. Dans le second cas, la voie est ouverte à des séquences d'action, à des jeux d'actions, à des informations croissantes pendant l'exécution d'un plan etc. Si les économistes demeurent généralement proches de représentations dans lesquelles la structure opératoire de l'agent est implicite et invariante, le recours accru à certains outils de simulation sophistiqués peut faire évoluer cette attitude.

Troisième dilemme : information liée vs information non liée.

Il existe deux occasions d'obtenir de l'information : via le résultat d'une action entreprise pour un autre motif que l'obtention d'information, ou via le résultat d'une action destinée spécifiquement à obtenir de l'information. Dans le premier cas, nous parlons *d'information liée*. Dans la seconde *d'information non liée ou libre*. Un cas hybride est concevable lorsque l'action décidée subit un infléchissement pour permettre à la fois d'atteindre un but « physique » et d'obtenir cependant une information recherchée. Il s'agit en quelque sorte d'actions-test, ou encore de stratégie exploitant une possibilité d'information croissante.

La question de savoir d'où vient l'information et comment elle est obtenue est cruciale en économie. Si l'on admet que l'information peut avoir son origine en dehors d'une transaction économique, on ouvre la voie à la prise en compte du social. On va dans la voie de l'encastrement chère à Granovetter. Si l'information est nécessairement liée, la cognition de l'agent est totalement solidaire de son activité économique et l'univers cognitif mis en jeu par les actes économiques est spécifiquement économique.

Quatrième dilemme : le niveau subsymbolique des routines versus le système computationnel

Le connexionnisme se développe en opposition au cognitivisme. Plus précisément, il implique l'abandon du principe selon lequel l'explication des phénomènes cognitifs requiert un niveau symbolique distinct. On le qualifie parfois de « paradigme sub-symbolique » (F. Varela, 1988) pour exprimer l'idée que l'état global du système étudié émerge d'un réseau d'entités se situant à un niveau plus fin que le niveau symbolique. Le connexionnisme s'oppose au computationnisme qui, dans le cas de la firme, conduirait à concevoir celle-ci comme un système de décision (J. Marschak et R. Radner par exemple) ou un système de traitement de l'information (R. Cyert et J. March par exemple).

Se situer au niveau sub-symbolique peut sembler hors de propos dans une perspective économique. Cependant, il existe selon nous un exemple simple et célèbre de cette démarche. Il s'agit de l'usage de la notion de routine par R. Nelson et S. Winter (1982).

Cette notion relève du niveau sub-symbolique dans la mesure où, comme les gènes, il s'agit d'un élément déterminant du comportement qui ne constitue pas un élément de représentation d'un objet extérieur. « Tout schème de comportement régulier et prédictible d'une firme est une routine » (p. 14). La structuration du comportement se fait ainsi sur de bases radicalement différentes de celles du modèle de décision habituellement utilisé en économie. Selon l'approche évolutionniste de R. Nelson et S. Winter, le couple décision-action n'existe pas et ils se dispensent du tryptique [objectif - ensemble de choix possibles - règle de maximisation] (1982, p. 14). Les routines sont les lieux de stockage d'une connaissance qui est le plus souvent tacite. Une entreprise est un ensemble de routines dont chacune peut être remplacée ou modifiée. Une fois mises en activité, les routines déterminent le comportement global du système étudié (en général : la firme).

La mise en jeu d'une routine n'est pas de l'ordre de la computation en ce sens qu'elle n'implique pas une opération effectuée sur des symboles présumant « qu'un agent réagisse en représentant les éléments pertinents des situations dans lesquelles il se trouve » (F. Varela, 1988, p. 37). Les règles, les procédures, les descriptions de tâches sont autant d'instruments de représentation et de structuration implicite des conduites qui ne sont pas de l'ordre de la manipulation de symboles. Nous sommes dans un autre paradigme que le paradigme rationaliste, fût-ce un paradigme de rationalité limitée à la Simon.

Nous pouvons interpréter et prolonger le propos de R. Nelson et S. Winter en avançant que les routines sont les composantes d'un ensemble qui sont créées puis remplacées en fonction de leurs interactions mutuelles et de l'efficacité du système auquel elles participent ¹. La configuration du

¹ Nous ne soulevons ici ni le problème de l'objet de sélection (la firme ou la routine ?), ni celui des modalités de la sélection. Il y a là une difficulté qui s'explique par l'orientation biologique et Darwinienne du cadre d'analyse utilisé par R. Nelson et S. Winter même s'ils se défendent, à juste titre, d'exploiter la métaphore. Pour notre propos ici cette

système a sans doute autant d'importance que les caractéristiques de chacune des composantes. On est plus dans une logique d'émergence que dans celle d'un cadre délibératif dont les composantes s'améliorent en fonction des informations reçues et par l'exercice de la décision. Bien entendu la structure interne n'est pas sans lien avec les contraintes externes. Ce bouclage met en jeu un phénomène « d'énaction » c'est-à-dire un processus de structuration de la réalité (K. Weick, 1979 ; F. Varela, 1988).

Dernière observation : le fait qu'à certains niveaux le fonctionnement soit émergent n'est pas incompatible avec l'existence de modes délibératifs et intentionnels à des niveaux élevés.

Cinquième dilemme : le dilemme de Sperber

On peut souligner une conséquence de ce qui précède en exploitant ce que nous appelons le dilemme de Sperber. Selon cet auteur, l'individualisme au sens fort n'est pas compatible avec un cognitivisme au sens fort. Un cognitivisme au sens fort implique des interprétations causales « naturelles » qui amènent à envisager des explications infra-individuelles. C'est le niveau auquel il faut se situer en effet pour disposer d'explications matérialistes. Or, se situer au niveau infra-individuel c'est renoncer au programme individualiste fort. Si bien que nous aurions une incompatibilité entre un programme individualiste fort, auquel souscrit en principe la grande majorité des économistes, et un programme cognitiviste fort.

Il n'y a évidemment dilemme que si nous acceptons le principe selon lequel une approche matérielle est requise et doit, par nature, se situer à un niveau infra-individuel.

Conclusion

Au travers d'un ensemble de travaux variés, tant par les problèmes abordés que par les options théoriques ou épistémologiques retenues, l'économie de l'information, qui est apparue dans les années 60, concentre aujourd'hui une part importante de la recherche en économie. Il est pleinement légitime de s'interroger sur le contenu et l'opportunité de la mise en avant d'un programme de recherche en économie cognitive. D'une part pour structurer le domaine, et en clarifier les enjeux et les orientations. D'autre part afin de pousser à une clarification conceptuelle et à une discussion des bases

question peut être laissée de côté. Si nous devons l'aborder, la discussion de ce problème nous conduirait à suggérer de recourir à la notion de « meme » de R. Dawkins (1982) c'est-à-dire une unité élémentaire de culture ou de signification : « une idée, un comportement, un style ou un usage qui se propage de personne à personne au sein d'une culture ».

épistémologiques des recherches effectuées dans le domaine. Nous avons souligné quelques uns des enjeux d'une telle clarification. Nous avons insisté notamment sur le problème des vitesses d'ajustement relatives de la connaissance et des interactions effectives.

Les dilemmes dont il a été fait état sont autant d'occasions de souligner certaines alternatives majeures. Notamment : (i) la question des places respectives de l'économie de la connaissance et de l'économie cognitive « au sens strict », (ii) la différence entre l'orientation computationniste dont relèvent les approches standard des comportements économiques, et l'orientation connexionniste qu'illustre par exemple la conception évolutionniste de l'entreprise, (iii) le problème de la relation entre un programme de recherche en économie cognitive et celui relatif aux sciences cognitives.

Nous avons présenté une esquisse de ce que pourrait être le programme de recherche en économie cognitive. Nous insistons plus particulièrement sur le fait qu'à l'instar des sciences cognitives, un tel programme se manifeste par des courants éventuellement divergents dont les différences sont autant de facteurs de dynamisme de la recherche dans le domaine. Nous soulignons également tout le parti que pourraient retirer les économistes s'ils s'inspiraient davantage d'un certain nombre de travaux accomplis dans le champ des sciences cognitives et dont pourrait résulter un renouvellement des approches qu'ils utilisent.

Paris, avril 2002

Bibliographie

- Akerlof, G. A. (1970), The market for lemons: quality and the market mechanism. *Quarterly Journal of Economics*, vol. 84.
- Alchian, A. A. (1949), *An Airframe production function*, Rand Paper.
- Alchian, A. A. (1950), Uncertainty, evolution and economic theory, *Journal of Political Economy*, vol. 58.
- Alchian, A. A. (1970), Information Costs, Pricing, and Resource Unemployment, in Phelps E. S. (ed.), *Microeconomic Foundations of Employment and Inflation Theory*, Norton.
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école américaine, *Econometrica*, vol. 21.
- Andler, D. (1992), *Introduction aux sciences cognitives*, Gallimard.
- Andler, D. (1987), Progrès en situation d'incertitude, special issue of *Le Débat* (Une nouvelle science de l'esprit), n° 47, November.
- Ansoff, H. I. (1965), *Corporate Strategy*, McGraw-Hill.
- Arrow, K. (1959), Towards a theory of price adjustment, in Abramovitz, M. (ed), *The Allocation of Economic Resources*, Stanford University Press.
- Arrow, K. (1962a), Economic welfare and the allocation of resources for invention, in *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, N.B.E.R., Princeton University Press.
- Arrow, K. (1962b), The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies*.

- Arrow, K. (1963), Uncertainty and the Welfare economics of medical care, *American Economic Review*.
- Arrow, K. 1974. *The Limits of Organization*. W.W. Norton and Co, New York.
- M. Bacharach, M., Gerard-Varet, L. A., Mongin, P. and Shin, H. (Eds.), *Epistemic Logic and the Theory of Games and Decisions*, Kluwer.
- Barone, E. (1908), Il Ministro della Produzione nello Stato Collettivista, *Giornale degli Economisti*.
- Becker, G. S. (1962), Investment in human capital: A theoretical analysis, *Journal of Political Economy*, vol. 70.
- Bonanno, G. (2000), *Information, Knowledge and Belief*, University of California.
- Boulding, K. (1966), The Economics of Knowledge and the Knowledge of Economics, *American Economic Review*, vol. 56, n° 2.
- Boulding, K. (1968), Knowledge as a Commodity, in: *Beyond Economics: Essays on Society, Religion and Ethics*, University of Michigan Press.
- Chamberlin, E. H. (1933), *Theory of Monopolistic Competition*, Oxford University Press.
- Coase, R. (1937), The nature of the firm, *Economica*.
- Cyert, R. M. and March, J. G. (1963), *A behavioral theory of the firm*, Prentice Hall.
- Denison, E., (1962), *The Sources of Economic Growth in the United States*, Washington, D.C.: Committee for Economic Development.
- Drucker, P. F. (1964), *Managing for results*, Harper & Row.
- Durand, R. et Quelin, B. (1999), Contribution de la théorie des ressources à une théorie évolutionniste de la firme, in Baslé, M. and alii (eds), *Approches évolutionnistes de la firme et de l'industrie*, L'Harmattan.
- Fellner, W. (1949), *Competition Among the Few - Oligopoly and Similar Market Structures*, Alfred A. Knopf.
- Granovetter, M. (1973), The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology*.
- Granovetter, M. (1988), The Old and the New Economic Sociology, in Friedland, R. et Robertson, A. (eds.), *Beyond the Marketplace, Rethinking Economy and Society*, Adline de Gryter.
- Griliches, Z. (1960), Hybrid corn and the economics of innovation, *Science*, 29 juillet. Reprinted in Rosenberg, N. (1971), *The economics of technological change*, Penguin, Harmondsworth.
- Hamel, G. and C.K. Prahalad, C. K. (1990), The Core Competence of the Corporation, *Harvard Business Review*.
- Hart, O. (1995), *Firms, contracts, and financial structure*. Oxford: Oxford University Press.
- Hart, O. and Moore, J. (1990), Property rights and the nature of the firm, *Journal of Political Economy*, vol. 98.
- Hayek, F. A. (ed.) (1935), *Collectivist Economic Planning*, Clifton. Reprint : Augustus M. Kelley, 1975.
- Hayek, F. A. (1945), The Use of Knowledge in Society, *American Economic Review*, vol. 35.
- Hintikka, J. (1962). *Knowledge and Belief*, Cornell University Press.
- Houthakker, H. S. (1959), Education and Income, *Review of Economics and Statistics*.
- Hurwicz, L. (1972), On Informationally Decentralized Systems, in *Decision and Organization* (Volume in Honor of Jacob Marschak), Edited by Radner, R. and McGuire, C. B., North-Holland.
- Jensen, M. C. and Meckling, W. H. (1992), Specific and general knowledge and organizational structure, in Werin, L. and Wijkander, H. (eds.), *Contract Economics*, Basil Blackwell.
- Jensen, M. and Meckling, W. (1976), Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs, and ownership structure, *Journal of Financial Economics*.
- Kahneman, D., Slovic, P., and Tversky, A. (1982), *Judgment under uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge University Press.
- Kaldor, N. (1934), *The equilibrium of the firm*, *Economic Journal*.
- Kirman, A. 1997, Interaction and markets, Southern European Economics Discussion Series, n°166.
- Kirman, A. (1999), Quelques réflexions à propos du point de vue des économistes sur le rôle de la structure organisationnelle dans l'économie", *Revue d'Economie Industrielle*, n° 88.
- Kirman, A. (1992), Variety: the Coexistence of Techniques, *Revue d'Economie Industrielle*, n° 62.
- Klein, B. H. and Meckling, W. H. (1958), An application of operations research to development decisions, *Operations Research*, vol. 6.
- Klein, B. H. (1958), A radical proposal for R&D, *Fortune*, vol. 57, n° 5.

- Knight, K. (1921), *Risk, uncertainty and profit*, Houghton Mifflin.
- Kuhn, T.S. (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press.
- Lamberton, D. M. (1971), *Economics of Information and Knowledge*, Penguin, Harmondsworth.
- Lamberton, D. M. (1993), The information economy re-visited, in Robert Babe (ed.), *Information and Communication in Economics*, Kluwer Academic, Dordrecht.
- Lange, O. (1936), On the Economic Theory of Socialism, *Review of Economic Studies*, vol. 4.
- Lange, O. (1964), *Introduction to Economic Cybernetics*, Pergamon.
- Leijonhufvud, A. (1968), *On Keynesian Economics and the Economics of Keynes: A Study in Monetary Theory*, Oxford University Press.
- Leijonhufvud, A. (1981), *Information and Coordination. Essays in Macroeconomic Theory*, Oxford University Press.
- Leijonhufvud, A. (1993), Towards a Not-Too-Rational Macroeconomics, *Southern Economic Journal*, Vol. 60.
- Lesourne, J. (1991), *Economie de l'ordre et du désordre*, Economica.
- Lesourne, J. et A. Orlean, A. (eds.), (1998), *Self-Organization and Evolutionary Economics*, Economica.
- Lucas, R. E. Jr (1986), Adaptive Behavior and Economic Theory, *The Journal Of Business*, supplement to the October issue. Reprinted as Hogarth R. M. and Reder M. W. (eds.) (1987), *Rational Choice-The Contrast between Economic and Psychology*, The University of Chicago Press.
- Machlup, F. (1962), *The production and distribution of knowledge in the U.S.*, Princeton University Press.
- Mansfield, E. (1961), Technical change and the rate of imitation, *Econometrica*, octobre.
- March, J. G. and Simon, H. A. (1958), *Organizations*, J. Wiley.
- Marschak, J. and Radner, R. (1972), *The Theory of Teams*. New Haven: Yale University Press.
- Marshall, A. (1890-1920), *Principles in economics*, Macmillan.
- Milgrom, P. and Roberts, J. (1982), Limit pricing and entry under incomplete information: An equilibrium analysis, *Econometrica*, vol. 50.
- Milgrom, P., and Roberts, J. (1986), Price and advertising signals of product quality, *Journal of Political Economy*, vol. 94.
- Milgrom, P. and Roberts, J. (1995), Complementarities and fit strategy, structure, and organizational change in manufacturing, *Journal of Accounting and Economics*, vol. 19.
- Milgrom, P. and Roberts, J. (1990), The Economics of Modern Manufacturing: Technology, Strategy and Organization, *American Economic Review*, vol. 80.
- Miller, H. P. (1960), Annual and Lifetime Income in Relation to Education, *American Economic Review*.
- Munier, B. (1997), La rationalité face au risque: de l'économie à la psychologie cognitive, in *Psychologie économique*, edited by Roland-Lévy, C. and Adair, P. (eds), Economica.
- Muth, J. F. (1961), Rational expectations and the theory of price movements, *Econometrica*, vol. 29.
- Nelson, R. R. (1959), The simple economics of basic scientific research, *Journal of Political Economy*, vol. 21.
- Nelson, R. R. and Winter, S. (1982), *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Neumann, J. von and Morgenstern, O. (1944), *Theory of Games*, J. Wiley.
- Osborne, M. J. and Rubinstein, A. (1994), *A course in game theory*, M.I.T. Press.
- Pareto, V. (1896-1897), *Cours d'économie politique*, Lausanne, F. Rouge, 2 vols.
- Paulré, B. et alii (collectif ISYS), (2001a), *Le capitalisme cognitif comme sortie de la crise du capitalisme industriel*, communication au Forum de la régulation, Ecole Normale Supérieure, septembre.
- Paulré, B. (2001b), Préface à C. Azais, A. Corsani et P. Dieuaide (eds.), *Vers un capitalisme cognitif*, L'Harmattan.
- Paulré, B. (2000), L'auto-organisation comme objet et comme stratégie de recherche, in *Décision, Prospective et Auto-organisation, Mélanges en l'honneur de J. Lesourne*, Dunod.
- Penrose, E. T. (1959), *Theory of the Growth of the Firm*, Basil Blackwell.

- Porat, M; (1977), *The Information Economy*, Special Publication, Department of Commerce, Washington D. C.
- Porat, M. (1978), Global implications of the information society, *Journal of Communication*, vol. 28, n°1.
- Rabin, M. O. (1957), Effective Computability of Winning Strategies, in *Contribution to the Theory of Games*, edited by Dresher, M. D. and alii (eds)., Annals of Mathematics Studies, vol. 39.
- Reinganum, J. and Wilde, L. (1986), Settlement, Litigation and the Allocation of Litigation Costs, *Rand Journal of Economics*, vol. 17.
- Rees, A. (1966), Information networks in labor markets, *American Economic Review*, vol. 56, n° 2.
- Richardson, G. B. (1960), *Information and Investment*, Oxford University Press.
- Richardson, G. B. (1972), The organization of industry, *Economic Journal*, vol. 82.
- Robinson, A. (1934), The problem of management and the size of the firm, *Economic Journal*.
- Romer, P. (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*.
- Romer, P. (1990), Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*.
- Ross, S. (1973), The economic theory of agency: The principal's problem, *American Economic Review*, vol. 63.
- Rothschild, M. and J. Stiglitz, J. (1976), Equilibrium in competitive insurance markets: an essay on the economics of imperfect information, *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 90.
- Savage, L. J. (1954), *The Foundations of Statistics*, J. Wiley.
- Schultz, T. W. (1956), Reflections on Agricultural Production, Output and Supply, *Journal of Farm Economics*.
- Schultz, T. W. (1959), Investment in Man: An Economist's View, *The Social Service Review*, vol. XXXIII.
- Schultz, T. W. (1960), Capital Formation by Education", *Journal of Political Economy*.
- Schultz, T. W. (1961), Investment in human capital, *American Economic Review*.
- Schultz, T. W. (1962), Reflections on Investment in Man, *Journal of Political Economy*.
- Schultz, T. W. (1963), *The Economic Value of Education*, Columbia University Press.
- Shapiro, R. and Varian, H. (1998), *Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy*, Harvard Business School Press.
- Simon, H. (1991), Bounded rationality and organizational learning, *Organization Science*, vol. 2.
- Spence, A. M. (1974), Market signaling informational transfer in hiring and related screening processes, Harvard economic studies, nr.143.Cambridge, Mass.
- Spence, A. M. (1973), Job market signalling, *Quarterly Journal of Economics*, vol. 87.
- Spence, M. and Zechauser, R. (1971), Insurance, Information and Individual Action, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, vol. 61.
- Stigler, G. J. (1961), The economics of information, *Journal of Political Economy*, vol. 69.
- Stigler, G. J. (1962), Information in the labor market., *Journal of Political Economy*, vol. 70.
- Stiglitz, J. E. (1975), Information and Economic Analysis, in Current Economic Problems, edited by Parkin and Nobay. 1975.
- Stiglitz, J. E. (1985), Information and Economic Analysis: A Perspective, *The Economic Journal*, Vol. 95, Supplement: Conference Papers.
- Stiglitz, J. E. (1987), The Causes and Consequences of the Dependence of Quality on Prices, *Journal of Economic Literature*, vol. 25, March.
- Stiglitz, J. E. (1989), On the Economic Role of the State, in *The Economic Role of the State*, edited by A. Heertje.
- Taylor, F. M. (1929), The Guidance of Production in a Socialist State, *American Economic Review*.
- Tustin, A. (1958), *The Mechanism of Economic Systems*, Heinemann.
- Varela, F. (1988-1989), *Connaître*, 1988-89, Seuil.
- Walliser, B. (2000), *L'économie cognitive*, Editions Odile Jacob.
- Weick, K. E. (1979), *The social psychology of organizing*, (2nd ed.), Addison-Wesley.
- Weick, K. E. and Roberts, K. H (1993), Collective mind in organizations: Heedful interrelating on flight decks, *Administrative Science Quarterly*, vol. 38.
- Williamson, O. E. (1976), *Market and Hierarchy*, Free Press.
- Williamson, O. E. (1985), *The Economic Institutions of Capitalism*, Free Press.
- Williamson, O. E. (1996), *The Mechanisms of Governance*. Oxford: Oxford University Press.