

Formation continue, Recherche et développement et performance des entreprises

par Gérard Ballot, Fathi Fakhfakh et Erol Taymaz

Les deux types d'actifs immatériels que sont la formation et la Recherche et développement important également dans la fonction de production de l'entreprise. Mais les effets des interactions entre ces deux facteurs apparaissent incertains. L'article nous apprend en outre que certains facteurs organisationnels tel l'absentéisme influencent l'efficacité du capital humain issu de la formation financée par l'entreprise.

Pourquoi les entreprises connaissent-elles une grande hétérogénéité de performances, que celles-ci soient mesurées par la croissance de la valeur ajoutée, du chiffre d'affaires ou par un indicateur de profitabilité ? Une source d'explication pourrait provenir du capital immatériel des entreprises, dont la part dans le capital semble avoir progressé ces dernières années. En France, l'investissement immatériel qui représentait 21,2 % de la Formation brute de capital fixe en 1974 est passé à 32,2 % en 1983 (Marion, 1987). En Suède, dans la même période, il a évolué de 14 % à 30 % selon Eliasson (1990, p. 81). Des estimations plus récentes par le *Central Bureau voor de Statistiek* néerlandais reprises par l'OCDE (1996) donnent des évaluations en pourcentage du PNB de 9,2 % pour la France, 11 % pour la Suède, 8,2 % pour l'Allemagne, et 10,2 % pour les États-Unis. Il n'y a pas d'accord international sur une définition des actifs immatériels. Les chiffres cités témoignent cependant de l'importance de ces derniers. Le capital immatériel est un concept large qui comprend à la fois le capital technologique (brevets et innovations non brevetées), le capital marketing (les marques, la réputation), les logiciels, et le capital humain de l'entreprise. Ce dernier est lui-même un concept complexe. Il repose certes sur le capital

humain des salariés à l'embauche et sur celui qui est acquis grâce aux dépenses de formation des entreprises (et éventuellement aux propres dépenses des salariés). Il ne saurait cependant être la simple somme des capitaux humains des salariés. Les entreprises sont responsables de l'organisation du travail et par conséquent de l'efficacité dans la mise en valeur des capitaux humains des salariés individuels. La constitution d'équipes (et notamment de l'équipe de direction) et les systèmes d'incitation mis en place influencent fortement cette mise en valeur. Ceci justifie le concept de capital humain d'une entreprise,

Gérard Ballot est professeur de Sciences économiques à l'Université Panthéon-Assas (Paris II) et directeur de l'Équipe de recherche sur les marchés, l'emploi et la simulation (ERMES), CNRS. Ses recherches actuelles portent sur les politiques de gestion de la main-d'œuvre des entreprises et leurs effets sur l'innovation, ainsi que sur les performances tant au niveau de la firme qu'au niveau macroéconomique. Il a publié en 1996 *Les marchés internes du travail*, PUF, et en 1997, avec Erol Taymaz, « The Dynamics of Firms in a Micro-to-macro Model : the Role of Training, Learning and Innovation », in *Journal of Evolutionary Economics*, vol. 7, n° 4, p. 435-457.

Fathi Fakhfakh est maître de conférences en économie à l'Université Panthéon-Assas (Paris II), chercheur associé au Centre d'études de l'emploi et chercheur à l'ERMES. Il travaille sur l'économie de la production et l'économie du travail. Il a notamment publié « Sharing Schemes and Productivity », dans *Advances in the Economic Analysis of Participatory and Labor-managed Firms*, vol. 6, 1998, p. 115-34, et « Absenteeism and Employees Participation » (en coll.), à paraître dans *Industrial and Labour Relations Review*, janvier 1999.

Erol Taymaz est professeur d'économie à la *Middle East Technical University d'Ankara*, Turquie. Ses thèmes de recherche sont l'économie de l'innovation et de la technologie, la microsimulation. Il a publié « Human Capital, Technological Lock-in and Evolutionary Dynamics » (avec G. Ballot), in G. Eliasson and C. Green (eds.), *Microfoundations of Economic Growth*, 1998, Ann Arbor, *The University of Michigan Press*, p. 301-330 ; « The Dynamics of Firms in a Micro-to-macro Model with Training, Learning, and Innovation », (avec G. Ballot), *Journal of Evolutionary Economics*, 1997, vol.7, p. 435-457.

composante essentielle des actifs immatériels. Dans cet article, du fait de la limitation de nos données, nous nous intéresserons particulièrement au capital humain de l'entreprise construit à partir de ses dépenses de formation¹.

Le capital humain exerce ses effets sur la productivité d'une entreprise par de multiples mécanismes. Nous avancerons les hypothèses suivantes, allant au-delà du simple accroissement direct de la productivité des salariés formés dans leur fonction. Les compétences de l'équipe dirigeante sont essentielles. Une entreprise dont le capital humain est élevé prendra de meilleures décisions que celles dont le capital humain est faible. Le capital humain favorise également l'innovation. Le succès de la Recherche et développement (R et D) dépend en effet de la qualité du

¹ Cette étude est issue d'un travail de recherche plus vaste intitulé *Le capital humain des entreprises*, financé dans le cadre de l'appel d'offres du Commissariat général du Plan, *L'entreprise et l'immatériel* (subvention 25/95). Il a donné lieu à un rapport final par Ballot et al. (1998). Erol Taymaz est redevable à l'Université Paris II de séjours comme professeur invité pendant lesquels une partie de cette recherche a été effectuée. Nous remercions les rapporteurs pour de nombreuses remarques qui ont permis d'améliorer cet article, mais demeurons responsables de toutes les imperfections qui subsistent.

personnel dans le département de la recherche. Plus généralement le capital humain favorise l'apprentissage par l'expérience (*learning-by-doing*), et le succès d'une innovation sur le marché des biens.

La littérature théorique néoclassique reste assez pauvre quant au rôle du capital humain de l'entreprise sur ses performances, le traitant comme un simple déterminant de la productivité du travail, même si quelques travaux récents vont dans le même sens que la présente recherche (Booth et Snower, 1996). La littérature évolutionniste, issue des hypothèses de Schumpeter (1943), est construite sur la nature cognitive des agents et surtout des organisations, avec notamment le concept central de « routine », qui intègre à la fois la technologie et les pratiques collectives. De ce fait elle a été plus à l'aise pour développer des concepts comme ceux de « capacités » de Richardson (1972), de « compétence économique » d'Eliasson (1990) ou de « capacité d'absorption » de Cohen et Levinthal (1990), qui peuvent expliquer des différences de performances entre entreprises. Plusieurs mécanismes nouveaux ont été proposés. En effet les concepts se réfèrent tantôt à la capacité des entreprises bien dotées en capital humain à imiter les autres entreprises et à bénéficier d'un transfert technologique moins coûteux que la recherche, tantôt à l'aptitude à effectuer les changements organisationnels nécessaires. De ce fait, la théorie évolutionniste suggère des effets sur la concurrence en dynamique. Le stock de compétences humaines en *niveau* peut, en facilitant une adaptation continue, engendrer une *croissance* continue de la productivité, et non pas seulement une productivité plus élevée. Des différences de compétences entre firmes à un moment donné du temps peuvent entraîner des différences de performances en termes de croissance future.

S'il y a un quasi-consensus entre économistes et gestionnaires pour considérer que le capital humain, et par conséquent la composante acquise par la formation continue, constitue un facteur de productivité et de profitabilité de l'entreprise, les études économétriques restent rares à ce jour. Cet état de fait représente un contraste avec les nombreuses études des effets de la formation continue sur les salaires des travailleurs formés, censés refléter la productivité (voir Goux et Maurin, 1997, pour la France). On peut déceler deux types de raisons. En premier lieu la théorie néoclassique dans la ligne de Becker (1964) considère que les salariés financent la totalité de leur formation continue générale, essentiellement sous la forme d'un salaire inférieur à celui du marché pendant

la période de formation, et en tirent la totalité des bénéfices, sous la forme d'une hausse de salaire. Si l'entreprise finançait, elle ne pourrait rester concurrentielle car elle devrait simultanément élever les salaires pour dissuader les salariés d'aller chez les concurrents. Certes, une partie de la formation continue est spécifique, dans la mesure où elle n'augmente la productivité que dans une entreprise donnée. Cette dernière peut alors la cofinancer avec le salarié, puisque celui-ci ne pourra la monnayer sur le marché, et en tirer un rendement propre. La deuxième difficulté intervient alors. Les données nécessaires pour évaluer les effets de la formation continue sur les performances des entreprises sont plus difficiles à réunir que les données, d'ailleurs peu satisfaisantes pour une vérification rigoureuse, dont les économètres se servaient pour tester l'impact de la formation sur la productivité des salariés (ancienneté et salaire). Il faut en effet réunir des données sur la formation continue, sur les facteurs de production, et sur la valeur ajoutée (ou le chiffre d'affaires, les profits). Bartel (1989) obtient un taux de rendement significatif du flux d'investissement en formation sur la productivité dans une étude sur des entreprises américaines, portant sur une année. Ultérieurement Bartel (1992), dans une étude longitudinale, a montré que les investissements des années précédentes, plutôt que l'investissement courant, entraînent une hausse de la productivité. Le défaut de cette étude est que les données financières et les données sur la productivité portent sur l'unité entreprise, alors que les données sur la formation portent sur l'unité établissement, et la correspondance n'est pas assurée pour les entreprises multi-établissements. Plus récemment Black et Lynch (1996) ont remédié à ce défaut en constituant un grand échantillon d'entreprises américaines, pour l'année 1993. Les dépenses de formation n'ont toutefois pas d'effet significatif, qu'il s'agisse de l'année courante ou de l'année 1990. Certaines variables supplémentaires liées à la formation suggèrent toutefois un effet de cette dernière (notamment la formation à l'informatique pour le secteur non manufacturier). Ballot et Taymaz (1993) ont réuni des données sur la France et la Suède pour les mêmes variables et pour les mêmes unités, les entreprises. L'étude porte également sur une année donnée, 1989, mais calcule un stock de formation continue en cumulant les dépenses de chaque entreprise sur une période de sept ans, en déflatant pour les départs qui causent une diminution du stock. L'étude estime simultanément les déterminants de l'investissement courant en for-

mation, de la profitabilité, et du salaire moyen. Elle suggère que le stock de formation continue a un effet positif sur la profitabilité, et que la R et D n'a pas d'effet positif, mais que l'interaction entre formation et R et D a un effet positif, du moins en France. Les limites de l'étude se trouvent être la taille modeste de l'échantillon (une centaine d'entreprises pour chaque pays), et l'absence de données longitudinales sur les entreprises pour la performance. Seul ce dernier type de données permet d'éliminer d'éventuels biais causés par des variables non observées propres à chaque entreprise, variables qui pourraient être les véritables déterminants de performance.

Carriou et Jeger (1997) répondent à la critique sur la taille de l'échantillon précédent. Leur étude porte sur plus de 10 000 entreprises, pour la période 1986-1992. La démarche adoptée consiste cependant à étudier séparément les différentes années. Les auteurs estiment l'impact du taux de dépenses en formation de l'année antérieure sur la valeur ajoutée. Il est nettement significatif. L'étude a l'intérêt de proposer une estimation du taux d'obsolescence de la formation, d'ailleurs très élevée puisqu'elle serait de 50 % par an. Delame et Kramarz (1997) analysent les données françaises sur la période 1982-1987 en les traitant en panel, ce qui répond à la critique sur l'omission des variables non observées propres à chaque entreprise. Les effets de la formation continue sur la productivité ne sont significatifs que pour les cadres, les ingénieurs et les techniciens, et seulement dans les entreprises qui dépassent le minimum légal. Ils distinguent en effet entre trois catégories d'entreprises du point de vue de la politique de formation : au-dessus du minimum, minimum versé au Trésor sans réelles dépenses de formation, minimum avec dépenses réelles. Cette distinction est un apport de l'étude, mais les auteurs réduisent l'information sur les dépenses à une simple indicatrice de ces politiques. A fortiori aucun stock n'est calculé. On peut penser alors que les effets de la formation sont sous estimés.

Une étude économétrique récente de Boon et van der Eijken (1997) sur un panel cylindré de 173 entreprises (1990 et 1993) aux Pays-Bas confirme l'importance de la formation en tant qu'input. Cette étude ne contrôle toutefois pas tout pour l'effet possible de la R et D, autre actif immatériel important, et qui capture une part du savoir de l'entreprise.

L'étude qui suit a pour objectif d'apporter quelques premiers résultats relatifs aux effets du capital immatériel, et particulièrement de sa composante formation continue, sur la performance de l'entreprise. Nous

disposons également de données sur la R et D, qui constitue une mesure du capital technologique. Il est intéressant de tenir compte de ce capital afin de distinguer les apports relatifs du capital humain et du capital technologique, et éventuellement l'apport de leurs interactions². Ceci n'a jamais été fait jusqu'à présent au niveau de l'entreprise, dans les études théoriques et économétriques, de sorte que l'on attribue à la R et D une productivité parfois très élevée qui est peut-être engendrée par la compétence de la main-d'œuvre et l'organisation de l'entreprise. Une des autres originalités de l'étude est de permettre à la formation continue et à la R et D d'intervenir à la fois comme input et comme déterminant de la croissance de la productivité globale des facteurs.

Notre papier s'organise comme suit. Dans la deuxième section, nous présentons le schéma théorique. Les données ainsi que notre définition du stock capital formation sont présentées dans la section 3. Nous discutons ensuite nos résultats économétriques dans la section 4. Nous proposons, dans la section 5, une autre mesure du stock capital formation intégrant des effets organisationnels. Quelques éléments de conclusion sont présentés enfin.

FORMATION, RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT ET PERFORMANCES : SCHEMA THÉORIQUE ET MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

Le capital humain a d'abord un effet direct sur la valeur ajoutée en tant que facteur de production, soit du fait de la plus forte productivité directe des salariés, soit du fait de meilleures décisions, d'une meilleure organisation du travail ou du meilleur encadrement. De la même manière, le capital technologique, qui peut être évalué à partir des mesures de stock (valeur des brevets, cumul des dépenses de R et D sur plusieurs périodes...), peut entrer dans la fonction de production parce qu'il est source d'innovations et par conséquent de valeur ajoutée. Dans ce cadre, une augmentation de la valeur ajoutée ne sera obtenue que par la croissance du capital humain et/ou celle du capital technologique. Ceci implique que les

² Hall et Mairesse (1995) s'intéressent par exemple aux effets des dépenses en R et D sur la productivité des entreprises françaises, sans disposer d'informations sur les dépenses de formation des salariés.

flux bruts d'investissement l'emportent sur les flux de dépréciation.

En second lieu, on introduira ici des effets indirects dynamiques du capital immatériel. Le capital technologique est souvent un bien non rival, pour emprunter le vocabulaire de l'économie publique, c'est-à-dire que deux agents (des entreprises ici) peuvent l'utiliser simultanément, contrairement à une matière première ou un équipement physique. Ceci veut dire par exemple qu'il ne coûte rien – pour l'entreprise qui l'a obtenu – d'utiliser un brevet en vue d'une production deux fois plus importante. Il en résulte des rendements croissants, c'est-à-dire que le coût unitaire de production décroît quand la production croît. Romer (1990) a fait de cette caractéristique du capital technologique le fondement de la croissance, dans la théorie de la croissance endogène (théorie macroéconomique que nous adaptons ici dans un contexte microéconomique).

En va-t-il de même du capital humain de l'entreprise ? À priori la réponse est négative car ce capital est incorporé dans les salariés, dont le temps et l'effort disponibles pour accumuler puis utiliser ce capital sont limités. Les rendements seraient plutôt décroissants. Toutefois le capital humain peut être transmis des salariés expérimentés aux débutants, à un coût moindre que celui d'une formation externe – et parfois infiniment plus faible, puisqu'une telle formation ne peut pas toujours être mise en place. Quelques conditions de cette transmission ont été développées par Gaumont (1998). Il y a donc un élément de non-rivalité qui apparaît de ce fait. Le capital compétences peut être accumulé au fil des générations de salariés (au problème de l'obsolescence près – qui affecte aussi le capital technologique).

Un autre effet indirect provient de l'apprentissage par la pratique (*learning-by-doing*), qui est stimulé par de hauts niveaux de capital compétences et de capital technologique. Un certain niveau de capital immatériel favorise donc la croissance de la productivité. De fait, il est bien connu en macroéconomie que la croissance des facteurs (capital physique et travail) ne peut expliquer la totalité de la croissance du PNB. Il subsiste ce qu'on nomme le résidu de Solow. La théorie de la croissance endogène a proposé d'expliquer ce résidu soit par l'accumulation endogène de capital humain (Lucas, 1988), soit par le progrès technique engendré tantôt par le niveau du capital technologique (Romer, 1990), tantôt même par le niveau du capital humain (Grossman et Helpman, 1991, chap. 5.2).

Nous appliquerons donc à l'entreprise cette

démarche macroéconomique d'endogénéisation de la croissance de la productivité globale, effectuée notamment par Benhabib et Spiegel (1994). Les niveaux des capitaux immatériels apparaîtront à la fois comme des inputs et comme des déterminants de la croissance future de la productivité globale des facteurs. On y ajoutera une variable d'interaction entre capital humain et capital technologique, pour saisir d'éventuels effets de complémentarité, notamment dans la genèse de l'innovation. Notre technologie de production s'écrit alors comme suit :

$$Y = A Q (K, L, F, R, F^*R) \quad [1]$$

$$A = A_0 e^{(c + \text{fin}F + \text{dln}R)t} \quad [2]$$

où Y est la valeur ajoutée, K le capital physique, L le travail, F le stock de capital humain issu de la formation continue, R le capital technologique, et A un indicateur de la productivité globale des facteurs, dont la *croissance* est fonction des *niveaux* des capitaux humains et technologiques ³ (où t est le temps).

■ LES DONNÉES

Notre base de données résulte de l'appariement de deux sources pour les mêmes entreprises. La première est un panel des bilans sociaux ⁴ de 200 grandes entreprises françaises de l'industrie (agroalimentaire, des biens intermédiaires, des biens d'équipements), du BTP, de l'énergie, des Transports et des Télécommunications sur la période 1981-1993, collecté par l'ERMES auprès d'entreprises volontaires. La base contient notamment des informations sur la formation, les effectifs, les départs des salariés, le salaire. La formation est mesurée à travers deux variables : le pourcentage de la masse salariale consacré à la formation continue, le nombre d'heures de

stage payées par l'entreprise, disponible par catégorie socioprofessionnelle selon une distinction entre cadres et non cadres. Ces deux variables ont permis la construction de deux indicateurs : la dépense de formation par an (en francs constants), et le nombre d'heures de stages qui peuvent être agrégées pour l'ensemble des salariés, mais aussi désagrégées par catégorie de main-d'œuvre.

Ces indicateurs ont la dimension de *flux*. Nous avons calculé alors des indicateurs du *stock* « *capital formation de l'entreprise* » en effectuant un cumul des flux sur plusieurs années, et plus précisément sept ans, pour utiliser au mieux l'information disponible. La méthodologie est exactement la même que celle utilisée pour construire une mesure économique du stock de capital physique. Le stock utilisable au cours d'une année donnée est égal au stock de l'année antérieure, diminué de θ_n , où θ_n est le taux de départ sur l'année antérieure des salariés présents au 1er janvier de l'année antérieure, et augmenté de l'investissement de l'année. Investir en formation est en effet peu efficace si l'on ne retient pas sa main-d'œuvre une fois formée. Une entreprise qui a un taux de rotation très faible peut ainsi disposer d'un stock de capital humain supérieur à celui d'une entreprise qui investit davantage mais qui a un taux de rotation élevé. La formulation est la suivante :

$$F_t = \sum_{n=t-6}^{t-1} \left\{ \prod_{j=n}^{t-1} (1 - \theta_j) \right\} \phi_n + \phi_t$$

où F_t est le stock de formation de l'entreprise en l'année t , ϕ_n le flux de formation de l'entreprise dans l'année n (dépenses ou heures). Comme nous voulons calculer des stocks pour les années 1987 à 1993, la base de données nous permet un cumul des flux sur sept ans, ce qui est suffisant car les flux anciens de sept ans ne représentent en général qu'une fraction négligeable du stock, du fait de leur dépréciation par les départs cumulés. Une hypothèse sous-jacente de cette formule est que les travailleurs embauchés n'apportent pas un capital formation continue accumulé ailleurs. C'est vrai par nature si cette formation est spécifique. Si elle est générale, le biais introduit est analogue à celui dû à l'absence de prise en compte de la formation initiale générale des salariés dans l'étude, par manque de données sur cette variable. Ceci n'est pas gênant puisque l'objectif est d'évaluer seulement le rôle de la formation financée par l'entreprise.

Dans le travail économétrique, nous avons par ailleurs

³ À partir de cette spécification, il serait aisé d'obtenir une équation expliquant le taux de changement de la valeur ajoutée. Nous nous abstenons de le faire, car les taux de changement du capital R et D peuvent être infinis, la dépréciation totale étant autorisée d'une année sur l'autre. Ballot et Fakhfakh (1996) estiment une équation de taux de changement de la valeur ajoutée pour les entreprises françaises, mais au prix de l'omission du taux de changement de la R et D.

⁴ La législation commande aux entreprises de plus de 300 salariés de fournir un bilan social. De surcroît, nos résultats ne sont relatifs qu'à ces dernières et ne peuvent être directement généralisés aux petites et moyennes entreprises (de moins de 300 salariés).

expérimenté avec des taux d'obsolescence du capital humain de 15 % par an, mais les résultats n'ont pas été modifiés. Nous présentons donc des résultats avec des stocks non déflatés pour obsolescence.

La seconde base de données, composée des bilans fiscaux, est extraite de la base DIANE et fournit de 1987 à 1993 les variables financières et la R et D brute à travers son immobilisation à l'actif⁵. Ce n'est pas une mesure excellente du capital technologique, mais une des originalités de l'étude est de disposer simultanément de mesures du capital humain et d'une mesure du capital technologique. On constate que de

nombreuses entreprises ont un stock de R et D nul certaines années, voire pendant toute la période. En effet les règles fiscales permettent d'amortir totalement la R et D d'une année à l'autre, si une entreprise le souhaite.

L'échantillon apparié contient près de 100 grandes et très grandes entreprises, soit environ 10 % de l'industrie manufacturière⁶. Une des principales particularités du panel est la décroissance moyenne de la valeur ajoutée de 2 % par an, et même du chiffre d'affaires (tableau 1).

⁵ DIANE est une base de données privée sur les bilans fiscaux. Elle est disponible sur CD-ROM et couvre un nombre important d'entreprises (environ 100 000).

⁶ En 1992, les effectifs atteignent 4 475 millions dans l'industrie (source : INSEE, Emploi-Revenus n° 62-63 – Marché du Travail – Séries longues). Comme les effectifs associés à la base utilisée dépassent les 500 000, il représentent ainsi plus de 10 % de l'emploi salarié dans l'industrie.

Tableau 1
Statistiques descriptives
(1987-1993)

VARIABLE	N	MOYENNE	MINIMUM	MAXIMUM
Valeur ajoutée (Millions FF)	503	1 390	28	16 893
Effectifs	503	5 409	303	77 451
Capital physique (Millions FF)	503	1 027	5	23 404
Capital formation (Millions FF)	503	80	1	1 281
Capital R et D (Millions FF)	503	33	0	1 714
Capital R et D* (Millions FF)	62	270	1	1 714
Capital formation cadres (Milliers heures)	459	174	1	5 682
Capital formation non cadres (Milliers heures)	459	580	7	11 196
Valeur ajoutée par salarié (1 000 F)	503	301	50	3 495
Capital physique par salarié (1 000 F)	503	171	5	2 625
Capital R et D par salarié* (1 000 F)	62	23,8	1,1	135
Capital formation par salarié* (1 000 F)	503	12,8	0,3	47,3
Capital formation par cadre (heures)	459	108	10	534
Capital formation par non cadre (heures)	459	81	4	303
% cadres dans les effectifs	459	14	2	55
% non cadres dans les effectifs	459	86	45	98
Taux de départ (%)	503	16	2,6	76
Taux de variation de la valeur ajoutée		- 2,4 %	- 71,4 %	+ 143 %
ΔVA (87-89)		1,1 %	- 71 %	+ 143 %
ΔVA (90-93)		- 4,8 %	- 70 %	92 %
ΔVL (87-89)		6,5 %	- 45 %	+ 297 %
ΔVL (90-93)		- 2,57 %	- 40 %	+ 55 %

* Seulement les entreprises qui ont un capital R et D.

Note de lecture : N correspond au nombre d'observations (entreprises-années).

Cette décroissance s'élève à 4,8 % sur les années 1990-1993, et l'emporte sur la croissance de 1,1 % des années 1987-1990. Elle est confirmée par l'évolution parallèle des effectifs. L'évolution de la valeur ajoutée dans l'ensemble de l'industrie est plus favorable puisqu'elle connaît une hausse sur l'ensemble de la période. On retrouve cependant une baisse de 4,7 % sur la période 1990-1993. Les effectifs dans l'ensemble de l'industrie connaissent une décroissance continue comme dans l'échantillon.

Le législateur intervient dans la détermination d'un seuil minimal (pourcentage de la masse salariale) à investir dans la formation des salariés. Les entreprises françaises sont contraintes par la loi de 1971 sur la formation professionnelle continue de dépenser un pourcentage minimal de leur masse salariale en formation, ou de payer une taxe équivalente à l'État. Ce pourcentage a augmenté au cours du temps. En 1987, il était de 1,2 %. Toutefois la plupart des grandes entreprises dépensent plus qu'elles ne sont requises de le faire, et très peu choisissent de payer la taxe.

La taille moyenne des entreprises de l'échantillon, qu'elle soit mesurée par la valeur ajoutée, les effectifs ou le capital physique, montre que nous avons à faire à des grandes entreprises avec une hétérogénéité sensible de ces dernières (les effectifs variant de 303 à 77 451). De la même façon, nous observons que les taux de départ des salariés sont suffisamment variables, et il ne serait pas surprenant, même à investissement en formation identique, d'observer des stocks de formation suffisamment variables d'une entreprise à l'autre.

La comparaison des chiffres pour les stocks de formation confirmerait notre intuition. Le stock moyen de formation dans l'échantillon représente 7 % de la moyenne du stock de capital physique. Par ailleurs, la moyenne des ratios stock de formation sur capital physique des différentes entreprises est de 15 %. Ce ratio confirme l'importance du capital formation pour les entreprises, surtout celles où ce ratio est très élevé.

La valeur moyenne du stock de R et D (dans les entreprises investissant en R et D) est elle aussi importante, puisqu'elle est deux fois plus importante que la valeur moyenne du stock capital formation.

Le panel n'est pas cylindré, c'est-à-dire que des entreprises peuvent n'avoir pas fourni leur bilan social certaines années (deux années au plus). Les techniques économétriques permettent de traiter les données de tels panels incomplets (voir encadré).

CAPITAL IMMATÉRIEL, PRODUCTION ET CROISSANCE DES ENTREPRISES

Pour estimer l'équation [1], en tenant compte de l'équation [2], nous adopterons un modèle économétrique à erreurs composées. Nous serons par la suite amenés à choisir une spécification de la technologie de production parmi les deux formes : Cobb-Douglas et Translog (voir encadré). La R et D et le capital formation sont mesurés au niveau de l'entreprise et non par salarié, et ceci ne doit pas être oublié quand on évalue les élasticités.

Les équations permettent d'intégrer la possibilité que les élasticités de la valeur ajoutée à la R et D et au capital formation puissent croître avec le temps, et par conséquent que l'investissement dans ces actifs immatériels puisse avoir un effet de croissance, et pas seulement de niveau.

Nous avons effectué deux ensembles de régressions. Tout d'abord nous avons étudié l'investissement en formation en considérant le travail comme un facteur homogène. Ensuite nous avons considéré le travail comme un facteur hétérogène en termes de catégorie de main-d'œuvre, et analysé les heures de formation désagrégées par catégorie socioprofessionnelle. L'un des intérêts d'une analyse agrégée est que nous disposons de deux mesures de la formation à ce niveau, les dépenses et les heures. L'un des intérêts de l'analyse désagrégée est de permettre de distinguer le rôle de la structure de la main-d'œuvre d'une part, et le rôle de la formation continue pour chaque catégorie d'autre part.

Le panel est incomplet, dans la mesure où le bilan social n'est pas disponible certaines années pour quelques entreprises. Il est aussi possible que certaines variables ne soient pas renseignées. Cette absence pourrait être corrélée avec des variables importantes et non pas résulter du hasard. Ceci entraînerait un biais dans les résultats. Un test de l'existence d'un biais de sélection a été réalisé (voir encadré). Il s'est révélé négatif, et aucune correction n'a donc été nécessaire.

Notre choix de la spécification économétrique du terme d'erreur, effets fixes ou effets aléatoires, est déterminé par la statistique d'Hausman (absence ou présence d'une corrélation entre les effets individuels et les variables explicatives). Comme nous n'observons pas toutes les caractéristiques propres à l'entreprise (qualité de la capacité managériale, état du cli-

mat social, degrés de coopération entre salariés, existence de cercle de qualité, etc.) il est possible que l'une, ou plusieurs de ces caractéristiques (que nous appelons par la suite effets individuels d'entreprise) soient corrélées avec les variables explicatives. Si

cette corrélation s'avère présente (c'est-à-dire si la valeur observée est supérieure à la valeur théorique), nous recourons à l'estimateur à effets fixes (qui permet d'éliminer les effets des caractéristiques non observées), sinon à celui à effets aléatoires.

Encadré méthodologique

Soit le modèle à erreurs composées suivant :

$$Y_{it} = X_{it}\xi + \epsilon_{it}; \epsilon_{it} = \mu_i + v_{it} \quad i = 1, \dots, N \quad t = 1, \dots, T_i$$

où T_i représente le nombre de périodes où l'entreprise « i » est présente dans l'échantillon avec

$$\mu_i : iid N(0, \sigma_\mu^2) \quad - \quad v_{it} : iid N(0, \sigma_v^2) \quad \text{et} \quad \mu_i \text{ indépendant de } v_{it}$$

Dans ce cadre de modèle à erreurs composées, l'estimation repose sur la corrélation entre les effets individuels μ_i et l'ensemble des variables explicatives. Pour tester cette corrélation, nous recourons au test d'Hausman.

Si cette corrélation s'avère présente, nous recourons à une transformation intra pour éliminer les effets individuels. La nouvelle perturbation prend alors la forme suivante :

$$\epsilon_{it} - \bar{\epsilon}_i = \mu_i + v_{it} - (\mu_i + \bar{v}_i) = v_{it} - \bar{v}_i = \omega_{it}$$

$$\text{avec} \quad \text{Var}(\omega_{it}) = \sigma_v^2 \frac{T_i - 1}{T_i}$$

Comme T_i peut varier d'une entreprise à l'autre, il en résulte que cette variance n'est pas constante, ce qui pose alors un problème d'hétéroscédasticité. Pour échapper à ce problème, il suffit de pondérer l'ensemble des variables, prises en déviation par rapport à la moyenne par l'expression suivante

$$\sqrt{\frac{T_i}{T_i - 1}}$$

Par contre, si la statistique d'Hausman conclut à l'absence de corrélation entre les effets individuels et les explicatives, l'estimateur des Moindres Carrées Quasi-Généralisées (ou à effets aléatoires) est plus efficace.

Baltagi (1985) et Verbeek et Nijman (1992) montrent que l'estimation par MCQG revient à appliquer les MCO sur les données transformées comme suit :

$$\tilde{X}_{it} = X_{it} - \theta_i X_{it} \quad \text{avec} \quad \theta_i = 1 - \sqrt{\frac{\sigma_v^2}{\sigma_v^2 + T_i \sigma_\mu^2}}$$

où σ_v^2 et σ_μ^2 peuvent être obtenues à partir des résidus de l'estimateur Within et Between (ou MCO).

Biais de sélection dû au processus de « disparition » des entreprises

La non participation d'une entreprise dans la régression pour une certaine année peut provenir des valeurs manquantes pour certaines variables ou d'un bilan social non fourni pour l'année en question.

Cette absence peut s'avérer problématique et créer un biais de sélection lié au processus de « disparition » (ou de non contribution) des entreprises.

Pour tester l'absence d'un éventuel biais, Verbeek et Nijman (1992) proposent d'estimer le même modèle : d'abord sur le panel cylindré et ensuite sur le panel non cylindré. Les estimateurs résultants (ξ_C et ξ_{NC} pour respectivement cylindré et non cylindré) ainsi que leur matrice de variance-covariance (V_C et V_{NC}) permettent alors de construire la statistique de KHI2 suivante :

$$(\xi_C - \xi_{NC})'(V_C - V_{NC})^{-1}(\xi_C - \xi_{NC}) \rightarrow \chi_{rang(V_C)}^2$$

Choix entre la Cobb-Douglas et la Translog

La fonction de production Cobb-Douglas a été largement utilisée dans les études de productivité car elle présente plusieurs propriétés. Elle permet d'abord d'estimer directement l'élasticité de chaque input par rapport à la production ; d'estimer directement les rendements d'échelles (somme des élasticités des inputs). Toutefois, elle est construite sous l'hypothèse de substitution entre les inputs (avec une élasticité de substitution unitaire pour le cas d'une fonction à deux inputs). Sa forme générale dans le cas de deux arguments est :

$$\text{Log}(Q) = a + \alpha \text{Log}(K) + \beta \text{Log}(L)$$

Il est aussi possible d'intégrer dans cette technologie des effets sur la croissance de la valeur ajoutée en incluant l'interaction des facteurs de production avec le temps. Si ces derniers effets se limitent à la formation continue et à la R et D, la formulation de la Cobb-Douglas devient :

$$\log Y_{it} = \log A_0 + \alpha \log K_{it} + \beta \log L_{it} + \gamma \log F_{it} + \delta \log R_{it} + ct + f(t, \log F_{it}) + d(t, \log R_{it}) + \varepsilon_{it}$$

Pour ne pas imposer l'ensemble des restrictions qu'impose une Cobb-Douglas, plusieurs autres formes ont été proposées, dont notamment la fonction translogarithmique (introduite par Christensen, Jorgensen et Lau, 1973). C'est une formulation qui repose sur un développement limité à l'ordre deux d'une fonction quelconque. Dans ce cas, les élasticités d'inputs, de substitution ainsi que les rendements d'échelles sont spécifiques à chaque entreprise. Dans le cas d'une fonction à deux arguments, la Translog s'écrit comme suit :

$$\text{Log}(Q) = a + \alpha' \text{Log}(K) + \beta' \text{Log}(L) + 0.5[\gamma(\text{Log}K)^2 + \lambda(\text{Log}L)^2] + \delta \text{Log}K * \text{Log}L$$

(Là aussi, des termes d'interaction de la formation et de la R et D avec le temps peuvent être introduits). Il apparaît clairement que la Cobb-Douglas constitue un cas particulier de la Translog, où les paramètres associés aux termes quadratiques sont tous nuls. Une statistique de Fisher nous permet alors de déterminer le choix de la spécification à adopter.

Nous avons introduit une variable indicatrice pour les entreprises qui investissent en R et D. Cette indicatrice capture l'effet de l'existence d'un actif R et D en une année donnée. Elle évite le biais dans le coefficient que la présence d'un grand nombre d'entreprises avec une R et D nulle introduirait ⁷.

Le tableau 2 présente les résultats des estimations des fonctions de production à travail homogène ⁸. Deux mesures de la formation sont utilisées : les dépenses de formation (équations 1 et 2) et les heures de formation (équation 3). L'équation 1 donne un rôle positif significatif pour la formation continue en tant qu'input ⁹. La R et D a un effet positif mais seulement significatif au seuil de 12 %. L'équation 2 introduit des effets de croissance (interaction avec le temps) ainsi que les interactions entre formation continue et R et D. On obtient maintenant un rôle significatif pour la R et D, à la fois en tant qu'input et en tant que facteur de croissance. Par ailleurs les interactions entre la formation et la R et D indiquent une substitution, et les effets de la formation sur la croissance semblent négatifs, ce qui vient en contradiction à nos anticipations. Ce résultat requiert une recherche supplémentaire, par exemple en distinguant la formation des différentes catégories de qualification. Dans l'équation 3, la formation est mesurée par les heures. Elle montre que la R et D a un effet positif sur la productivité et que l'élasticité

⁷ Un montant petit et arbitraire de R et D devrait être affecté aux entreprises qui ne font pas de R et D, puisque les variables sont en log, de sorte que l'indicatrice élimine également l'effet du recours à ce montant arbitraire.

⁸ Dans la présentation des résultats, nous omettons, quand elles existent, les indicatrices sectorielles et annuelles ainsi que la valeur de la constante, car elles ne constituent pas, pour cette étude, des paramètres d'intérêt.

⁹ Ici, la valeur observée de la statistique d'Hausman est de 9.4. Comme la valeur théorique, correspondant à un degré de liberté de 5, est de 12.8, nous rejetons la corrélation entre les effets individuels et les variables explicatives, ce qui nous conduit à utiliser l'estimateur à effets aléatoires.

Tableau 2
Fonction de production Cobb-Douglas : travail homogène
Variable expliquée : valeur ajoutée (estimateur à effets aléatoires)

Variable**	Equation 1		Equation 2		Equation 3	
	Coefficient	T	Coefficient	T	Coefficient	T
Capital physique	0,15	4,4	0,15	4,37	0,11	3,40
Travail	0,88	16,34	0,88	16,40	0,96	17,99
Capital Formation	0,11	3,27	0,18	4,39	0,06	1,72
RD	0,03	1,56	0,13	2,12	0,05	2,81
ED*RD			-0,51E-02	2,25		
ED*t			-0,01	1,84		
RD*t			0,02	3,12		
Indicatrices sect.	Oui		Oui		Oui	
Indicatrices temps	Oui		Non		Oui	
Indicatrices RD	Oui		Oui		Oui	
R ²	0,99		0,99		0,99	

Nombre d'observations = 503

1,611 ; 1,96 et 2,611 sont les valeurs de la statistique de Student T correspondant à 10 %, 5 % et 1 %.

• **toutes les variables en log sauf le temps.

• La formation est mesurée par les dépenses pour les équations 1 et 2, et par les heures pour l'équation 3.

Note de lecture des coefficients : un coefficient de 0,11 pour le capital-Formation (ED) dans l'équation 1 signifie qu'une augmentation de 1 % des dépenses de ED augmente de 0,11 % la valeur ajoutée. Un T de 3,27 indique que le risque statistique que l'effet de la ED soit en réalité nul est inférieur à 1 %. Le coefficient associé au produit ED par t est positif dans l'équation 2. Il y a donc un progrès technique associé à la formation, d'où l'effet de croissance annoncé dans le texte.

de la valeur ajoutée par rapport à la formation est légèrement inférieure au cas précédent (où la formation était mesurée par les dépenses). Ce résultat rappelle celui de Carriou et Jeger 1997 (utilisant le taux de formation de l'année antérieure) qui évaluent l'élasticité de la valeur ajoutée à la formation (au point moyen) à deux fois le taux de formation : c'est à dire environ 10 %.

Le résultat majeur de cet ensemble d'estimations est que la R et D et la formation continue exercent des effets distincts sur la valeur ajoutée. Les élasticités, comprises entre 0,06 et 0,11 pour la formation, sont relativement faibles, mais plus fortes que pour la R et D.

Le tableau 3 présente les résultats dans le cas du travail désagrégé par catégorie socioprofessionnelle. Les données permettent seulement de distinguer les cadres (catégorie 1 dans le tableau) des non cadres. Le stock de formation est maintenant défini uniquement en termes d'heures de stage effectuées, et financées par l'entreprise. Dans une spécification de type Cobb-Douglas (équation 4), les deux types de travail

Tableau 3
Fonction de production avec travail hétérogène
Estimateur à effets fixes

Variable	Equation 4 Cobb-Douglas		Equation 5 Translog	
	Coefficient	T	Coefficient	T
Capital physique : K	0,01	0,28	0,08	1,03
Travail des cadres : L1	0,25	2,88	0,15	0,93
Travail des non cadres : L2	0,89	9,11	0,74	3,61
Capital formation ED1	0,01	0,38	0,21	2,08
ED1*ED1			0,11	2,35
Capital formation ED2	-0,64E-02	0,14	-1,0	1,04
ED2*ED2			0,09	1,87
ED1*ED2			-0,24	3,18
RD	0,03	1,81	-0,44	1,53
RD2			0,01	1,81
ED1*RD			0,31E-02	0,32
ED2*RD			-0,01	1,05
ED1*t			0,41E-03	0,03
ED2*t			-0,02	2,33
RD*t			0,25E-02	2,29
Indicatrices sectorielles	Non		Non	
Indicatrices temporelles	Non		Non	
Indicatrices RD	Oui		Oui	
R ²	0,47		0,57	

Nombre d'entreprises = 98, nombre d'observations = 503.

Note de lecture des coefficients des produits de variables. Dans l'équation 5, le coefficient de -0,01 du produit ED2 par R et D avec un T de 10,81 indique un effet négatif et significatif de l'interaction des augmentations de la formation des non-cadres et de la R et D. A cet effet, il faut ajouter les effets directs des augmentations des deux variables prises isolément, si l'on veut obtenir l'effet total.

sont des facteurs significatifs¹⁰. Parmi les actifs immatériels, seule la R et D a maintenant un rôle significatif. Face à ce résultat non satisfaisant, une spécification Translog (équation 5) plus flexible est adoptée¹¹. Les résultats sont au nombre de trois.

¹⁰ Une colinéarité entre les effectifs cadres et non cadres a été détectée, mais était moins importante en déviation par rapport à la moyenne (Within). De plus, la non significativité du facteur capital en Within dans quelques spécifications n'est pas surprenante, et a été observée dans d'autres travaux (Hall et Mairesse, 1995), car elle peut aussi refléter un ajustement non instantané du facteur capital. Une des solutions à ces problèmes serait de disposer de plus d'observations dans le temps.

¹¹ Ou plutôt une version restreinte d'une Translog puisque les termes d'interaction de la formation et de la R et D avec les inputs travail (L1 et L2) et capital n'ont pas été inclus. Cette opération nécessiterait l'estimation d'un nombre très important de paramètres, ce que nous ne pouvons faire dans ce travail vue la taille de notre échantillon (cette raison pourrait aussi expliquer l'obtention du rendement non décroissant de la formation).

Premièrement, les stocks de formation ont, contrairement au cas de la Cobb-Douglas, un effet positif significatif, du moins pour une valeur moyenne de ces stocks. Deuxièmement, l'interaction entre les deux types de formation indique une substitution. Troisièmement la formation des non cadres a un effet négatif sur la croissance, au contraire de la R et D qui a un effet positif. Il est donc important de disposer d'un bon niveau du stock de formation des non cadres, mais il n'est pas utile de chercher à l'accroître excessivement car cela est coûteux, tandis qu'un stock élevé de capital technologique favorise la croissance.

Les principales conclusions de cet ensemble d'estimations apportent quelques éléments de réponse aux hypothèses suggérées dans le schéma théorique. En premier lieu, quand la mesure du stock est agrégée, la R et D et la formation à la fois sont des facteurs (ou inputs) significatifs dans la fonction de production. Nos résultats confirment ceux des études antérieures sur la formation continue, mais l'apport de notre travail consiste à prendre simultanément en compte la dimension panel et les effets propres de la R et D.

En second lieu, voulant pousser plus loin l'analyse des chercheurs précédents pour prendre en compte de possibles effets des capitaux immatériels sur la croissance, nous montrons que de tels effets apparaissent pour la R et D, mais non pour la formation. En troisième lieu, la recherche des interactions entre le capital formation et la R et D ne fait pas apparaître la complémentarité attendue. Les estimations obtenues en désagrégant le travail en deux catégories socioprofessionnelles révèle des rôles contrastés pour les variables concernant ces deux catégories, et notamment que la substitution entre la formation pour les non cadres et la R et D est la source de la substitution obtenue au niveau agrégé entre formation et R et D.

L'étude fait apparaître une certaine fragilité des résultats. Celle-ci est partiellement inhérente à la nature de la R et D, dont l'impact sur la valeur ajoutée passe par l'innovation, or cette dernière est hautement aléatoire. Les écarts types sont par conséquent élevés, et

les coefficients des variables deviennent facilement non significatifs ¹².

EFFETS DE LA FORMATION DANS LE CAS DE MESURES INTÉGRANT DES EFFETS ORGANISATIONNELS

Il est souhaitable d'aller au-delà d'une mesure du capital formation de l'entreprise qui soit la simple addition des dépenses de formation dont ont bénéficié les salariés. Le déflatement de la somme des dépenses par les taux de départ constituait déjà une mesure organisationnelle du capital formation. Il est souhaitable mais difficile de prendre en compte d'autres facteurs, collectifs, qui rendent le capital formation plus ou moins efficace. La base de données contient des informations sur le partage du profit et l'absentéisme qui tous deux sont susceptibles d'influencer l'efficacité du capital formation, et par conséquent son effet en tant qu'input ou facteur de croissance. Le partage du profit constitue un facteur d'incitation à transmettre le savoir sous des conditions exposées dans Ballot *et al.* (1998). L'absentéisme entraîne de son côté, et mécaniquement, une sous utilisation du capital formation. On peut intégrer de différentes manières partage du profit et absentéisme dans l'analyse. Une première méthode consiste à pondérer la mesure du capital formation de l'entreprise utilisée précédemment par le partage du profit et l'absentéisme, comme nous avons déflaté par les taux de départ. On obtient ainsi une mesure du capital formation efficace que l'on utilise ensuite dans les régressions. Une

¹² Megna et Mueller (1991) font un constat analogue dans une des rares études sur la profitabilité de l'investissement immatériel (R et D et capital publicité).

Tableau 4
Mesure du stock du capital humain efficace par salarié
Fonction de production Cobb-Douglas à travail homogène
Estimateur : effets fixes

Variable	Equation 6		Equation 7	
	Coefficient	T	Coefficient	T
Capital physique	0,06	2,04	0,10	3,37
Travail	0,88	16,85	0,87	16,7
Capital R et D	0,02	2,50	- 0,004	- 0,24
Capital formation efficace (CFE)	0,02	1,77	0,08	3,68
t (temps)			0,01	1,48
t x R et D			0,01	2,68
t x CFE			-0,01	- 3,11
t x R et D x CFE			- 0,0008	- 0,54
R ²	0,49		0,50	

Note de lecture : dans l'équation 6, une augmentation de 1 % du stock de capital formation efficace élève de 0,02 % la valeur ajoutée avec un risque de 5 % que cet effet soit en réalité nul (puisque $t = 1,77$ est compris entre 1,61 et 1,96).

Tableau 5
Mesure du stock du capital humain efficace par salarié
Fonction de production Translog à travail hétérogène
Estimateur : effets fixes

Variable	Equation 8		Equation 9	
	Coefficient	T	Coefficient	T
Capital physique K	- 0,12	- 0,42	- 0,27	- 0,99
Travail cadres Lc	0,65	1,61	0,75	1,90
Travail non cadres Lo	1,04	1,87	1,01	1,81
K ²	0,02	0,87	0,03	1,16
Lc ²	0,12	1,31	0,18	1,88
Lo ²	0,37	3,04	0,38	2,81
K.Lc	0,11	3,04	0,09	2,58
K.Lo	- 0,10	- 2,08	- 0,08	- 1,68
Lc.Lo	- 0,31	- 3,75	- 0,32	- 3,83
R et D	0,04	3,01	0,008	0,44
Formation cadres	0,04	1,50	- 0,003	- 0,07
Formation non cadres	- 0,02	- 0,88	0,09	2,61
t x Formation cadres			0,01	1,78
t x Formation non cadres			- 0,03	- 4,21
t x R et D			0,01	1,74
t			0,04	1,72
R ²	0,52		0,52	

Note de lecture sur la variable t. Elle exprime l'effet du temps. Le coefficient positif et significatif implique que la valeur ajoutée s'élève avec le temps, une fois prises en compte toutes les variables introduites dans la fonction de production. Le temps est ici un indicateur d'un ou plusieurs facteurs croissants avec le temps, et non observés, et de ce que l'on désigne sous le terme de « progrès technique autonome ».

deuxième méthode consiste à intégrer ces variables comme variables d'interaction avec la formation. Nous les utiliserons tour à tour.

Une mesure organisationnelle du capital formation

Les dépenses de formation ne sont plus déflatées seulement par le taux de départ, mais aussi par (1 - taux d'absentéisme) et (1 + taux de partage du profit). Le taux de partage du profit est donné par l'intéressement en pourcentage du salaire. La variable explicative est ici le capital formation par salarié. Comme précédemment, nous avons effectué les estimations successivement dans le cas d'un travail homogène et dans celui d'un travail hétérogène.

Le tableau 4 donne les résultats dans le cas d'un travail homogène. Les résultats confirment ceux obtenus précédemment (équation 1). Le capital formation organisationnel est bien un input significatif dans la fonction de production (équation 6). Quand on introduit les effets de croissance (équation 7), on retrouve les résultats obtenus avec la mesure précédente de la formation : la R et D a un effet positif sur la croissance tandis que le capital formation a un effet négatif. Si l'opposition est très forte entre les deux actifs, le résultat concernant le capital formation est surprenant et exige une exploration plus approfondie. Celle-ci est fournie par l'étude du travail hétérogène. Le tableau 5 montre les effets opposés de la formation des cadres et des non cadres. Le capital formation n'a pas d'effets comme input, quelle que soit la catégorie de main-d'œuvre, (équation 8). Lorsque des effets de croissance sont intégrés, la formation des non cadres a un effet positif comme input, et négatif sur la croissance (équation 9). La formation des cadres a pour sa part uniquement un effet positif sur la croissance, ce qui est un résultat intéressant, non obtenu avec la mesure antérieurement utilisée du capital formation. Ce résultat est logique dans la mesure où le travail des cadres n'a pas nécessairement un effet immédiat sur la production, mais consiste à prendre des décisions qui ont un impact sur l'entreprise à terme. La R et D a, comme pour toutes les estimations précédentes, un effet positif sur la croissance.

Tableau 6
Prise en compte des interactions de l'absentéisme (ABS) et de l'intéressement (PS) avec le capital formation continue
Fonction de production Cobb-Douglas
Estimateur : effets aléatoires (1)

Variable	10		11		12		13	
	Coef.	T	Coef.	T	Coef.	T	Coef.	T
K	0,15	4,461	0,18	5,26	0,18	5,38	0,17	5,02
L	0,88	16,215	0,85	16,84	0,85	15,57	0,86	16,12
R et D	0,025	1,736	0,03	1,71	0,03	1,70	0,03	1,71
FORMATION	0,09	2,411	0,18	4,22	0,19	4,16	0,11	3,19
PS*FORMATION	0,02	0,884	0,01	0,62				
ABS*FORMATION			-1,92	4,42	-1,708	2,49		
ABS					-0,709	0,48	-3,37	3,66
R2	0,99		0,99		0,99		0,99	

(1) Les indicatrices sectorielles et annuelles ne sont pas représentées.

(2) Le taux d'absentéisme moyen est de 5,25 %.

Ces résultats suggèrent donc l'importance des dépenses de R et D et de formation des cadres sur la croissance des entreprises, ce qui est conforme à nos attentes théoriques.

L'absentéisme et le partage du profit comme facteurs incorporés au capital formation

L'absentéisme et le partage du profit sont ici intégrés en interaction avec le capital formation (tableau 6 équation 10). Si le partage du profit n'a pas d'effet, l'absentéisme a un effet négatif sur l'efficacité du capital formation, conformément à l'attente.

Pour vérifier si cet effet de l'absentéisme passe réellement par l'efficacité de la formation, on a estimé l'équation 13 où l'absentéisme apparaît sans interaction. S'il est alors positif, l'équation 12 montre que si l'on ajoute l'interaction avec la formation, seule cette dernière est significative et négative. La conclusion est donc bien que l'effet passe par la réduction de l'efficacité de la formation. Il est probable que l'absentéisme est un indicateur d'une mauvaise ambiance au travail, et par conséquent d'autres variables non mesurées (comme le degré de coopération entre les salariés) agissent sur l'efficacité de la formation.

* *
*

Plusieurs conclusions peuvent être tirées de cette étude. En *premier* lieu, les deux types d'actifs immatériels, la R et D et la formation, apparaissent comme des facteurs significatifs dans la fonction de production. C'est un résultat important car il montre que les deux types d'actifs importent également. En *second* lieu, les effets des interactions entre la R et D et la formation apparaissent comme incertains. En *troisième* lieu, seule la R et D a un effet positif sur la croissance. En *quatrième* lieu, certains facteurs organisationnels influencent l'efficacité du capital humain issu de la formation financée par l'entreprise. C'est le cas de l'absentéisme qui réduit l'efficacité de la formation.

La première conclusion sur l'importance de la formation continue financée par l'entreprise comme input, avec contrôle pour l'autre actif immatériel, la R et D, souvent considérée comme représentant à elle toute seule le capital connaissance de l'entreprise, est neuve. Ce résultat est robuste aux changements de mesure du capital formation : dépenses, heures, ajustement pour les facteurs d'efficacité.

Les taux de rendement en termes de valeur ajoutée peuvent être calculés pour la formation et le stock de R et D. Dans l'équation 2, quand on prend en compte les termes d'interaction, le taux de rendement du capital formation, atteint 156 %. Bien qu'extrêmement élevés, ces taux restent inférieurs à ceux de Boon et van der Eijken (168 % et plus). Les taux de rendement sont plus faibles pour la R et D (26 %) que pour le capital formation, mais demeurent beaucoup plus élevés que les taux d'intérêt. Cette relative faiblesse du rendement peut s'expliquer partiellement par la sous-estimation de la R et D dans les actifs comptables.

Les taux de rendement élevés en termes de productivité peuvent impliquer des taux élevés en termes de profit qui iraient alors à l'encontre de la vue dominante de la théorie du capital humain standard selon laquelle les entreprises n'ont pas d'intérêt privé à investir en capital humain général. Une partie de la formation financée par l'entreprise dans le cadre de la loi sur la formation continue est reconnue pour être de la formation générale. Ceci donne quelque crédit à l'hypothèse selon laquelle l'entreprise peut rationnellement financer la formation générale même si des entreprises débauchent et des salariés démissionnent (Ballot, 1994 ; Ballot et Hammoudi, 1998).

La seconde conclusion est qu'il n'y a pas d'interactions positives entre la R et D et le capital formation en tant qu'inputs. D'autres types de capital humain peuvent interagir : éducation et/ou expérience des salariés, ainsi que le suggèrent les résultats pour la Finlande (Leiponen, 1995). La base de données peut aussi être de trop faible taille pour capturer de tels effets, et ne dispose pas de données sur la formation initiale. Des recherches ultérieures sont nécessaires sur cette question importante.

La troisième conclusion est que les régressions suggèrent des effets de *niveaux* des actifs immatériels sur la *croissance* de la valeur ajoutée, mais seulement pour la R et D. Dans des régressions utilisant une mesure du capital formation efficace, ainsi que dans des régressions non reportées, avec une mesure de la formation par salarié, nous avons obtenu toutefois des résultats qui indiquent un effet possible de la formation des cadres sur la croissance (comme dans l'équation 9). La recherche doit également être poursuivie sur cette question.

La quatrième conclusion est que certains facteurs organisationnels influencent l'impact de la formation, et justifient ainsi l'autonomie du concept de capital humain d'entreprise. La base de données ne contient qu'un petit nombre de variables organisationnelles, mais la mise en évidence du rôle de l'absentéisme indique que cet axe de recherche doit être développé.

En dépit de leur modestie, les résultats justifient notre distinction entre capital technologique et capital humain des entreprises dans la fonction de production, une distinction jamais soumise à l'épreuve de l'analyse quantitative à notre connaissance. Ces résultats appellent donc des réestimations sur de plus grosses bases de données, et sur d'autres pays. Toutefois nos résultats sur la France convergent déjà avec ceux obtenus pour la Finlande (Leiponen, 1995), la Suède (Braunerhjelm, 1997), et les Pays-Bas (Boon et van der Eijken, 1997).

Il convient de relever aussi que la valeur ajoutée est une mesure de la performance de l'entreprise parmi d'autres, et l'on peut compléter cette étude par l'analyse des effets de la formation sur la profitabilité, étendant ainsi un travail préliminaire de Ballot et Taymaz (1996), qui relève un effet positif, ainsi que sur la valeur boursière des entreprises. ■

Bibliographie

- Albrecht J.W. *et alii* (1992), *MOSES Data Base*, Research Report 40, IUI, Stockholm.
- Ballot G. (1994), « Continuing Education and Schumpeterian Competition : Elements for a Theoretical Framework », dans R. Asplund (sous la dir. de), *Human capital Creation in an Economic Perspective*, Physica Verlag, Berlin.
- Ballot G. *et al.* (1998), « *Le capital humain des entreprises. Constitution et relation avec les performances micro et macroéconomiques* ». Rapport final de l'appel d'offres « L'entreprise et l'immatériel », subvention de recherche 25/95, Commissariat général du Plan.
- Ballot G. et Fakhfakh F. (1996), « Les compétences des entreprises favorisent-elles leur croissance ? », dans A.M. Feriçelli et B. Sire (sous la dir. de), *Performance et Ressources Humaines*, Economica, Paris.
- Ballot G. et Hammoudi A. (1997), « Financement de la formation générale par les entreprises et concurrence oligopolistique : un modèle théorique », dans Ballot *et al.* (1998).
- Ballot G. et Taymaz E. (1993), « *Firm Sponsored Training and Performance. A Comparison between French and Swedish Firms* », document ERMES.
- Bartel A. (1989), « *Formal Employee Training Programs and their Impact on Labor Productivity : Evidence from a Human Resources Survey* », document 3026, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass., USA.
- Bartel A. (1992), « *Productivity Gains from the Implementation of Employee Training Programs* », document 3893, National Bureau of Economic Research, Cambridge, Mass., USA.
- Becker G.S. (1964), *Human Capital*, National Bureau of Economic Research.
- Benhabib J. et Spiegel M.M. (1994), « The Role of Human Capital in Economic Development. Evidence from Aggregate Cross-country Data », *Journal of Monetary Economics*, 34, 143-173.
- Black S.E. et Lynch L. (1996), « Human Capital Investments and Productivity », *American Economic Review* 86 (2), 263-267.
- Boon M. et van der Eijken B. (1997), *Employee Training and Productivity in Dutch Manufacturing Firms*, Panel Data Econometrics Conference, Paris, June 18-19.
- Booth A.L. et Snower D.J. (1996) (eds.), « *Acquiring Skills. Market Failures, their Symptoms, and Policy Responses* », Cambridge University Press, Cambridge.
- Braunerhjelm P. (1997), « On the Role of Knowledge Capital in Firm Performance », *Revue d'économie industrielle*, 81, 3^e trimestre, 9-22.
- Carriou Y. et Jeger F. (1997), « La formation continue dans les entreprises et son retour sur investissement », *Économie et Statistique*, 303, 45-58.
- Christensen L., D. Jorgenson et L. Lau (1973), « Transcendental Logarithmic Utility Function », *American Economic Review*, 65, 367-83.
- Cohen W.M. et Levinthal D.A. (1990), « Absorptive Capacity : a New Perspective on Learning and Innovation », *Administrative Science Quarterly* 3, 128-152.
- Delame E. et Kramarz F. (1997), « Entreprises et formation continue », *Économie et Statistique*, 127, 63-82.
- Eliasson G. (1990), « The Firm as a Competent Team », *Journal of Economic Behavior and Organization* 13(3), 273-298.
- Eliasson G. *et al.* (1990), *The Knowledge Based Information Economy*, Stockholm, IUI et Almqvist et Wicksell International.
- Gaumont D. (1998), « Transmission du savoir et croissance économique dans un modèle à générations imbriquées », chapitre 3 dans Ballot *et al.* (1998).

Goux D. et Maurin E. (1997), « Les entreprises, les salariés et la formation continue », *Économie et Statistique*, 306, n° 6, 41-54.

Grossman G.M. et Helpman E. (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, The MIT Press, Cambridge, Mass.

Hall B. et Mairesse J. (1995), « Exploring the Relationship between R et D and Productivity in French Manufacturing Firms », *Journal of Econometrics*, 65, 263-293.

Leiponen A. (1995), « *Human Capital and Corporate Growth* », ETLA Discussion paper n° 531.

Lucas R. (1988), « On the mechanics of economic development », *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42.

Mairesse J. et Mohnen P. (1994), *R and D and Productivity Growth*, colloque EUNETIC, Strasbourg, 6-8 Octobre.

Marion A. (1987), « Problématique financière de l'investissement immatériel », *Analyse financière*, 1er trimestre, 72-83.

Megna P. et Mueller D.C. (1991), « Profit Rates and Intangible Capital », *Review of Economics and Statistics* LXXIII (4), Novembre, 632-642.

OCDE (1996), « *Expenditures in relation to Knowledge Based Economy in 10 OECD Countries* », OCDE, Paris.

Nijman T., Verbeek M. (1992), « Incomplete Panel Data and Selection Bias », dans L. Matyas et P. Sevestre (sous la dir. de), « *The Econometrics of Panel Data* », Kluwer, Dordrecht.

Richardson G.B. (1972), « The Organization of Industry », *Economic Journal* 82, 883-896.

Romer P. (1990), « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy* 98, 297-306.

Schumpeter J. (1943), *Capitalism, Socialism and Democracy*, G. Allen and Unwin, Londres.

Résumé

Formation continue, Recherche et développement et performance des entreprises

par Gérard Ballot, Fathi Fakhfakh et Erol Taymaz

L'article étudie les effets de certains actifs immatériels de l'entreprise sur sa productivité. Alors que beaucoup de travaux ont mis en évidence le rôle du capital technologique, mesuré par la Recherche et développement, le rôle complémentaire de la formation de la main-d'œuvre par l'entreprise n'a guère été étudié, du moins de manière quantitative. L'originalité de l'étude est d'abord d'évaluer les impacts respectifs de ces deux types d'actifs immatériels, et leurs possibles interactions. Un autre apport est d'analyser les effets des stocks de ces actifs sur la croissance de la productivité globale des facteurs, effets suggérés par la théorie de la croissance endogène au niveau macroéconomique, mais susceptibles d'exister au niveau de l'entreprise.

L'étude utilise des données tirées d'un panel de grandes entreprises françaises (1981-1993) constitué par l'Équipe de recherche sur les marchés, l'emploi et la simulation (ERMES) à partir des bilans sociaux ainsi que des bilans fiscaux, et montre que le capital-Formation continue comme le capital-Recherche et développement sont des facteurs de production. Leurs taux de rendement sont très élevés en termes de productivité. La Recherche et développement a de plus un effet sur la croissance de la valeur ajoutée. Par contre les interactions n'apparaissent pas. Enfin l'article étudie l'impact de certaines variables organisationnelles sur l'efficacité de la formation et repère un effet négatif de l'absentéisme.