

# Le capital savoir de l'entreprise et l'innovation : définition, rôles et enjeux<sup>1</sup>

## Enterprise Knowledge Capital and Innovation: Definition, Roles and Issues

Blandine Laperche<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Littoral Côte d'Opale, Laboratoire CLERSE, Réseau de Recherche sur l'Innovation (RRI), blandine.laperche@univ-littoral.fr

**RÉSUMÉ.** L'objectif de cet article est de présenter le concept de capital savoir de l'entreprise, qui permet d'étudier la manière selon laquelle elle combine et utilise des ressources prenant la forme de connaissances et d'informations. Il facilite aussi l'identification des acteurs internes et externes à l'entreprise impliqués dans le processus d'innovation. Son étude révèle les enjeux liés à son accumulation, son utilisation et son appropriation. La première partie de cet article donne une définition synthétique du capital savoir, tout en le reliant à des concepts actuels et proches. La seconde partie présente ses rôles dans le processus de production et les fonctions particulières de l'information dans cette dynamique. Dans l'entreprise digitale et l'industrie 4.0 d'aujourd'hui, la collecte, le traitement et l'utilisation de l'information pour enrichir le capital savoir et accélérer les processus d'innovation, tout en réduisant les coûts, sont des éléments clés pour le renforcement de la compétitivité.

**ABSTRACT.** The purpose of this article is to introduce the concept of Enterprise knowledge capital, which explores how the enterprise combines and uses resources in the form of knowledge and information. It also facilitates the identification of internal and external stakeholders involved in the innovation process. Its study reveals the stakes related to its accumulation, use and appropriation. The first part of this paper gives a synthetic definition of knowledge capital, while linking it to current and related concepts. The second part presents its roles in the production process and the particular functions of information in this dynamic. In today's digital enterprise and industry 4.0, the collection, processing and use of information to enrich knowledge capital and accelerate innovation processes, while reducing costs, are key elements for enhancing competitiveness.

**MOTS-CLÉS.** Capital savoir, information, connaissance, innovation, entreprise, digitalisation.

**KEYWORDS.** Knowledge capital, information, knowledge, innovation, enterprise, digitization.

L'analyse économique de l'innovation s'est fortement développée depuis les années 1950. Les économistes classiques avaient pourtant posé des jalons essentiels dès le 18<sup>ème</sup> siècle. Par exemple, Adam Smith (1723-1790) a observé et décrit les formes de division du travail dans les premières manufactures et mis en avant l'importance du travail divisé et combiné, mais aussi de l'apprentissage par la pratique et l'interaction dans l'émergence d'idées et d'artefacts techniques. Jean Baptiste Say (1767-1832) a insisté sur les caractéristiques et rôle de l'entrepreneur mais aussi sur les conditions institutionnelles propices – ou non – au développement et à la diffusion des connaissances. Karl Marx (1818-1883) a analysé la mécanisation et ses effets dans la grande industrie, souligné l'importance du travailleur collectif dans son organisation et mis en évidence l'intégration et l'appropriation progressive de la science au service du capital. Ces apports essentiels ont été relégués au second plan avec la diffusion de l'approche néoclassique, centrée sur la sphère marchande, au sein de laquelle le progrès technique n'a que peu de place puisque les principaux facteurs de productions, capital et travail, sont considérés comme homogènes. Il faut attendre les modèles de croissance de Robert Solow dans les années 1950 pour que le progrès technique soit intégré, de manière imparfaite dans l'analyse néoclassique de la croissance économique. Il l'est alors en tant que facteur externe à la sphère économique, une « manne céleste », représentant la productivité globale des facteurs. Le progrès technique, facteur résiduel de la fonction de production, expliquait les différences observées entre

<sup>1</sup> Ce article reprend de larges extraits de B. Laperche, *Le capital savoir de l'entreprise*, ISTE, Londres, 2018 (publié en anglais sous le titre *Enterprise Knowledge Capital*, Wiley/ISTE, London 2017).

croissance du PIB et croissance des quantités de facteurs utilisés dans le processus de production dans la période de croissance forte de l'après seconde guerre mondiale. Certains auteurs, comme Schumpeter (1883-1950), avaient pourtant fait de l'innovation le moteur essentiel du changement caractéristique du mode de production capitaliste, en la reliant à l'esprit d'aventure des entrepreneurs. Pourtant les origines du progrès technique demeuraient alors nébuleuses, c'est-à-dire que le progrès technique restait encore une boîte noire au contenu incertain.

Les développements de l'économie industrielle, dont le champ d'étude s'est d'abord orienté vers l'explication des performances des acteurs reliées à leur comportements ainsi qu'aux structures dans lesquelles ils évoluent ont permis de progressivement entrer dans la boîte noire de la technologie, pour reprendre le titre de l'ouvrage de Nathan Rosenberg, publié en 1982. Dans le champ des théories de la firme, les approches théoriques s'éloignent aussi de la vision restrictive des économistes néoclassiques qui limitent l'entreprise à l'individu rationnel et maximisateur. Les théories behavioristes et managériales appréhendent la firme comme une organisation complexe aux objectifs variés, au sein desquels l'innovation va progressivement devenir un facteur essentiel de différenciation et de performance. A partir des années 1980, les théories évolutionnistes et les approches théoriques fondées sur les ressources enrichissent l'étude de l'origine de l'innovation des entreprises. La connaissance, ses caractéristiques en tant que bien économique, les conditions de sa production, de son accumulation et de son appropriation, sont au cœur des développements théoriques contemporains.

C'est sur ce socle théorique que nous nous appuyons dans cet article. Son objectif est de présenter le concept de capital savoir de l'entreprise, qui permet d'étudier la manière selon laquelle elle combine des ressources prenant la forme de connaissances et d'informations. Il facilite aussi l'identification des acteurs internes et externes à l'entreprise impliqués dans le processus d'innovation. Son étude révèle selon nous les enjeux liés à son accumulation, son utilisation et son appropriation. La première partie de cet article donne une définition synthétique du capital savoir, tout en le reliant à des concepts actuels et proches. La seconde partie présente ses rôles dans le processus de production et les fonctions particulières de l'information dans cette dynamique.

## 1. Le capital savoir : définition et rôles

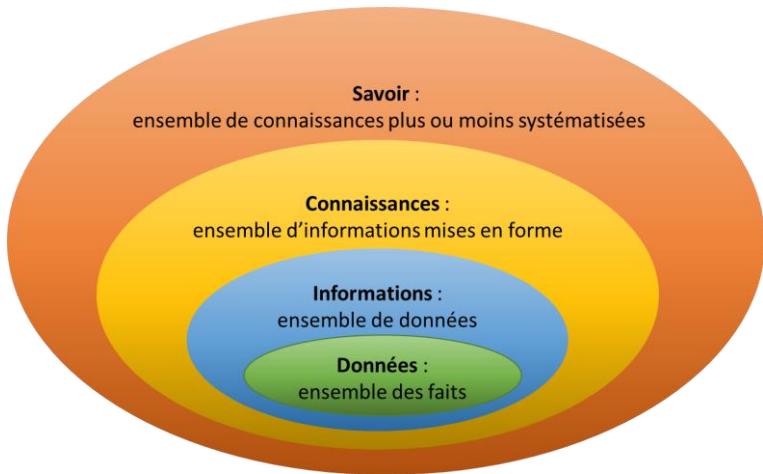
### 1.1. *Information et connaissance et savoir*

Le savoir est traditionnellement lié à l'individu : il se caractérise simplement comme un ensemble de connaissances plus ou moins systématisées, acquises par une activité mentale suivie. Cette première définition met l'accent sur la production de connaissances. Dans l'entreprise, l'innovation doit donc être pensée comme un processus endogène car elle est issue d'un investissement motivé en ressources humaines (chercheurs, ingénieurs), matérielles (instruments scientifiques et techniques, machines) et immatérielles (bases de données, logiciels, activités de recherche plus ou moins appliquées). Cependant, cette définition occulte toute l'activité d'intelligence économique qui est essentielle.

En effet, la constitution de ce que nous nommons « capital savoir » nécessite la recherche, l'acquisition d'informations scientifiques, techniques, commerciales susceptibles d'enrichir, mais également de « mettre en forme », ou encore de « systématiser » la connaissance produite au sein de l'entreprise. Nous pouvons définir le savoir scientifique et technique de l'entreprise comme un ensemble de connaissances constituées et d'informations scientifiques, techniques et commerciales acquises par une activité productive et d'intelligence économique suivie.

Il est d'abord utile de rappeler la différence entre l'information et la connaissance. Celle-ci peut être étudiée comme une différence de degré dans les catégories de savoir et/ou comme une forme comptable différente. Dans le premier cas (figure 1), le savoir apparaît comme une « poupée russe ». Il est défini comme un ensemble de connaissances plus ou moins systématisées. Il contient la

connaissance, elle-même liée à l'individu et définie comme un ensemble d'informations mises en forme. L'information correspond à un ensemble de données, qui rassemblent un ensemble de faits.



**Figure 1.** *Le savoir : une poupée russe (source : auteur)*

Si cette approche est intéressante, elle peut toutefois aboutir à des restrictions dans l'utilisation des termes. Les économistes ont mis en avant les caractéristiques communes de l'information et de la connaissance, et les ont souvent traitées de manière synonyme. Selon Fritz Machlup (1984), la connaissance (comme l'information) est caractérisée par un coût de production fixe élevé et un coût de reproduction nul ou quasi nul. Cela s'explique par les caractéristiques de ces biens spécifiques, notamment leur non-exclusivité (c'est-à-dire l'impossibilité d'exclure un utilisateur même si celui-ci ne contribue pas au financement de ce bien), et la non-rivalité (autrement dit leur consommation par un individu ne diminue pas la quantité disponible pour les autres). D'où les problèmes d'incitation pour les entreprises à investir dans la production du savoir (Arrow, 1962a). Cependant, ces propriétés des connaissances et des informations sont altérées par les stratégies d'appropriation mises en œuvre par les entreprises et appuyées par les pouvoirs publics. Nous y reviendrons.

D'autres ont cherché à mettre en avant les différences entre information et connaissance et à les dissocier en s'appuyant justement sur le sens donné à l'information par la cybernétique, c'est-à-dire « un ensemble de données ». Par exemple, pour Dominique Foray, « la connaissance est d'abord, et fondamentalement, une capacité d'apprentissage et une capacité cognitive, tandis que l'information reste un ensemble de données structurées, d'une certaine façon inerte ou inactive, ne pouvant par elle-même engendrer de nouvelles informations » (Foray, 2000, p. 9).

Une autre façon d'appréhender l'information et la connaissance – qui n'est pas incompatible avec la précédente – réside dans la façon de comptabiliser la connaissance et l'information. Ainsi, la connaissance apparaît comme un stock et l'information comme un flux. Cette acceptation permet de distinguer la production interne de savoir (connaissance en tant que stock) et l'activité d'intelligence économique qui permet de nourrir le processus de production de connaissances. La connaissance (stock) et l'information (flux) apparaissent donc comme complémentaires.

Comme pour le savoir, la connaissance est liée à l'individu. Elle est le fruit de processus intellectuels de compréhension, d'apprentissage et de comportement. Les connaissances sont d'abord incorporées dans les individus et dans la mémoire commune de l'ensemble social. Dans le cas de l'entreprise, les connaissances scientifiques et techniques sont incorporées dans les individus (les chercheurs, les ingénieurs, les ouvriers) et dans la mémoire commune de l'entreprise (les « routines » si l'on reprend le vocabulaire évolutionniste, traduites, par exemple, en procédés de production spécifiques). Elles sont également intégrées dans les machines, les objets et les produits créés par les membres de l'entreprise, puis utilisées dans l'activité scientifique et technique de l'entreprise.

La connaissance, comme l'information, peut être codifiée, c'est-à-dire écrite et répertoriée, disponible dans un « annuaire » ou, au contraire, tacite. Selon Karl Polanyi, la connaissance tacite fait référence à « ce que l'on sait sans pouvoir l'exprimer » (Polanyi, 1966). Elle est contenue dans les savoir-faire des individus, et transmise par une activité d'apprentissage, par la pratique (Arrow, 1962b), l'usage (des technologies avancées en particulier ; Rosenberg, 1982) ou l'interaction (Lundvall, 1992). Le rôle de la connaissance tacite est fondamental car c'est elle qui rend possible l'appropriation du capital savoir par l'entreprise qui le constitue et qui accroît le temps de sa diffusion à des concurrents, par exemple.

L'exemple de la recette de la mousse au chocolat permet de bien différencier le caractère codifié et tacite de la connaissance ou de l'information.

Sur Marmiton.org, la recette de la mousse au chocolat est la suivante :

- « - Séparer les blancs des jaunes d'œufs.
- Faire ramollir le chocolat dans une casserole au bain-marie.
- Hors du feu, incorporer les jaunes et le sucre.
- Battre les blancs en neige ferme et les ajouter délicatement au mélange à l'aide d'une spatule.
- Verser dans une terrine ou des verrines, et mettre au frais 1 heure ou 2 minimum. »

Présentée ainsi, pour le novice en cuisine, cette recette est une information codifiée. Si le novice essaie de la reproduire, il mettra en œuvre un processus d'apprentissage, et cette recette deviendra pour lui une connaissance. Mais aboutira-t-il au résultat recherché ? C'est-à-dire la réalisation d'une mousse aérée et non d'une crème au chocolat ? En effet, des éléments « tacites » se cachent dans cette recette. En particulier, la phrase « battre les blancs en neige ferme et les ajouter délicatement au mélange à l'aide d'une spatule » est essentielle. Elle est suffisamment explicite pour celui qui s'est déjà livré à l'exercice de la confection d'une mousse au chocolat (apprentissage par la pratique) ou qui a regardé quelqu'un d'autre réaliser ces gestes (apprentissage par interaction). Pour le novice, le mélange délicat avec une spatule peut conduire à « casser les blancs en neige » si le geste de la spatule, qui doit « enruler » les blancs en neige, n'est pas respecté... Cet élément clé est une connaissance tacite, difficile à expliquer, mais détenue par celui qui est passé par un processus d'apprentissage. Si cette connaissance n'est pas acquise, le résultat sera la réalisation, non pas d'une mousse, mais d'une crème au chocolat !

Le même raisonnement peut être mené concernant les documents de brevets, librement diffusés. L'invention qu'un document de brevet contient doit être reproductible par un homme de métier, mais, là encore, la reproduction ne peut être instantanée du fait des connaissances tacites qui doivent être acquises par un processus d'apprentissage, souvent long.

#### **Encadré 1. Connaissance codifiée, connaissance tacite et mousse au chocolat**

### **1.2. Des connaissances scientifiques et techniques au capital savoir**

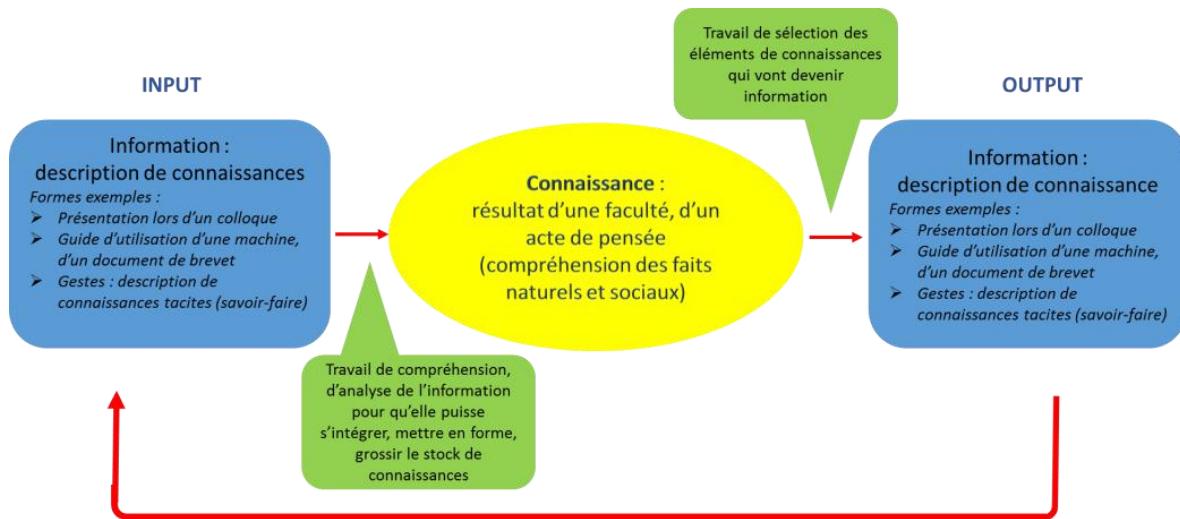
L'ensemble des connaissances scientifiques et techniques de l'entreprise forme donc un stock utilisable par l'entreprise. Ce stock est en constante évolution dans une économie changeante, et cette évolution tend à remettre en cause l'existence d'un coût marginal nul, qui irait de pair avec la reproduction à l'identique du stock de connaissances.

L'information scientifique et technique, en tant que flux, apparaît alors à la fois comme un input et un output de la connaissance (figure 2). Information et connaissance ne sont donc pas synonymes, mais

ne sont pas non plus dissociables : elles sont complémentaires. L'information est une description qui peut être écrite, visuelle ou sonore de connaissances, codifiées ou tacites. Elle se compose d'images constituées, publiées et diffusées, d'événements, de comportements et de faits du monde physique, biologique, naturel et humain. Le mot « information » provient du latin *informare* (1190) dont sont issus les mots « informer » et « information ». Il signifie « donner une forme, une signification »<sup>2</sup>. L'information est donc dotée d'un pouvoir structurant.

Connaissances et informations sont ainsi intrinsèquement liées : les flux d'informations entrant dans l'entreprise ont un pouvoir structurant sur les connaissances accumulées (input). Ils permettent de les organiser dans un but déterminé : créer un nouveau produit, par exemple. Mais la connaissance, comme l'information, est le fruit d'un travail. La connaissance implique un travail théorique, mais aussi pratique visant à améliorer la compréhension des faits naturels et sociaux. L'information décrit et diffuse ces connaissances produites par le travail et implique un travail supplémentaire de sélection des éléments de connaissances les plus pertinents. Ainsi, l'information est également le résultat diffusé d'une connaissance (output).

Toute connaissance ne deviendra pas information, soit parce qu'elle n'aura pas atteint un degré de formalisation suffisant pour être susceptible d'aboutir à une meilleure compréhension des faits naturels et sociaux (la connaissance n'est encore qu'une série d'hypothèses), soit parce qu'elle est sans utilité immédiate dans un but de valorisation mercantile ou non, d'un savoir individuel ou collectif.



**Figure 2.** L'information, input et output de la connaissance (source : auteur)

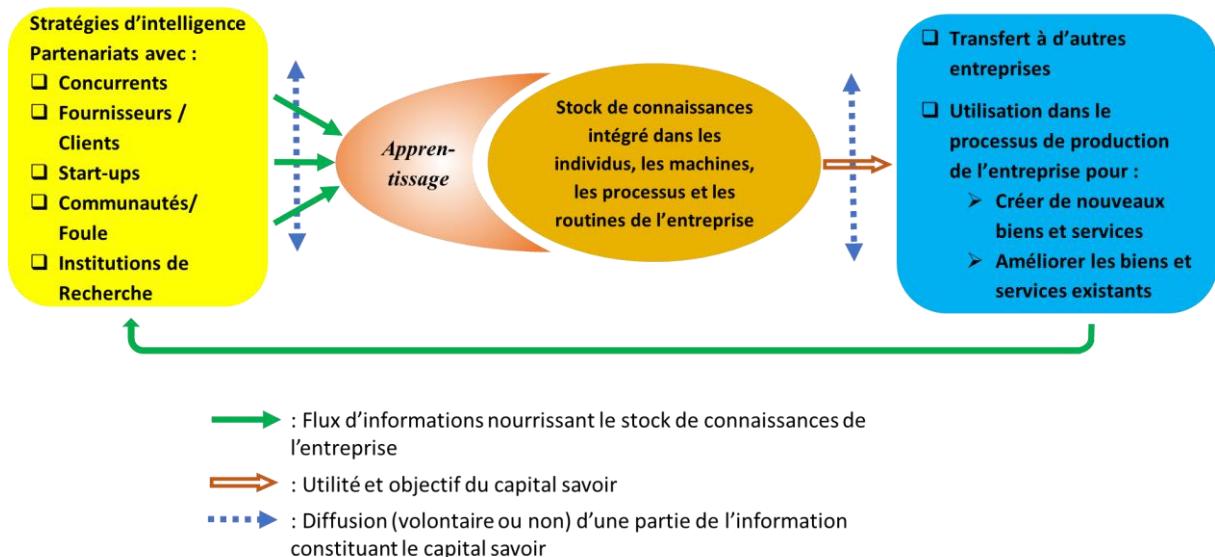
Pour aboutir à la notion de capital savoir, il faut s'intéresser à l'utilisation spécifique du savoir par l'entreprise. Dans quel cas une ressource peut-elle être qualifiée de capital ? Lorsqu'elle est utilisée dans un processus de production. Il en est ainsi, par exemple, de la science qui, intégrée dans la production, est devenue une force productive du capital (Marx, 1857 ; Uzunidis, 2003).

Nous pouvons définir le capital savoir comme « l'ensemble des informations et des connaissances scientifiques et techniques produites, acquises, combinées et systématisées par une ou plusieurs firmes dans un objectif productif et, plus globalement, de production de valeur ». Le capital savoir (figure 3) se réfère au savoir accumulé par une ou plusieurs firmes.

Il est intégré dans les individus (savoir-faire), les machines, les technologies et les routines de l'entreprise. Il est constamment enrichi par les flux d'informations. Le capital savoir représente plus

<sup>2</sup> Ce sens est d'abord accordé au mot « informer » dans le dictionnaire de Furetière : « Donner la forme ». On le retrouve dans le Littré (XIXe siècle) pour le mot « information » : « Terme de philosophie. Action d'informer, de donner une forme » et pour le mot « informer », d'abord au sens propre : « Terme de philosophie. Donner une forme » et au sens figuré : « Donner une forme à l'esprit et, par suite, avertir, instruire ».

que la somme de ses parties : un processus de fertilisation croisée entre toutes ces sources d'informations et de connaissances fait que le rendement issu de l'usage de cet ensemble combiné d'informations et de connaissances est plus élevé que le rendement résultant de l'usage de chacune de ces connaissances et informations prises séparément. Le capital savoir est donc un concept dynamique – un processus – qui définit le savoir accumulé par une ou plusieurs firmes, et continuellement enrichi ou combiné de différentes manières. Cet objectif productif – la création de valeur – est la caractéristique principale qui transforme le savoir en « capital ».



**Figure 3.** *Le capital savoir (source : auteur)*

Le concept s'inscrit ainsi dans une conception dynamique de la notion de capital, qui s'apprécie bien dans le processus d'accumulation du capital analysé par Marx. Dans celui-ci, une somme d'argent A est investie dans un processus productif dans lequel une marchandise M est transformée grâce au travail et au capital (K et L) en une marchandise ayant une valeur supérieure M' qui se transformera *via* sa vente sur le marché en une somme d'argent supérieure A', destinée à son tour à être réinvestie.

Dans cette approche, le capital n'est pas uniquement un stock de ressources disponibles pour les activités productives. Il se présente surtout comme un processus qui indique le constant renouvellement et l'usage productif de ce stock. Le capital savoir n'est donc pas un stock inerte, mais intègre la création de valeur comme un élément clé de sa définition. Cette perspective de création de valeur détermine l'intégration de nouvelles informations, la combinaison de celles-ci et de la connaissance, et le double processus de la diffusion/protection. En mettant l'accent sur l'objectif – la création de valeur – nous réintégrons dans l'analyse les tensions liées aux relations de pouvoir qui existent entre des firmes de taille et de force différentes.

L'étude du capital savoir des entreprises permet de comprendre comment elles génèrent de nouvelles connaissances et les transforment en innovations technologiques, organisationnelles et commerciales. En effet, les informations sont collectées sur les marchés par le biais des stratégies d'intelligence économique, *via* l'accès aux documents de brevets, *via* l'achat de technologies et la signature d'accords de licences et d'autres accords de coopération. Elles sont intégrées dans le stock de connaissances de l'entreprise grâce à des processus d'apprentissage qui sont la base de la transformation de l'information (en tant que flux) en connaissance (en tant que stock). L'utilisation de ce stock de connaissances dépend des opportunités marchandes et du degré de maturité des technologies développées.

L'utilisation du capital savoir dans le processus de création de valeur dans l'entreprise peut prendre deux formes :

– la vente pure et simple de ce capital savoir à une autre entreprise (par exemple, la vente d'un logiciel). Le capital savoir est, dans ce cas, transféré à une autre entreprise (ou plusieurs autres) qui l'utilisera dans son processus de production ;

– l'utilisation de ce capital savoir dans le processus de production de l'entreprise. Dans ce second cas, le capital savoir peut être considéré à la fois comme un moyen de production de marchandises, un outil de cohésion des collectifs de travail et un outil apte à réduire le temps nécessaire à l'accomplissement du processus de production. Nous nous intéresserons à ces formes d'utilisation productive dans la suite de cet article (partie 2).

Auparavant, nous proposons de relier le capital savoir à d'autres concepts récents utilisés pour étudier en particulier le management des connaissances par l'entreprise.

### 1.3. **Le capital savoir et le management des connaissances**

Le concept de capital savoir est de nature analytique et a pour objet d'approfondir la compréhension du contenu de la « boîte noire » que constitue le processus d'innovation des entreprises. Bien que différent, il complète le concept de « capital basé sur la connaissance » proposé récemment par l'OCDE (*knowledge-based capital – KBC*) (OCDE 2013a). L'objectif des concepteurs de cette notion est de lister et de mieux mesurer les actifs intangibles dans lesquels les firmes investissent tels que les données, les logiciels, les brevets, les designs, les nouveaux processus organisationnels et les compétences spécifiques des entreprises. Ils sont répartis en trois groupes : données informatiques (*computerized information*), propriété intellectuelle (*innovative property*), compétences économiques (*economic competencies*) (voir également Corrado *et al.*, 2005). Une autre typologie est aussi retenue lorsque l'on étudie le « capital intellectuel », défini dans les grandes lignes comme l'ensemble du savoir utile qui peut être transformé en valeur (Edvinsson et Malone, 1997). Elle comprend le capital humain (savoir, savoir-faire, compétences humaines), le capital relationnel (les relations externes avec les clients et les fournisseurs) et le capital structurel (bases de données, routines organisationnelles, culture) (Mignon et Walliser, 2015).

L'objectif ultime des concepts de « capital fondé sur le savoir » (*knowledge-based capital*) et de capital intellectuel (*intellectual capital*) est de démontrer la valeur économique des actifs intangibles, donc d'étudier leur impact sur la croissance et la productivité, sur la compétitivité des entreprises et l'innovation afin de promouvoir des mesures de politiques publiques adaptées à cette vision élargie de l'innovation. Cependant, selon Zambon et Monciardini (2015), la plupart des études sur ce sujet sont focalisées sur la mesure et la comptabilisation des actifs intangibles et négligent l'étude de leur rôle spécifique dans le processus de création de valeur.

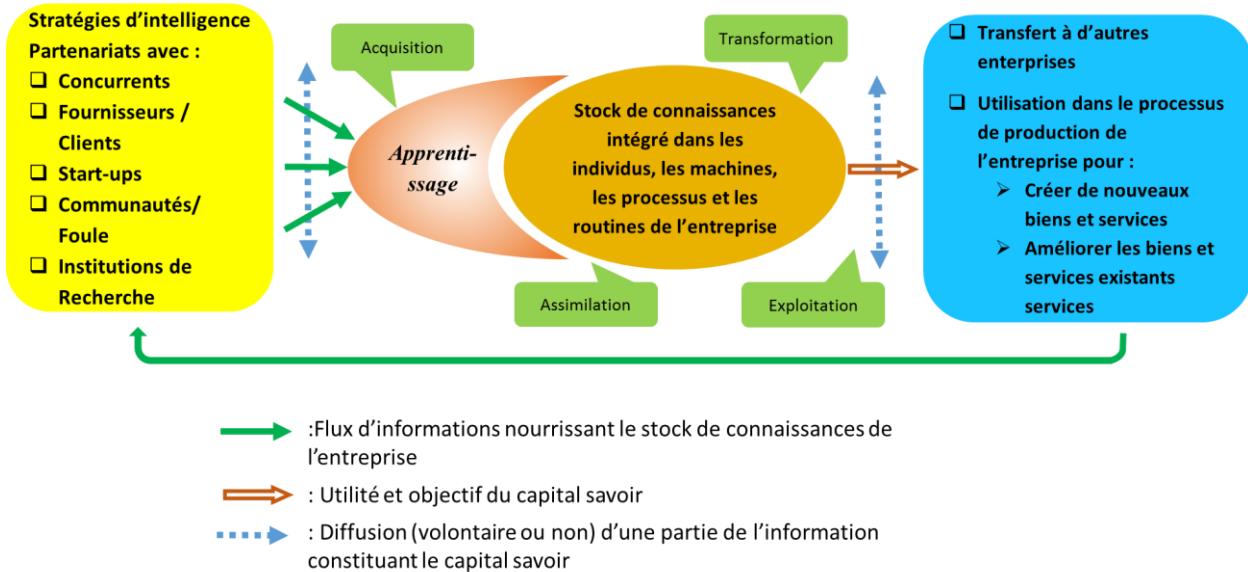
Ils sont toutefois des concepts utiles car ils permettent l'évaluation quantitative de la contribution des actifs intangibles. En ce sens, ils complètent notre approche du capital savoir de l'entreprise en étant plus précis sur la liste des actifs intangibles qui contribuent à l'innovation. Mais ils doivent certainement être liés à d'autres concepts pour aboutir à une vision dynamique du processus d'innovation, comme le suggère également Užienė (2015). De plus, bien que les actifs intangibles soient des éléments centraux dans la stratégie d'innovation de l'entreprise, les actifs tangibles contiennent également du savoir sous forme de « travail mort » inclus dans les outils, les machines et les procédés de production. Selon nous, ces actifs tangibles sont aussi essentiels au processus d'innovation que les actifs intangibles. De ce point de vue, notre approche du capital savoir est plus complète.

L'importance de la connaissance tacite et de ses interactions avec les connaissances explicites est également au cœur des études en management qui s'intéressent à la genèse de la connaissance dans l'organisation. C'est le cas, par exemple, des travaux de Ikujiro Nonaka et de ses coauteurs sur la genèse et la circulation des connaissances dans l'organisation. Il s'agit du modèle SECI (Socialisation, extériorisation, combinaison, intériorisation) (Nonaka et Takeuchi, 1997) où l'innovation dans

l'organisation émerge de l'interaction entre les connaissances explicites et tacites, et se voit associée à une circulation des connaissances du niveau individuel au niveau interorganisationnel (pour une présentation détaillée, voir Barbaroux *et al.*, 2016, p. 43 et suivantes, et Lièvre *et al*, 2016). On peut considérer que ce processus de genèse de la connaissance permet de détailler les activités à l'œuvre au sein du stock de connaissances central dans notre schéma du capital savoir. De même, la théorie C-K (*Concept et Knowledge*) met l'accent sur les questions de créativité au sein de la conception et fournit de plus amples développements sur le développement de la connaissance au cœur des organisations (Hatchuel et Weil, 2009 ; Le Masson et McMahon, 2016).

Ces travaux s'insèrent dans la théorie des ressources qui, dès ses origines, s'est inscrite dans le sillage de Penrose. Les auteurs mettent particulièrement l'accent sur le rôle des compétences (notamment les compétences clés, Prahalad et Hamel, 1990) et des capacités (*capabilities*) dans l'explication de l'avantage concurrentiel des firmes. Les capacités, susceptibles de développer de nouveaux actifs spécifiques rassemblés dans les routines organisationnelles, sont appelées « capacités dynamiques » par David J. Teece *et al.* (1997). Elles se réfèrent à la « capacité de la firme à intégrer, construire et reconfigurer des compétences internes et externes pour répondre rapidement aux changements de l'environnement ». La technique de développement des capacités dynamiques de l'entreprise est le thème central de la théorie cognitive de la firme selon laquelle « la connaissance constitue l'atout le plus important et, par conséquent, la capacité de développer et d'employer des connaissances est la capacité organisationnelle la plus cruciale » (Nooteboom, 2009, p. 11, notre traduction). Parmi ces capacités dynamiques, la capacité d'absorption s'avère centrale pour l'analyse de la formation du capital savoir des entreprises. Celle-ci a d'abord été définie par Wesley M. Cohen et Daniel A. Levinthal (1990) comme « la capacité de la firme à reconnaître la valeur d'une information nouvelle, à la transformer en connaissance, à l'assimiler et à l'appliquer à des fins commerciales ». Quatre dimensions de la capacité d'absorption sont généralement identifiées : l'acquisition, l'assimilation, la transformation et l'exploitation (Zahra et George, 2002). « L'acquisition fait référence à la capacité d'une entreprise à identifier et à acquérir des connaissances générées par l'extérieur qui sont essentielles à ses opérations » ; « L'assimilation se réfère aux routines et aux processus de l'entreprise qui lui permettent d'analyser, de traiter, d'interpréter et de comprendre l'information obtenue à partir de sources externes »; « La transformation désigne la capacité d'une entreprise à développer et à affiner les routines qui facilitent la combinaison des connaissances existantes et des connaissances nouvellement acquises et assimilées »; « L'exploitation reflète la capacité d'une entreprise à récolter et à incorporer les connaissances dans son fonctionnement » (Zahra et George, 2002, pp.189-190). Ces quatre dimensions de la capacité d'absorption sont considérées comme essentielles pour construire et conserver un avantage compétitif, en particulier dans un contexte d'open innovation.

Selon nous, la capacité d'absorption intervient dans la partie centrale de notre concept de capital savoir, comme suit (figure 4) :



**Figure 4.** Capacité d'absorption et capital savoir

Le processus d'apprentissage est un moyen d'intégrer (Assimilation) les flux d'informations qui proviennent de l'extérieur de l'entreprise (Acquisition). Ils sont transformés (Transformation) en connaissances et intégrés au stock de connaissances de l'entreprise. Ces connaissances sont ensuite exploitées et se traduisent par des formes variées d'innovations ou se voient incorporées en l'état dans un autre processus de production (Exploitation).

## 2. L'utilisation productive du capital savoir

Notre approche du capital savoir peut être qualifiée de dynamique. Le capital savoir est en perpétuelle mutation et cette transformation constante justifie l'importance que lui accordent les entreprises. À l'origine du processus dynamique se trouve l'information, scientifique et technique en particulier, mais aussi commerciale. Grâce au pouvoir structurant de l'information, le capital savoir devient un moyen de production de marchandises nouvelles. Et grâce à l'information, il est également un moyen de cohésion des groupes ou « collectifs » de travail. L'acquisition, le traitement et la diffusion d'une partie des informations contenues dans le capital savoir permet enfin de réduire le temps du processus de production et de mise sur le marché des biens.

### 2.1. Le capital savoir et la production de biens et de services nouveaux

L'information scientifique et technique et les connaissances qui composent le capital savoir sont, depuis le début du capitalisme industriel, les entrants essentiels de la production de marchandises nouvelles. Il s'agit du premier aspect de son rôle dans la production de marchandises. L'information a un rôle organisateur : intégrée dans un stock de connaissances, elle permet de l'orienter dans un usage différent ou bien de le renforcer.

La constitution du capital savoir nécessite le rassemblement d'un certain nombre d'*inputs*, c'est-à-dire de ressources humaines (chercheurs, ingénieurs), matérielles (machines, outils) et informationnelles (brevets, logiciels, bases de données, informations libres). L'entreprise cherche à intégrer les informations et les connaissances scientifiques et techniques nouvelles qui vont enrichir le savoir déjà accumulé par l'entreprise en ayant recours à différents moyens : la salarisation des personnels, l'activité d'intelligence économique, la coopération avec d'autres firmes et des institutions extérieures et l'exécution *intra muros* et *extra muros* de la recherche développement.

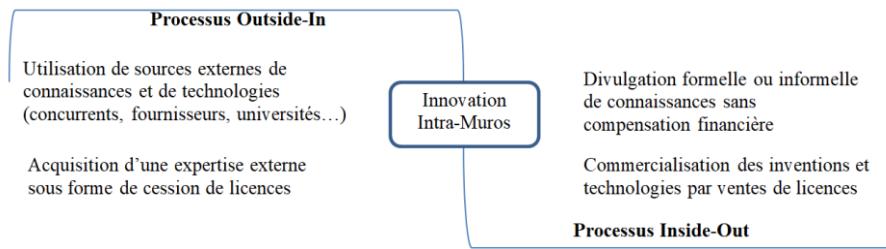
L'innovation multipartenariale (open innovation) est ici entendue comme un modèle générique intégrant toutes les formes d'ouvertures de l'entreprise sur son environnement dans le but d'innover.

Elle suggère que le management des activités d'innovation par la firme a évolué au cours du temps, passant d'un processus « fermé » à un processus « ouvert » dans lequel « des idées précieuses peuvent provenir de l'intérieur ou de l'extérieur de l'entreprise et peuvent également être commercialisées depuis l'intérieur ou l'extérieur de l'entreprise ». (Chesbrough, 2003, p. 47, notre traduction).

Selon cet auteur, le paradigme de l'innovation ouverte a commencé à remplacer l'ancien paradigme de l'innovation fermée dès la fin du XX<sup>e</sup> siècle. La logique du paradigme de l'innovation fermée était une logique interne selon laquelle les entreprises finançaient, généraient, développaient, construisaient et commercialisaient leurs inventions. Nous pouvons relier cette logique à celle du modèle linéaire de l'innovation qui prévalait après la Seconde Guerre mondiale où celle-ci résultait d'une série d'étapes successives (dans le temps, mais également en termes institutionnel) depuis le développement scientifique jusqu'à la diffusion des nouveaux produits et services. Le paradigme de l'innovation fermée a commencé à être remis en cause à la fin du XX<sup>e</sup> siècle par la conjonction de plusieurs facteurs tels que la mobilité accrue des travailleurs très qualifiés, la plus grande présence de financements privés pour les entreprises, les possibilités inédites pour commercialiser de nouvelles idées et les compétences plus pointues des fournisseurs externes. L'exigence de performance en termes d'innovation et les impératifs de profitabilité sont également des facteurs expliquant la place importante des collaborations dans la formation du capital savoir. Les stratégies d'*open innovation* démontrent le rôle majeur des réseaux considérés comme des usines ou des stimulateurs de connaissances (Laperche, Sommers et Uzunidis, 2010). Le capital savoir des entreprises se construit au sein des réseaux.

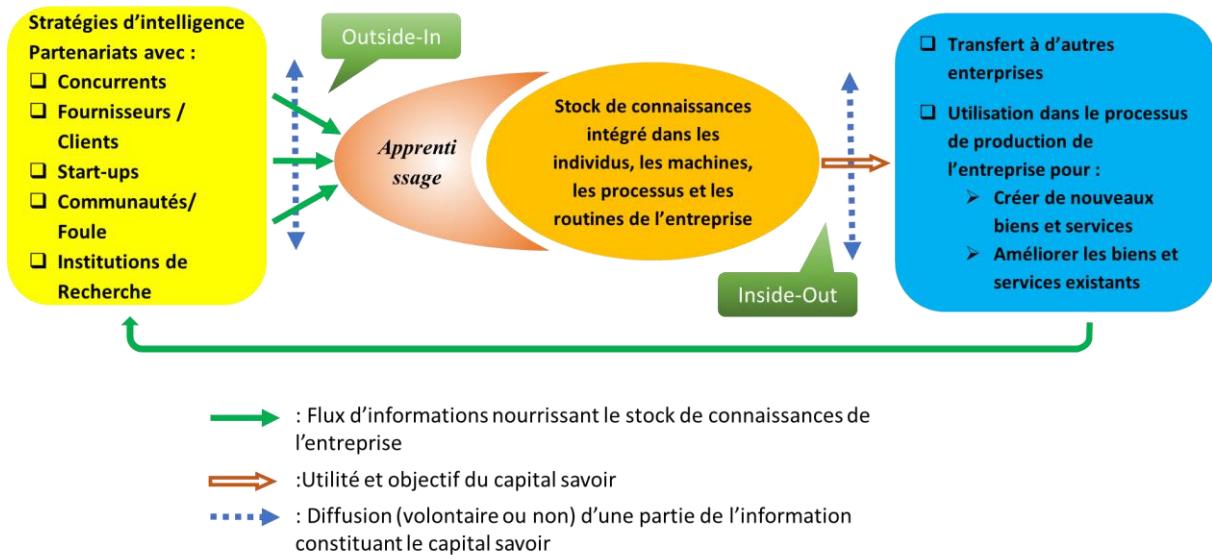
Si Henry Chesbrough met l'accent sur la nouveauté du modèle d'innovation ouverte en l'opposant à un modèle d'innovation fermée, un certain nombre de travaux considèrent que l'innovation ouverte s'inscrit en continuité de l'innovation collaborative ou en réseau. Ainsi, certaines formes d'*open innovation* reposent sur la reconnaissance du caractère distribué de la connaissance : Michel Callon (1999) met en avant le rôle des associations de parents d'enfants malades dans l'activité de recherche scientifique et Eric Von Hippel (2005) insiste sur l'intégration des utilisateurs pilotes en amont du processus d'innovation. Ce modèle d'*open innovation* est aujourd'hui considéré comme dominant, mais les études historiques sur les modes d'organisation de l'innovation mettent en lumière des processus ouverts d'innovation dont des prémisses étaient déjà visibles aux États-Unis dès le début du XX<sup>e</sup> siècle (Mowery, 2009). Cependant, la littérature sur les coopérations scientifiques et technologiques montre clairement que les années 1980 marquent un tournant dans le renforcement des coopérations interfirmes (Chesnais 1988, Colombo et Garrone, 1996), mais également dans les autres formes d'innovations partenariales (notamment, les relations des entreprises avec les institutions universitaires et de recherche).

Selon le modèle de l'innovation ouverte, les firmes collaborent à toutes les étapes du processus « interactif » d'innovation (design, production et commercialisation) et avec de multiples partenaires. L'analyse de l'innovation collaborative selon un modèle ouvert intègre deux principaux processus d'innovation ouverte (Chesbrough *et al.*, 2010). Le premier est connu sous le nom *inbound* ou *outside-in* OI (de l'extérieur vers l'intérieur) qui se réfère à la recherche et à l'intégration de ressources externes nourrissant le développement interne de connaissances. Le second, nommé *outbound* ou *inside-out* IO (de l'intérieur vers l'extérieur), exploite les capacités technologiques à l'extérieur, en utilisant différentes voies de commercialisation telles que les licences, les accords de transfert ou les créations d'entreprises. Un troisième processus est également mentionné. Il s'agit d'un processus mixte associant les processus *outside-in* et *inside-out*, tout en rassemblant différents partenaires dans un même projet de R&D.



**Figure 5.** Les mécanismes à l'œuvre dans l'open innovation (source : Picard, 2014)

Si nous revenons à notre schéma du capital savoir, nous pouvons ainsi considérer que l'open innovation concerne les deux pôles du capital savoir (voir figure 6).



**Figure 6.** Open innovation et capital savoir

Par le biais des stratégies d'intelligence économique et des partenariats avec différents acteurs (concurrents, fournisseurs, start-ups, clients, institutions de recherche), la firme mène une stratégie *outside-in*, qui contribue à nourrir son stock de connaissances. Au pôle opposé, grâce au transfert à d'autres entreprises *via* les contrats de licences de droit de propriété intellectuelle ou les spin-off (*inside-out*), la firme commercialise et donne donc une valeur à son stock de connaissances.

La combinaison des informations scientifiques et techniques nouvelles au capital connaissances déjà accumulé par l'entreprise rend possible son utilisation productive par la mise au point de nouveaux biens et services ou de méthodes inédites de production ou encore par leur amélioration. La protection de ce capital savoir est donc fondamentale. En effet, la performance des entreprises dépend de leur capacité à s'approprier ce capital savoir et le revenu qui en sera généré. L'appropriation du savoir par l'entreprise commence dans la sphère de la production et signifie à la fois la formation, l'utilisation productive et la protection de ce savoir en tant que capital. La protection du capital savoir fait l'objet de stratégies rigoureuses (recours à la propriété intellectuelle, secrets, normes et avance sur les concurrents).

## 2.2. Le capital savoir et la cohésion des collectifs de travail

Le capital savoir joue aussi un rôle clé dans la cohésion des groupes de travail. Emile Durkheim, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, évoquait la « solidarité organique » issue des processus d'apprentissage qui donne au groupe de travail son caractère véritablement collectif. Le collectif de travail, ou « travailleur collectif » dans la terminologie marxiste, est à l'origine du traitement de l'information scientifique

acquise à l'extérieur de l'entreprise et donc de l'enrichissement et de la (re)production du capital savoir. Ce collectif de travail assure également l'usage productif du capital savoir.

Le collectif de travail résulte de l'imbrication de connaissances scientifiques et techniques parcellaires des individus salariés. La circulation des connaissances et des informations scientifiques et techniques au sein du collectif de travail conditionne l'existence, le fonctionnement et la cohésion du collectif de travail. Celui-ci, autrefois bien circonscrit au sein des frontières de l'entreprise s'est étendu, à l'heure de la firme réseau et de l'open innovation, au-delà de ses frontières. Ainsi, la diffusion du capital savoir au-delà des frontières de l'entreprise est fondamentale pour assurer la cohésion des équipes. En prenant les termes développés par la théorie de l'information et la cybernétique l'information scientifique et technique peut alors être considérée comme un moyen de contrôle, de commande et d'orientation des collectifs de travail vers des buts clairement définis ; de la même manière que l'information, en général, joue ce rôle sur la machine ou la société en général (Wiener, 1948).

Un autre exemple qui montre l'étendue des collectifs de travail est l'importance actuelle des « communautés de savoirs » (Amin et Cohendet, 2004), qui est un terme fédérateur pour désigner les différentes formes de communautés de pratique épistémiques. À l'origine du concept (Lave et Wenger, 1991 ; Brown et Duguid, 1991), les communautés de pratiques se présentent comme des groupes informels d'individus échangeant leurs procédés dans le cadre de normes d'interactions construites par la pratique, sans hiérarchie visible et produisant des connaissances dans des domaines spécifiques. L'exemple type est celui des communautés de logiciels libres. Comme l'expliquent Barbaroux *et al.* (2016), les entreprises sont aujourd'hui pleinement conscientes de l'importance de ces communautés de savoir comme vecteurs d'enrichissement de leur capital savoir et donc d'innovation. L'exemple développé dans la littérature est celui d'IBM, et a donné naissance à la notion de communauté de pratique pilotée, où l'entreprise cherche à « aligner l'activité d'une communauté avec des orientations stratégiques, tout en préservant le caractère auto-organisé et spontané de la communauté » (Barbaroux *et al.*, 2016, p. 95). En d'autres termes, l'objectif est de profiter de la créativité issue de la flexibilité de cette organisation sous forme de communauté pour renforcer son capital savoir.

Les relations multi-partenariales contribuent également à brouiller les frontières des collectifs de travail. D'un côté, la diffusion des éléments constitutifs du capital savoir entre les membres de l'entreprise mais aussi en dehors de celle-ci permettent de maintenir leur cohésion au-delà des frontières de l'entreprise. Mais d'un autre côté, cette diffusion accroît les risques de divulgation non contrôlée d'éléments essentiels à leur compétitivité. L'enjeu consiste alors pour l'entreprise à contrôler l'information qu'elle diffuse ou non et le degré d'accès des différents membres des collectifs de travail aux éléments les plus sensibles. Les systèmes d'information de l'entreprise digitale sont ainsi dotés de droits d'accès plus ou moins variés ; des clauses de confidentialité insérés dans les contrats (de travail, de partenariat) réduisent, sans les empêcher complètement, les risques de fuite.

### **2.3. Le traitement de l'information à l'ère du Big Data et la prise de décision**

Ces multiples rôles du capital savoir justifient l'investissement des entreprises dans sa constitution et sa protection. Mais la période récente est aussi marquée par une diffusion croissante d'informations scientifiques et techniques intégrées dans la publicité, et *via* des moyens sophistiqués et rapides (internet). Autrement dit, les moyens de communication modernes accélèrent la diffusion des informations. La quête d'informations, mais aussi leur diffusion croissante, s'expliquent par le fait que le capital savoir n'intervient pas seulement en tant que moyen de création de valeur au cours du processus productif, même si c'est son premier rôle. Il est également utilisé pour réduire la durée de l'ensemble du processus de production, soit au stade de l'investissement, ou de la production proprement dite, ou bien encore de la commercialisation des marchandises.

Le travail consistant à acquérir, collecter des informations nouvelles disponibles sur le marché et à les intégrer dans le capital savoir correspond aux activités d'intelligence économique et de veille

technologique : consultation de bases de brevets, salons, presse spécialisée, traitement de données. Il permet aux entreprises d'accroître la rapidité de leurs choix technologiques, productifs, commerciaux et d'éviter les erreurs et les redondances.

Cette activité de recherche et de traitement de l'information existe depuis toujours dans l'entreprise. Les grandes compagnies commerciales du XVII<sup>e</sup> siècle envoyait déjà des informateurs à cheval à travers l'Europe pour connaître l'évolution économique et les goûts des consommateurs. Mais elle a pris une nouvelle dimension à l'ère du Big Data (encadré 1.3).

Pour définir le Big Data, il est souvent fait référence aux 4V : le volume, la variété, la vitesse et la valeur pour la caractériser. Un 5<sup>e</sup> V peut aussi être pris en compte : la véracité. Avec les technologies de l'information (liées à internet), les nouveaux supports (tablettes, téléphones portables, objets connectés) et les sources et formes multiples de l'information, les quantités de données qu'une entreprise doit gérer ont atteint une taille très importante et nécessitent de nouvelles approches et de nouveaux outils (comme le Data Mining et le Text Mining, techniques de profilage, d'analyse visuelle) pour les stocker, les traiter et les utiliser. L'expression Big Data se réfère ainsi à « un ensemble de techniques et d'outils utilisés pour traiter et interpréter de grandes quantités de données qui sont générées par la croissante digitalisation des contenus, le suivi des activités humaines et la diffusion de l'internet des objets » (OCDE, 2015b). Il s'agit de processus et de techniques permettant à l'organisation de créer, manipuler et gérer des données à grande échelle (Hopkins et Evelson, 2011) et d'en extraire de nouvelles connaissances pour en faire une valeur économique (Monino et Sedkaoui, 2016, p. 47). Elle donne aussi naissance à de nouveaux métiers, comme le Data Scientist, dont la mission consiste à trier les données et à les transformer en informations afin d'alimenter le stock de connaissances de l'entreprise.

Ces technologies Big Data font partie, selon l'OCDE (2016), des dix technologies les plus porteuses de changements majeurs dans l'économie et la société. Elles offrent des opportunités pour les entreprises non seulement pour gérer leur activité, améliorer leurs prises de décision, mais également pour adapter l'offre aux besoins des consommateurs. L'intérêt qu'accordent les entreprises à ces techniques se lit dans les dépôts de brevets (liés aux technologies Big Data, à l'internet des objets, à l'informatique quantique et aux télécommunications) qui, toujours selon l'OCDE, connaissent des taux de croissance à deux chiffres au cours des dernières années.

### **Encadré 1.3. Le traitement de l'information à l'heure du Big Data**

Cette activité de traitement des données et de l'information scientifique et technique, déjà constituée en système (document de brevet) ou non (résultats intermédiaires de travaux scientifiques, etc.), accélère aussi le choix des moyens de production que l'entreprise doit acquérir pour mettre en œuvre la production. La plus grande rapidité de circulation des informations (due au progrès des moyens de communication) restreint également le temps de livraison des moyens de production, notamment ceux, de plus en plus nombreux, prenant une forme immatérielle (logiciels, bases de données, etc.). De plus, l'organisation aujourd'hui mondialisée des entreprises rend possible la veille technologie internationalisée, ainsi que le recrutement du personnel qualifié, riche en « capital humain » et donc en connaissances scientifiques et techniques, où qu'il se trouve. La sélection des futurs salariés est facilitée par la collecte et le traitement dans les différents lieux d'implantation.

Au cours du processus de production, les délais sont réduits grâce à l'utilisation de moyens techniques perfectionnés (le réseau internet, intranet, les bases de données), qui découpent les flux d'informations scientifiques et techniques codifiées (autrement dit pouvant être transformées en données automatisées). La diffusion interne des informations scientifiques et techniques consolide ainsi les collectifs de travail et permet d'accroître la productivité du travail.

La diffusion externe d'une partie des informations qui constituent le capital savoir permet de réduire le temps de commercialisation des biens et des services produits par l'entreprise. Pour vendre les marchandises, celle-ci diffuse aujourd'hui des informations scientifiques et techniques (ajoutées aux plus traditionnelles informations concernant le prix, la forme, etc.). Ces informations contribuent à « crédibiliser » le produit, à éduquer les consommateurs (ou encore à définir et à rendre fondamental l'usage des marchandises) et à les fidéliser (en période de grande incertitude, le risque d'investissement sera d'autant plus réduit). La publicité qui véhicule des informations scientifiques et techniques a été utilisée très tôt par les industriels pour accélérer la vente des marchandises et asseoir leur pouvoir sur le marché. Mais les moyens techniques actuels de communication renforcent son influence. Le traitement à grande échelle des données collectées permet d'adapter l'offre aux besoins du consommateur. Prenons l'exemple d'Amazon qui en récoltant et en traitant les traces laissées par les consommateurs sur son site (historique d'achat, consultation) leur propose une gamme de livres ciblés (Monino et Sedkaoui, 2016, p. 44). Nike offre à ses clients un écosystème complet afin de gérer leur activité physique ; cela permet également de leur proposer des produits spécifiques.

Cette diffusion d'informations scientifiques et techniques est suivie d'un travail de collecte et d'analyse de l'impact sur le consommateur. Les enquêtes d'opinion, les sondages, etc., servent de base d'orientation pour le cycle suivant de mise en valeur du capital productif. Ils orientent le travail productif (conception, production), mais aussi, en amont, le choix des moyens de production et des salariés les plus aptes à les mettre en valeur. Le processus, aujourd'hui interactif et non plus linéaire de l'innovation, explique l'imbrication croissante des stades du processus de production et de l'ensemble des activités réalisées (travail scientifique, travail productif, travail de commercialisation). La collecte et la diffusion d'informations, considérées ici comme caractéristiques du stade de commercialisation et servant de base au nouveau processus de production, ont lieu dès le stade d'investissement, soit avant la production effective des marchandises ; cela afin de raccourcir encore davantage le stade difficile de la transformation de la marchandise en espèces sonnante et trébuchante.

Le temps de réalisation du processus de production peut donc être techniquement réduit grâce à la diffusion volontaire d'informations scientifiques et techniques (sa durée effective dépendra bien sûr des perspectives d'offre et de demande du marché).

## Conclusion

L'analyse de la formation du capital savoir permet de souligner sa constitution collective, c'est-à-dire sa socialisation, et d'appréhender ses fonctions dans les stratégies actuelles de l'entreprise. Le capital savoir intervient comme un élément fondamental de la création et de l'amélioration des biens et services nouveaux, de nouvelles organisations ou méthodes de commercialisation.

Dans cet article, nous avons aussi souligné l'importance au sein du capital savoir des entreprises, de l'information et de son traitement. L'information a un pouvoir structurant sur le stock de connaissance accumulé, et l'oriente vers des usages nouveaux. Sa diffusion régulée permet la cohésion des collectifs de travail et agit pour favoriser les choix d'investissement. Elle contribue aussi à former et à orienter le consommateur. Notre travail souligne donc la complémentarité entre information et connaissance, qui dans l'analyse économique, sont soit traités comme des équivalents, soit opposés l'une à l'autre. C'est aussi autour de l'information et de sa diffusion, non contrôlée cette fois, que se joue l'un des grands enjeux actuels des entreprises, celui de la protection de son capital savoir.

Selon bien des analystes, tous les secteurs d'activités entrent progressivement dans l'ère de la digitalisation et de l'industrie 4.0. Cette dernière, qui fait suite à trois précédentes révolutions (l'introduction de la vapeur, de l'électricité, puis des équipements automatisés) est définie par le cabinet McKinsey comme la digitalisation de l'industrie manufacturière, basée sur des capteurs embarqués dans pratiquement tous les composants et équipements, les systèmes cyberphysiques omniprésents et l'analyse de toutes les données pertinentes (McKinsey, 2015). Dans ce nouveau

contexte, le traitement de l'information, sa transformation en connaissance, sa diffusion contrôlée ou non sont au cœur du management de l'entreprise. Un « fil numérique » (*digital thread*) irrigue toute la chaîne de valeur de l'entreprise : “This digital thread starts with the digital design of the product, passes on through the digitally steered and controlled manufacturing process, leads to the digital monitoring of the end product in operation (e.g., for maintenance purposes), and finally ends in the recycling of the product, where digitally stored information can help identify parts for reuse.” (ibid, p.19)

Pour être compétitive sur des marchés, l'entreprise doit donc introduire des technologies digitales (réseaux connectés entre entités, captage et traitement de l'information, interfaces d'interactions hommes-machine, conversion numérique-physique avec la robotique et les imprimantes 3D) à tous les stades de la chaîne de valeur. Pour le moment, cette digitalisation concerne majoritairement les relations avec le consommateur (marketing et distribution), mais aussi progressivement la production et la conception des biens et services. Les stratégies de digitalisation concernent moins les processus, les relations avec l'écosystème de l'entreprise ou la *supply chain* (Bughin et al., 2017). Quelles sont les conséquences sur la constitution et l'usage du capital savoir de l'entreprise, qui certes utilisent de manière croissante les technologies numériques mais se fondent encore largement sur l'intelligence humaine, individuelle et collective, de l'entreprise ? Il s'agit là sans conteste d'un enjeu auquel doivent répondre tant les managers que les analystes.

## Bibliographie

- ARROW K., “Economic welfare and the allocation of resources for invention”, in ARROW K. (ed.), *The rate and direction of inventive activity : economic and social factors*, National Bureau Committee for Economic Research, Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council, Princeton University Press, Princeton, pp. 609–626, 1962a.
- ARROW K., “The economic implications of learning by doing”, *Review of economic studies*, pp. 155–173, 1962b.
- BARBAROUX P., ATTOUR A., SCHENK E., *Gestion des connaissances et Innovation*, Smart Innovation Vol.6, ISTE Editions, 2016.
- BUGHIN J., LABERGE L., MELLBYE A., The Case for Digital Reinvention, McKinsey Quarterly, February 2017. <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-case-for-digital-reinvention?cid=other-eml-ttn-mkq-mck-oth-1712>
- CALLON M., “The role of lay people in the production and dissemination of scientific knowledge”, *Science Technology and Society*, no. 4, pp. 81–94, mars 1999.
- CHESBROUGH H., *Open Innovation: the New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Harvard Business School Press, Boston, 2003.
- CHESBROUGH H., ENKEL E., GASSMANN O., “The future of open innovation”, *R&D management*, vol. 40, no. 3, pp. 213–221, 2010.
- COHEN W.M., LEVINTHAL D.A., “Absorptive capacity: a new perspective on learning and Innovation”, *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no. 1, pp. 128–152, 1990.
- COLOMBO M.G., GARRONE P., “Technological cooperative agreements and firms' R&D Intensity., a note on causality relations”, *Research Policy*, vol. 25, pp. 923–932, 1996
- CORRADO C.A., HULTEN C.R., SICHEL D.E., ‘Measuring Capital and Technology: An Expanded Framework in the New Economy’, *Studies in Income and Wealth*, 65, pp. 11–45, 2005.
- EDVINSSON L., MALONE M.S., *Intellectual Capital. The proven way to establish your company's real value by measuring its hidden brainpower*, Biddles LTD, Great Britain, 1997.
- FORAY D., *Economie de la connaissance*, Repères, La découverte, Paris, 2000.
- HATCHUEL A., WEIL B., “C-K design theory: an advanced formulation”, *Research in Engineering Design*, vol. 19 , no. 4, pp. 181–192, 2009.
- SOMMERS P., UZUNIDIS D. (eds), *Innovation Networks and Clusters. The knowledge Backbone*, Peter Lang, Brussels, 2010.

LAPERCHE B., *Le capital savoir de l'entreprise*, ISTE, Londres 2018

LE MASSON P., MCMAHON C., "Armand Hatchuel et Benoit Weil La théorie C-K, un fondement formel aux théories de l'innovation", in BURGER-HELMCHEN T., HUSSLER C., COHENDET P. (eds), *Les grands auteurs du management de l'innovation et de la créativité*, EMS Editions Management et Société, Paris, pp. 588–613, 2016.

LUNDVALL B.A., *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, Londres, 1992.

MACHLUP F., *Knowledge : its Creation, Distribution and Economic Significance*, Vol III, The Economics of Information and Human Capital, Princeton University Press, New Jersey, 1984.

MARX K., *Grundrisse*, T.II, Paris (1977), Anthropos, Paris, 1857.

McKINSEY &COMPANY, Industry 4.0. How to Navigate Digitization of the manufacturing sector, 2015  
[https://www.mckinsey.de/files/mck\\_industry\\_40\\_report.pdf](https://www.mckinsey.de/files/mck_industry_40_report.pdf)

MIGNON S., WALLISER E., "Editorial. Connaissances, capital intellectuel et management de l'innovation", *Innovations, Revue d'Economie et de Management de l'Innovation*, vol. 47, no. 2, pp. 5–13, 2015.

MONINO J.-L, SEDKAOUI S., *Big Data, Open data et valorisation des données*, Smart Innovation, ISTE, Londres, 2016.

MOWERY D.C., "Industrial R&D in the third industrial revolution", *Industrial and Corporate Change*, vol. 18, pp. 1–50, 2009

NONAKA I., TAKEUCHI H., *The Knowledge Creating Company*, Oxford University Press, New York, 1995.

NOOTEBOOM B., *A Cognitive Theory of the Firm. Learning, Governance and Dynamic Capabilities*, Edward Elgar, Cheltenham, 2009

OCDE, *Supporting Investment in Knowledge Capital, Growth and Innovation*, OECD Publishing, Paris, 2013.

OCDE, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2015*, OECD Publishing, Paris, 2015.

OCDE, *Science, Technology and Innovation Outlook 2016*, OECD Publishing, Paris, 2016.

POLANYI C., *The Tacit Dimension*, Doubleday, New York, 1966.

PRAHALAD C.K., HAMEL G., "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, vol. 68, no. 3, 79–92, 1990.

ROSENBERG N., *Inside the Black Box: Technology and Economics*, Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

SMITH A., *Recherches sur la Nature et les Causes de la Richesse des Nations*, Coll. Folio essais, Paris (publié en 1776), 1976.

SOLOW R.M., "A Contribution to the theory of economic growth", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 70, no. 1, pp. 65–94, 1956.

SOLOW R.M. "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 39, no. 3, pp. 312–320, 1957.

TEECE D.J., PISANO G., SHUEN A., "Dynamic Capabilities and Strategic management", *Strategic Management Journal*, vol. 18, no. 7, pp. 509–533, 1997.

UŽIENĖ L., "Open innovation, knowledge flows and intellectual capital", *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 213, pp. 1057–1062, 2015.

UZUNIDIS D., "Les facteurs actuels qui font de la Science une force productive au service du capital", *Innovations, Cahiers d'économie de l'innovation*, no. 17, pp. 51–78, 2003.

Von HIPPEL E., *Democratizing Innovation*, MIT Press, Cambridge, MA, 2015

ZAHRA S.A., GEORGE G., "Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension", *Academy of Management Review*, vol. 27, pp. 185–203, 2002.

ZAMBON S., MONCIARDINI D., "Intellectual capital and innovation: a guideline for future research", *Innovations, Journal of Innovation Economics and Management*, vol. 17, no. 2, pp. 13–26, 2015.