

# CHAPITRE I

## DU TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE L'INFORMATION

### AUX CARACTERISTIQUES DES LOGICIELS

Pour comprendre ce qu'est un logiciel, son rôle, son processus de production, ses caractéristiques pertinentes, il est nécessaire de le situer dans un système informatique dont il est un des composants. Un système informatique a pour fonction, de façon très générale, de traiter de l'information. Une des premières difficultés consiste à cerner la notion d'informations, et notamment à la délimiter par rapport à des notions voisines comme celles de données et de connaissances. C'est ce que nous tenterons de faire dans un premier temps, en examinant également les implications de ces précisions sur l'analyse de l'efficacité du processus informationnel et sur l'analyse économique de l'information (section I). Dans une deuxième étape, nous étudierons les particularités du traitement automatique de l'information (section II), ce qui nous permettra de définir un logiciel et d'analyser son statut (section III). Nous verrons ensuite en quoi la production d'un logiciel est un travail intellectuel de production de connaissances codifiées (section IV), avant d'étudier les différentes caractéristiques des logiciels et leur articulation (section V).

### **Section I - Données, informations, connaissances : une tentative de clarification**

En France, le terme informatique a été créé en 1962 par Pierre Dreyfus par la fusion des termes information et électronique. Sa définition, reprise par l'Académie Française en 1967, est la suivante : "science du traitement rationnel, notamment à l'aide de machines automatiques, de l'information, considérée comme le support de connaissances dans les domaines scientifique, économique et social" (Jean-Yvon Birrien, 1990, p. 3). Les Anglo-saxons se limitent à l'expression *data processing*, ce qui nourrit une première interrogation : que traite un ordinateur (*electronic data processing*) ? Des informations ou des données ? Les

ambitions plus récentes de l'intelligence artificielle d'en faire des machines à traiter des connaissances ont encore complexifié cette question. Quelles distinctions faut-il introduire entre les notions de données, d'informations et de connaissances ? Paradoxalement, l'importance acquise par ces trois notions, qui se reflète dans le succès des expressions "bases et banques de données", "société de l'information", "économie fondée sur la connaissance", "management des connaissances" (*knowledge management*), n'est pas allée de pair avec une clarification de ces notions. Celles-ci semblent condamnées à receler une "importante ambiguïté" (Philip E. Agre, 1997, p.251) et "chaque cadre théorique tend à privilégier un type d'information et de connaissance en le dressant contre les autres" (Laurent Thévenot, 1997, p. 208)<sup>1</sup>. Les frontières entre ces trois domaines qui sont variables selon les auteurs<sup>2</sup> semblent même s'estomper au fur et à mesure du développement de l'informatique : avec le développement du "paradigme numérique" (Godefroy Dang Nguyen et Denis Phan, 1997, p. 184), toutes les informations quelle que soit leur forme (écrits, sons, images...) reposent sur le même type de données élémentaires (des bits) ; les progrès dans la codification des connaissances, rendue plus attractive par l'utilisation des ordinateurs, permettent de générer des masses croissantes d'informations, qui occupent elles-mêmes une place de plus en plus importante dans les processus d'acquisition des connaissances...

Une réponse possible, énoncée par certains auteurs, consiste à élargir la portée du concept d'information, tout en distinguant différents types : information-structure, information-méthode et information-ressource dans l'analyse d'Anne Mayère (1990), information-support et information-service dans l'analyse de Thierry Ribault (1993). En dépit de l'intérêt de ces analyses pour appréhender la production de l'information (Anne Mayère) ou sa nécessaire gestion patrimoniale (Thierry Ribault), ces distinctions semblent peu opératoires pour étudier les spécificités du traitement automatique de l'information et le rôle des logiciels, et il semble plus opportun de restreindre le champ conceptuel de l'information en maintenant une distinction avec les données et les connaissances. Ceci nécessite de définir précisément

---

<sup>1</sup> Jacques Printz souligne que "on ne sait pas très bien parler de l'information, et encore moins la définir. De même avec la complexité ou la sémantique (...). On ne sait pas non plus les mesurer (...) Aucune comparaison possible avec la matière, l'énergie ou les ondes, qui nous sont relativement familières depuis plusieurs siècles" (1998, p. 14).

<sup>2</sup> Alvin Toffler (1990) indique qu'il utilise indifféremment les termes "donnée", "information" et "connaissance" pour éviter les "répétitions lassantes" !

ces trois notions, tout en étant conscient de la nature relativement conventionnelle des distinctions opérées.

Les données et les connaissances sont tout d'abord définies, en examinant les ruptures et les continuités existant entre elles (A), avant d'explicitier la notion d'information, définie comme l'élément central d'un processus de communications de connaissances (direct ou médié) (B). Ceci nous permettra d'analyser l'efficacité du processus informationnel (C) et d'examiner quelques conséquences sur l'économie de l'information (D).

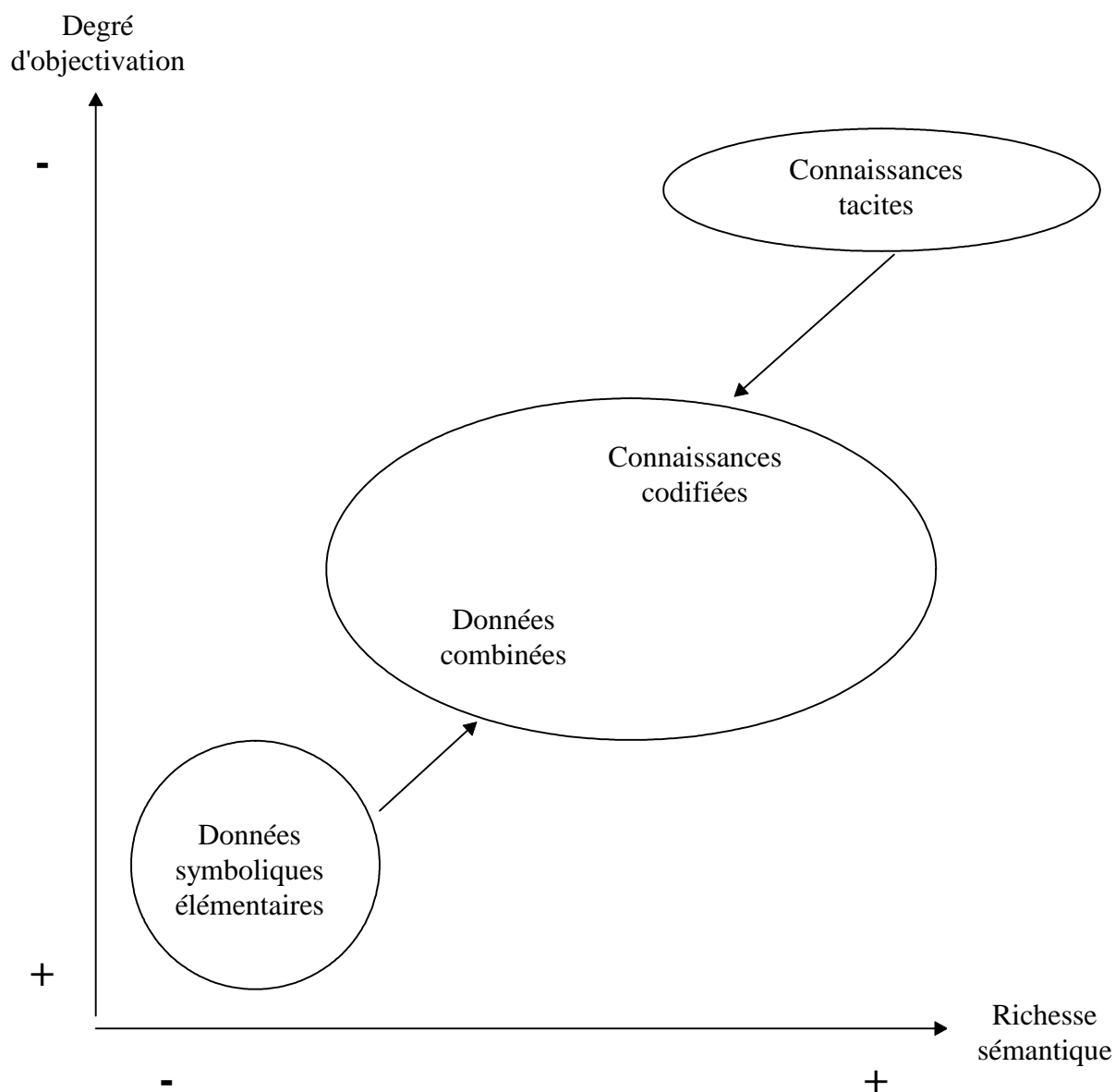
## **A - DONNEES ET CONNAISSANCES : RUPTURES ET CONTINUITES**

Dans un premier temps, sont opposées de façon polaire les formes extrêmes que peuvent prendre les données (données symboliques élémentaires) et les connaissances (connaissances tacites) selon deux dimensions : le degré d'objectivation et la richesse sémantique<sup>3</sup>. Dans un second temps, est mise en évidence l'existence d'une zone de continuité autour des notions de données combinées et de connaissances codifiées (cf. schéma I).

---

<sup>3</sup> "La sémantique s'intéresse à la relation qui existe entre le système de signes (syntaxe) et les entités du monde réel que ces signes sont censés représenter" (Jacques Printz, 1998, p. 219).

**Schéma I : Données et connaissances**



Les données symboliques élémentaires sont diverses : lettre, chiffre, octet, pictogramme. Elles constituent une réalité objective à un double niveau : d'une part, elles sont inscrites sur un support matériel et peuvent circuler indépendamment de leur créateur ; d'autre part leur signification, dépourvue d'ambiguïté, est dépendante d'un code purement conventionnel et dont l'espace de validité peut être extrêmement vaste (universel dans certains cas). Par contre, leur contenu sémantique est limité par le nombre de symboles différents, la forme extrême étant le *bit*, symbole binaire, qui ne peut avoir que deux significations possibles.

A l'opposé, les connaissances tacites (incorporées) apparaissent comme fortement subjectives, intrinsèques aux individus, complexes et étendues (Anne Mayère, 1997, p. 134)<sup>4</sup>. Ikujiro Nonaka et Hirotaka Takeuchi (1997, p. 26) soulignent que les connaissances tacites sont "profondément enracinées dans l'action et l'expérience d'un individu autant que dans ses idéaux, ses valeurs et ses émotions" et qu'elles possèdent une dimension technique (habiletés et aptitudes concrètes) mais également une importante dimension cognitive ("schémas, modèles mentaux, croyances et perceptions qui sont si enracinés qu'on les considère comme allant de soi"). La subjectivité des connaissances renvoie moins à un niveau individuel qu'au niveau des multiples groupes sociaux auxquels appartient l'individu et qui influencent son action : "ce que nous ne pouvons pas articuler, nous le savons à travers la manière dont nous agissons. Le savoir et le faire ne sont pas séparables (...). Je changerai (...) non pas au nom d'un choix, non pas en fonction de l'acceptation d'une règle évaluée consciemment, non pas au niveau d'un processus conscient, mais parce qu'en faisant comme les autres, je découvrirai que je sais ce qu'ils savent. En sachant ce qu'ils savent, je ferai ce qu'ils font (...). Le lieu du savoir apparaît comme étant non pas l'individu mais le groupe social ; ce que nous sommes en tant qu'individus n'est rien d'autre qu'un symptôme des groupes où se niche le quantum de savoir irréductible" (Harry M. Collins, 1992, p. 19).

Nous considérons la notion de connaissance dans son acception la plus large comme englobant l'ensemble des savoirs (connaissances déclaratives), des savoir-faire (connaissances procédurales), des savoir-être (connaissances comportementales), ayant un contenu sémantique riche et varié. La richesse sémantique des connaissances tacites provient du fait que leurs significations sont multiples, étroitement dépendantes du contexte matériel et humain dans lesquelles elles sont appliquées, et des autres connaissances notamment implicites du détenteur de ces connaissances. En ce sens, on peut considérer que les compétences d'un acteur (interaction dynamique entre les différents types de savoirs) se résument à son stock de connaissances ou capital humain. Ce stock présente toutefois une particularité : à la différence d'un stock de ressources qui s'épuise dans l'usage qui en est fait, des connaissances nouvelles peuvent être générées par l'action. Cet acteur peut être individuel ou collectif ; dans ce dernier cas, les compétences de l'organisation peuvent être différentes de

---

<sup>4</sup> De façon imagée, Paul Strassman (ancien directeur informatique du Département de la Défense aux Etats-Unis) définit la connaissance comme étant "ce qui quitte chaque soir les bureaux de l'entreprise" (cité par Jean-Marie Desaintquentin et Bernard Sauter, 1996, p. 265).

la somme des compétences des acteurs individuels qu'elle intègre, de façon négative quand le fonctionnement de l'organisation laisse inemployées les compétences de certains de ses membres<sup>5</sup>, mais aussi de façon positive par la production de connaissances tacites collectives (Ikujiro Nonaka, Hirotaka Takeuchi, 1997), produit de la synergie qui peut exister entre les différentes compétences individuelles<sup>6</sup>.

On peut donc à cette étape différencier les données des connaissances par le fait que le support des premières est un objet physique alors que le support des secondes est un acteur (individuel ou collectif) humain, et par le fait qu'aux significations nécessairement limitées attribuées par un code à des données symboliques élémentaires est opposée l'infinie diversité des connaissances d'acteurs différents.

Toutefois cette opposition est moins tranchée si l'on prend en compte deux phénomènes : l'association de données élémentaires et la codification des connaissances.

L'association de données élémentaires sous forme de mots, de phrases, de textes, de nombres, de séries statistiques, est porteuse d'une signification qui dépasse chacun des éléments qui les composent. Elle pourra exprimer une mesure, un coût, une désignation, un état, etc.. Par contre, cet enrichissement sémantique, permis par un système de codage qualitativement plus riche, s'accompagne d'une objectivation moindre des données, les conventions à la base de la signification de ces associations ayant une portée moins générale (des langages de diffusion plus restreinte, des jargons<sup>7</sup>) et la personnalité du producteur de ces données combinées (la source) acquérant une plus grande importance. Toutefois, dans ce processus, l'output reste séparable du producteur et les données peuvent donc être transmises indépendamment de leur concepteur.

Cette situation qui aboutit à "des formes de connaissances susceptibles d'être abstraites des choses, des personnes et des situations, de se généraliser et de circuler" (Laurent

---

<sup>5</sup> Interviennent notamment les problèmes de communication : "la compétence collective est supérieure à la somme des compétences individuelles modulo les capacités de communication" (Jacques Printz, 1998, p. 85).

<sup>6</sup> Pascal Petit parle de "connaissance diluée" pour désigner des situations dans lesquelles la "connaissance ne peut être exhibée que par la mise en commun des savoirs particuliers" (1998, p. 361).

<sup>7</sup> Si la langue française comporte environ soixante mille mots, les auteurs en utilisant en moyenne six mille, le vocabulaire technique actuel rassemble de l'ordre de six millions de termes (Christine Afriat, Pierre Caspar, 1988, p. 7).

Thévenot, 1997, p. 207-208) peut également être appréhendée à partir des connaissances tacites et de leur transformation en connaissances codifiées.

### *La codification des connaissances.*

Les connaissances codifiées (explicites) sont des connaissances énoncées dans un langage formel, inscrites sur un support et "exprimées dans un format standardisé qui les rend compactes, ce qui permet une transmission, une vérification, un stockage et une reproduction aisés et peu coûteux" (Partha Dasgupta, Paul A. David, 1994). La numérisation a prolongé et intensifié le mouvement vers la codification<sup>8</sup>, permettant une expansion cumulative de la base de connaissances codifiée (M. Abramowitz et P. David, 1996) : "la révolution numérique a accentué l'évolution vers la codification du savoir et modifié la part du savoir codifié et du savoir tacite dans le fonds global de savoir de l'économie" (OCDE, 1996, p. 13). Cependant, il faut noter que toute opération de codification des connaissances est également un processus d'appauvrissement du contenu sémantique de celles-ci, par la réduction des savoirs sous la forme de messages faciles à traiter et à diffuser<sup>9</sup>. La codification d'une connaissance tacite, en excluant nécessairement une partie du contexte qui ne pourra être modélisée et la part des compétences non explicitement codifiées, réduit la signification qu'avait cette connaissance, ce que Dominique Foray et Bengt Ake Lundvall nomment "l'incomplétude de la connaissance codifiée" (1997, p. 28). C'est ce qui explique que pour exploiter valablement une connaissance codifiée, il est nécessaire de reconstituer un contexte pertinent à cette connaissance et de disposer des compétences complémentaires nécessaires. Certaines connaissances incorporées (inscrites dans des corps humains ou dans des instruments ou machines) prennent la forme de savoir-faire, de tours de main, d'automatismes techniques, dont aucune description ne permet d'épuiser le contenu (Michel Callon, 1993, p. 6). De même Olivier Weinstein (1989) insiste sur l'importance des connaissances tacites dans le produit des activités de recherche-

---

<sup>8</sup> Ikujiro Nonaka et Hirotaka Takeuchi (1997) nomment *extériorisation* la conversion des connaissances tacites en connaissances explicites, ce qui évoque un processus d'objectivation des connaissances (des connaissances indépendantes de celui qui sait).

<sup>9</sup> Michael Polanyi (1966, p. 4) soulignait à propos des connaissances tacites que "nous savons toujours plus que ce que nous pouvons dire" et développe un certain nombre d'exemples ("savoir rouler à bicyclette", "savoir reconnaître un visage") pour montrer comment une part de cette connaissance échappe presque naturellement à la description et à l'explicitation. Pour les organisations, Jean-Claude Tarondeau considère que les connaissances codifiées constituent le "niveau bas du savoir" (1998, p. 45). Toutefois ce constat ne doit pas conduire à sous-estimer l'importance de l'activité créative nécessaire pour expliciter les connaissances tacites,

développement, indissociables des outputs codifiés que sont les brevets et publications. En privilégiant les relations de complémentarité par rapport aux relations de substituabilité entre connaissance tacite et connaissance codifiée<sup>10</sup>, certains auteurs vont jusqu'à affirmer que la proportion des deux types de connaissances n'a pas profondément changé, toute addition à la base de connaissance codifiée s'accompagnant d'une addition équivalente à la base de connaissance tacite (Robin Cowan, Dominique Foray, 1998, p. 314). La connaissance codifiée étant "toujours incomplète, elle suppose par définition la création d'une nouvelle connaissance tacite, [qui] ressurgit sans cesse sous des formes nouvelles" (Dominique Foray, Bengt Ake Lundvall, 1997, p. 28)<sup>11</sup>.

Au-delà de l'appréciation difficile à évaluer empiriquement de l'évolution de la part relative des connaissances codifiées (problème de la mesure d'une quantité de connaissance)<sup>12</sup>, il est clair que les connaissances tacites conservent une place importante<sup>13</sup>, dont la sous-estimation est souvent la cause d'échecs lors des opérations d'automatisation ou de transferts de technologies (Donald Lambertson, 1997, p. 77) : "de nombreuses tentatives de remplacer des êtres humains (...) par des outils automatisés, échouèrent lorsqu'on s'aperçut plus tard que ce qui semblait être une tâche purement mécanique requérait au contraire, pour être accomplie de manière efficace, la capacité des humains d'agir au sens plein du terme" (Harry M. Collins, 1992, p. 156).

---

nécessitant leur transformation active lors de la modélisation (cf. pour la constitution de systèmes experts, Armand Hatchuel, Benoît Weil, 1992).

<sup>10</sup> "Le rôle de nouvelles technologies de l'information ne doit pas être considéré comme un substitut des compétences humaines et des connaissances tacites. L'utilisation intelligente des technologies de l'information doit plutôt être envisagée comme une infrastructure de support à la formation et à l'utilisation des connaissances tacites" (Benft-Ake Lundvall, 1997, p. 26-27).

<sup>11</sup> Notamment sous la forme du savoir tacite, que représentent les compétences nécessaires au traitement du savoir codifié (OCDE, 1996, p. 14).

<sup>12</sup> Si mesurer le stock de capital physique dont dispose l'économie est une tâche colossale, mesurer le stock du capital de connaissances paraît, *a fortiori*, une entreprise presque impossible (OCDE, 1996, p. 33). Il faut en effet prendre en compte l'accélération du taux de croissance des stocks de savoir accessible, mais également le renouvellement accru du stock de savoir, car les déperditions et l'obsolescence augmentent (idem, p. 13).

<sup>13</sup> De même, Harry M. Collins souligne que "le rapport entre ce que nous pouvons dire sur ce que nous savons et ce que nous savons n'est pas un rapport statique" : s'il augmente avec "l'explication du savoir de l'homme de l'art grâce à la recherche scientifique (...), il diminue au fur et à mesure que ce qui était autrefois étrange et nouveau est incorporé dans le sens commun implicite, processus qui se produit aussi bien au niveau social qu'au niveau de l'intériorisation individuelle du savoir-faire" (1992, p. 148 et 154).



C'est pour cette raison que Giovanni Dosi et Luigi Orsenigo, (1988, p. 15) élargissent la définition traditionnelle de la technologie comme un ensemble d'informations relatives à certaines combinaisons d'inputs, en y intégrant les éléments d'un savoir difficilement codifiable sur l'utilisation de ces inputs et les processus de recherche et d'apprentissage. La sous-estimation du rôle des connaissances tacites a plusieurs explications. Premièrement, les connaissances tacites sont par définition plus difficilement identifiables et observables. Deuxièmement, les connaissances les plus facilement codifiables sont celles "autrefois considérées comme appartenant au domaine réservé d'une élite" (Harry Collins, 1992, p. 153) à la différence de nombreux savoir-faire perceptifs et manuels (habileté technique), moins valorisés, et dont l'acquisition nécessite des contacts personnels et la participation à des activités suivies (Donald Lambertson, 1997, p. 78) : il est plus facile d'automatiser le calcul d'un logarithme que la reconnaissance d'une pièce défectueuse. Enfin, le maintien d'une part importante de connaissances tacites a également des explications socio-économiques. Par exemple, si pour une organisation, la codification de ses connaissances peut permettre une extension et une rationalisation de leur utilisation, elle peut également favoriser leur diffusion à l'extérieur de cette organisation, ce qui peut lui être préjudiciable dans les cas où cette connaissance constituait un actif stratégique, source d'un avantage concurrentiel (Jean-Claude Tarondeau, 1998). De même, il est nécessaire d'intégrer le caractère stratégique de la codification des connaissances : celle-ci nécessite le plus souvent la collaboration active des détenteurs des connaissances tacites ; or les détenteurs de la connaissance tacite avant codification ne sont pas nécessairement les mêmes acteurs que ceux qui détiendront la connaissance codifiée (Pascal Petit, 1998, p. 377).

## **B - L'INFORMATION, ELEMENT CENTAL D' UN PROCESSUS DE COMMUNICATION DE CONNAISSANCES, DIRECT OU MEDIE**

### ***1 - L'information, une position intermédiaire entre données et connaissances ?***

Une première possibilité de délimitation de l'information consiste à considérer que l'information décrit une réalité intermédiaire entre les données et les connaissances (au centre du schéma I). Par rapport aux données, l'information se caractérise par une mise en forme (étymologiquement information vient du latin *in forma*), dans des formats stabilisés et dans des environnements normalisés, des données. Les mêmes données peuvent permettre la production d'informations "de formes" différentes : par exemple, des données

météorologiques peuvent être exprimées sous la forme d'un tableau statistique, d'un texte, d'une communication orale, d'une carte, d'une animation. L'information est donc porteuse d'un contenu sémantique plus riche que les données qu'elle intègre et marquée par la subjectivité du producteur de l'information. Elle est une donnée qui acquiert du sens, un "signifié" porté par la donnée.

Par rapport aux connaissances, l'information peut être définie comme une formalisation de celles-ci : "une information est une connaissance mise en forme, c'est à dire inscrite dans un support, plus ou moins durable, qui permet la transmission" (Michel Callon, 1993, p. 5)<sup>14</sup>. On retrouve les phénomènes d'objectivation et de réduction des connaissances, caractéristiques de la codification. A partir de là, "l'information peut se classer en deux groupes : dans le principal, l'information se compose de simples données, immédiatement utiles pour l'agent récepteur (information directe) ; dans le deuxième, l'information est plus subtile : elle décrit des connaissances, c'est à dire qu'elle représente des structures et/ou des procédures cognitives qui, une fois réalisées et mises en œuvre, génèrent enfin les éléments d'information utiles au récepteur" (Jean-Daniel Dessimoz, 1997, p. 224).

## ***2 - Pour une définition de l'information comme l'élément central d'un processus de communication de connaissances ...***

Si cette conception de l'information permet une première différenciation par rapport aux données et aux connaissances, elle doit être complétée par le fait que l'information est inséparable de la communication : "une information qui ne serait potentiellement communicable à aucun récepteur, fût-il l'émetteur lui-même, est proprement inconcevable" (Jean-Louis Le Moigne, 1998, p. 59). L'idée d'information implique la présence d'un émetteur, d'un (ou de plusieurs) récepteur(s) et l'existence d'un canal entre eux. On retrouve la vision de l'information comme une "séquence de signaux, correspondant à des règles de combinaisons précises, transmises entre un émetteur et un récepteur par l'intermédiaire d'un canal" (Dictionnaire Larrousse). L'information est intimement liée aux notions de flux, de processus (Bernard Lamizet, Ahmed Silem, 1997, p. 297) distinctes de la notion de stock, que celui-ci soit considéré sous un angle objectif (données) ou subjectif (connaissances). Ce flux de

---

<sup>14</sup> Conception partagée par Partha Dasgupta et Paul A. David (1994) pour qui "l'information est de la connaissance qu'on a mise sous la forme de messages qui peuvent être transmis à des agents", et par Jacques Arsac (1987) qui définit l'information comme "la forme qui porte la connaissance".

messages peut être très divers, depuis la simple transmission de données sans grand effort de production (de mise en forme) et sans grande mobilisation cognitive du récepteur (information élémentaire) jusqu'à des informations complexes constituant un transfert de connaissances. C'est à cette conception de l'information que se réfère Fritz Machlup (1962) quand il énonce qu'il ne retient aucune distinction pertinente entre information et connaissance quant à leur objet, la seule différence se situant par rapport au temps, de façon analogue à la distinction entre flux et stocks d'un système dynamique et évolutif. C'est également à cette conception que renvoie l'affirmation de Kenneth E. Boulding (1988), selon laquelle "l'information est à la connaissance ce que le revenu est au capital" ; si on l'envisage du point de vue du récepteur de l'information, on peut ajouter que l'information est également à la connaissance ce que l'investissement est au capital. La théorie de la mesure probabiliste de l'information de Claude Shannon (1949) est également basée sur la vision de l'information comme un flux, mais en ne prenant pas en compte la signification de l'information, elle se limite à la mesure d'un flux de données, à l'étude des propriétés de la transmission de signaux, et à des questions de fiabilité du canal et de reconstitution du message entrant<sup>15</sup>.

Or, ce qui fait que l'information est plus qu'un flux de données, c'est qu'elle est porteuse de sens<sup>16</sup> : "un signe sans signification pour un récepteur ne peut être tenu pour une information" (Jean-Louis Le Moigne, 1998, p. 57). Ce sens - inséparable d'un contexte - que lui attribue l'émetteur (ou destinataire dans la terminologie de R. Jakobson) de l'information, et qui est interprété par le(s) récepteur(s) (ou destinataire) de l'information également situé(s) dans un contexte qui peut être différent de celui de l'émetteur, implique que le flux n'est pas une simple transmission technique entre individus passifs mais un processus de communication sociale entre acteurs situés dans un environnement (Pierre-Yves Gomez, 1997, p. 65). Nous définissons donc *l'information comme l'élément central d'un processus de communication de connaissances, processus qui peut se décomposer en un processus de*

---

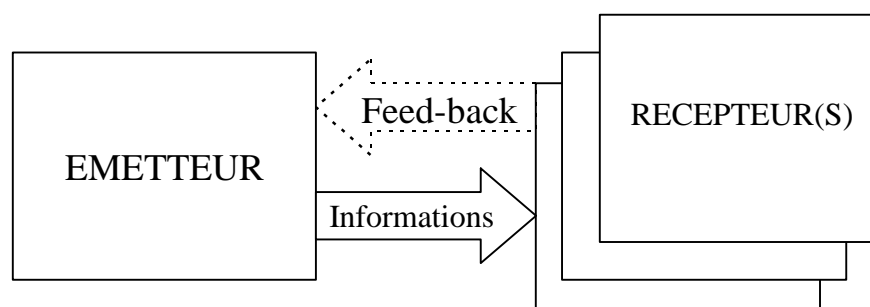
<sup>15</sup> Du reste, l'objectif de Claude Shannon n'était pas d'élaborer une théorie de l'information mais une *théorie mathématique de la communication* (titre de son ouvrage fondamental). Ses travaux sur l'existence de codes économiques qui minimisent la quantité d'information à transmettre sur une ligne de communication, et sur les codes correcteurs d'erreur permettant de compenser le "bruit" sur une ligne de communication, ont joué un rôle majeur dans la conception des ordinateurs. Kenneth Boulding appelle l'information étudiée par Shannon une information "*Bell Telephone*", en comparant l'évaluation de Shannon à un relevé de téléphone, calculé sur la base du temps et de la distance mais qui ne dit rien du contenu de l'information.

<sup>16</sup> Olivier Favereau (1998, p. 196) va jusqu'à définir l'information comme "toute source de sens dans une théorie générale de l'activité humaine".

*production et un processus d'acquisition* (Pascal Petit, 1998, p. 28). Ces deux phases peuvent être inextricablement liées lors d'une communication directe, ou séparées dans le temps et/ou dans l'espace lors d'une communication médiée.

### 3 - ...qui peut être direct...

**Schéma II : L'information comme élément central  
d'un processus de communication directe de connaissances**



La première modalité correspond à une situation de face à face entre émetteur et récepteur (conversation, démonstration, conseil, face à face pédagogique). Ce mode de transmission direct des connaissances est présenté comme "le système le plus fondamental et le plus sophistiqué pour accomplir l'intelligibilité mutuelle, en exploitant les ressources linguistiques, ostensives et inférentielles" (Suchman<sup>17</sup>). Il comporte en effet plusieurs avantages : premièrement, par l'utilisation de canaux physiologiques différents (tactile, auditif, visuel), il peut permettre, par imitation et apprentissage, la transmission de connaissances tacites non exprimables hors de l'action de celui qui les détient. Lorsqu'il est principalement basé sur une information orale, les autres dimensions informatives de la communication ne doivent pas être sous-estimées ; cette importance est perçue à contrario lorsque ces autres formes d'informations sont absentes comme lors d'une communication téléphonique. Du reste, c'est l'efficacité permise par le recours simultané à des formes d'informations différentes qui explique le développement, dans les communications médiées,

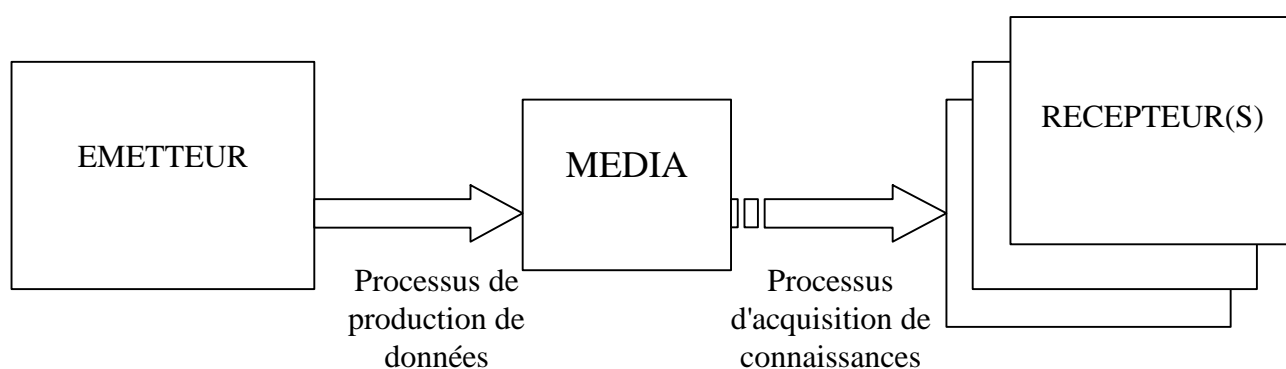
---

<sup>17</sup> Cité par Bernard Conein, 1997, p. 36.

du multimédia<sup>18</sup>. Deuxièmement, par l'existence d'une interaction directe entre émetteur et récepteur(s), il autorise les effets de *feed-back* qui permettent à l'émetteur d'ajuster, en temps réel, les informations fournies aux réactions des récepteurs. Par contre, en ne mobilisant que des "informations vives" (Daniel Dufourt, 1997, p. 157), ce processus de communication se limite aux récepteurs présents à l'endroit et au moment où s'effectue l'émission d'informations.

#### **4 - ...ou médié**

##### ***Schéma III : l'information comme élément central d'un processus de communication médiée de connaissances***



La deuxième modalité de communication, en introduisant un média entre l'émetteur et le(s) récepteur(s) de l'information, permet un décalage spatio-temporel entre un processus de production de données transmissibles et un processus d'acquisition de connaissances. Ce média, face matérielle du message, est un canal technique qui peut être sonore (téléphone, radio), visuel (photo, livre, journal, panneau, tableau), audiovisuel. Le processus de production de données aboutit à "une information morte dont le contenu défini une fois pour toutes, peut être transféré indépendamment de son concepteur" (Daniel Dufourt, 1997, p. 157). Il correspond à la production de nouvelles données inscrites sur un support physique, de plus en plus facilement reproductibles à bas coût. Par contre à la formalisation des connaissances

---

<sup>18</sup> Fabio Arcangeli et Christian Genthon (1997) insistent sur les possibilités apportées par le multimédia pour communiquer des connaissances tacites en faisant l'économie du processus de formalisation de celles-ci ("flux de connaissance tacite sur les canaux multimédias", p. 165). Il nous semble toutefois que ce qui est inscrit sur un support, même multimédia, ce sont des connaissances codifiées : les possibilités qu'offre cette forme de codification facilitent les processus que Ikujiro Nonaka et Hirotaka Takeuchi (1997) nomment externalisation

toujours nécessaire pour des raisons cognitives (faciliter la compréhension des récepteurs), s'ajoutent des impératifs de codification pour des raisons techniques liés aux caractéristiques du média utilisé. "L'émetteur doit procéder à une création d'un message, extrait, déconnecté de sa base de connaissances, mis en forme de façon appropriée au média utilisé pour la communication, et adapté aux capacités d'assimilation qu'il prête aux destinataires potentiels de l'information ; l'émetteur doit donc se faire une représentation du processus de communication à venir, entachée d'incertitude" (Marie de Besses, 1999, p.262). La plus grande efficacité en terme d'extension du nombre de récepteurs potentiels doit être comparée à une moindre efficacité en termes de dégradation possible du contenu sémantique des connaissances communiquées.

Cette efficacité repose sur des avantages différents dans les deux situations (possibilité d'une interaction directe dans une situation de face à face, existence d'un support durable lors d'une communication médiée) et de nombreuses situations concrètes de communication de connaissances combinent les deux modalités (enseignement avec support de cours, colloque avec distribution des communications, vente de brevets avec services d'aides au transfert de technologies...).

## **C - L'EFFICACITE DU PROCESSUS INFORMATIONNEL**

L'analyse des "bruits sémantiques" dans les processus informatifs, c'est à dire le fait "qu'un message peut être reçu sans que la signification décodée soit celle programmée à l'émission" (Bernard Lamizet, Ahmed Silem, 1997, p. 121), conduit aux constatations suivantes.

Premièrement, le récepteur de l'information a un rôle déterminant dans l'efficacité du processus, et en ce sens on peut considérer qu'il est coproducteur de l'information (Anne Mayère, 1990, p.56)<sup>19</sup>. "Ce qu'on appelle de façon simplifiée mémorisation de l'information

---

(conversion des connaissances tacites en connaissances codifiées) et internalisation (conversion des connaissances codifiées en connaissances tacites), elles ne les suppriment pas.

<sup>19</sup> "La qualité de l'information est tellement liée aux caractéristiques de son utilisateur potentiel que ce dernier devra nécessairement être impliqué en profondeur dans son élaboration" (Olivier Favereau, 1998, p. 204).

par un sujet est une appropriation<sup>20</sup>, une incorporation à ses structures cognitives (...) [qui] dépend des conditions d'acquisition de l'information (par exemple, opinion du sujet sur la fiabilité du canal), des capacités de traitement de l'information par le sujet (de ses structures cognitives présentes sur le domaine), et, plus largement, du contexte social dans lequel il peut mobiliser cette information" (Marie de Besses, 1999, p. 262). En conséquence, "des agents différents peuvent déduire des connaissances différentes, voire même contradictoires, d'un même ensemble d'informations" (Patrick Cohendet, 1997, p. 104). Interviennent les compétences distinctes des utilisateurs et le contexte différencié de la réception de l'information : il s'agit d'une cognition située (Bernard Conein, Laurent Thévenot, 1997). La relativité contextuelle du sens d'une information est illustrée par Umberto Eco en prenant l'exemple d'une même conférence sur l'institution monarchique : celle-ci change de signification en changeant de lieu, selon que les mêmes mots sont prononcés à Stockholm, à Rabat ou à Paris (Olivier Favereau, 1998, p. 220). Les compétences du récepteur incluent des compétences techniques concernant la maîtrise de l'utilisation du média, mais, surtout un ensemble de savoirs très divers, indispensables pour filtrer, restructurer, interpréter, mettre en rapport l'information transmise et enrichir son stock de connaissances (Kenneth E. Boulding, 1988). C'est pourquoi la connaissance que s'approprie le récepteur peut ne représenter qu'une part limitée de la connaissance émise, ou qu'à l'inverse, dans la situation particulière d'un récepteur beaucoup plus compétent que l'émetteur, la connaissance appropriée peut être plus importante que la connaissance émise<sup>21</sup>. La dégradation sémantique de la connaissance transmise peut être particulièrement élevée quand il existe plusieurs intermédiaires successifs entre l'émetteur initial et le destinataire final. Le rôle décisif du récepteur a été abondamment analysé dans le cas plus général d'un processus de communication quelconque : c'est en étudiant la diversité de perception d'un même message que les chercheurs en communication de Palo Alto ont démenti les prévisions de standardisation des individus qui devait résulter inévitablement du développement des médias de masse selon les théoriciens de l'Ecole de Francfort.

---

<sup>20</sup> Armand Hatchuel (1996) opère une distinction entre "l'acquisition de la connaissance" qui existe dans tout processus informatif et "l'appropriation de la connaissance" qui, seule, est créatrice de richesse.

Deuxièmement, l'importance respective de l'émetteur et du récepteur est très variable selon les processus concrets d'informations. A la situation extrême des médias de masse où le récepteur est essentiellement passif, peut être opposé le rôle actif du chercheur, qui, en recherchant des données, initie le processus et produit un "effet de connaissance" (Jean-Claude Passeron, 1991). Cette diversité se retrouve dans les différents usages possibles de la mise en réseau d'une masse considérable de données, permise par le développement d'Internet : recherche de données pertinentes par un utilisateur souhaitant s'informer (*self média*) d'une part, informations "poussées" vers des utilisateurs dont on a au préalable identifié le profil (technologies *push*) d'autre part. Le niveau actuellement relativement élevé de compétences des utilisateurs d'Internet peut expliquer pourquoi, pour le moment, c'est le premier modèle qui domine.

Troisièmement, des connaissances communes<sup>22</sup> à l'émetteur et au récepteur de l'information nécessitent un flux moindre de données pour communiquer une certaine quantité de connaissances. L'existence d'une certaine connaissance commune, notamment langagière, est indispensable pour que puisse exister un processus de communication. Mais quand cette connaissance est limitée, la masse de données à transmettre (en quantité et en variété) doit être abondante pour assurer une communication efficace, ce qui peut nécessiter des moyens techniques importants. A l'inverse, des connaissances partagées entre l'émetteur et le récepteur, qui peuvent rester implicites, permettront de minimiser les données transmises. Le contexte de la communication joue un rôle important pour déterminer ce qui est commun : Nicholas Negroponte (1995, p. 48) donne l'exemple d'un clin d'œil échangé entre un mari et sa femme au cours d'un dîner (un bit de donnée) qui peut correspondre à 100 000 bits de données s'ils avaient dû être explicités. De même, une prise de notes visant à se transmettre des connaissances dans le temps, nécessite d'inscrire une quantité de données minimales dans la mesure où l'émetteur et le récepteur de l'information sont la même personne.

---

<sup>21</sup> L'idée de connaissance que s'approprie le récepteur du processus informatif ne doit pas induire une vision d'un accroissement linéaire de son stock de connaissances. Dans certains cas, la connaissance acquise invalide une partie des connaissances que détenait le récepteur.

<sup>22</sup> La notion de connaissances communes est considérée ici dans son acception courante et non dans le sens qui lui est attribué par la théorie des jeux, où tout le monde possède la connaissance en question et le sait. Les chercheurs en communication emploient également l'expression de répertoires communs.



Quatrièmement, au-delà des connaissances communes, c'est l'intercompréhension existante entre l'émetteur et le récepteur qui est le facteur déterminant de l'efficacité du processus informatif, la connaissance qu'a un acteur du processus de ce que sait (et ce que ne sait pas) l'autre acteur, la capacité à "se mettre à sa place" : "l'information n'est reliée ni à des collectifs objectivants, ni à des individus connaissant, mais à une coordination problématique" (Laurent Thévenot, 1997, p. 208). L'émetteur comme le récepteur doivent consacrer au moins autant d'effort et d'intelligence à l'analyse des conditions sociales d'émission, de communication, d'acquisition et de mobilisation d'un message, qu'au contenu de celui-ci.

Pour dépasser ces quelques remarques et analyser véritablement l'efficacité du processus informationnel, il faudrait préciser les cadres institutionnels permettant de produire ces connaissances partagées et cette intercompréhension entre émetteur et récepteur(s) de l'information, ce qui, dans le cas de l'information en général, dépasserait le cadre de cette étude. Avant d'examiner les particularités du traitement automatique de l'information, il est nécessaire d'évoquer quelques conséquences sur l'économie de l'information, que nous utiliserons par la suite sur le cas particulier des logiciels.

## **D - QUELQUES CONSEQUENCES SUR L'ECONOMIE DE L'INFORMATION**

La définition de l'information comme élément central d'un processus de communication de connaissances (direct ou médié) peut permettre d'apporter quelques éléments de clarification aux questions complexes de l'analyse économique de l'information : "située aux frontières de l'économie, au carrefour des biens matériels et immatériels, des produits marchands et non marchands, objet consommé mais non détruit par la consommation, coûteuse à constituer mais facile à dupliquer (...), l'information se laisse difficilement saisir (...) et accumule devant l'économiste les motifs de découragement" (Commissariat Général du Plan, 1990).

Pour beaucoup d'économistes, l'information posséderait des caractéristiques intrinsèques tellement différentes des autres biens et services qu'il serait impossible de lui appliquer les catégories habituelles de l'analyse économique (produit, valeur, prix, marché, concurrence). Sans nier certaines spécificités de l'information, on peut se demander s'il n'est pas plus

pertinent de modifier le cadre conceptuel dominant, centré sur des produits industriels, pour pouvoir appréhender toute la diversité des biens et des services, incluant l'information<sup>23</sup>.

Sont par exemple souvent mis en avant concernant l'information, les difficultés, voire l'impossibilité, pour définir des unités de produit, pour connaître la qualité du produit avant de l'avoir consommé, pour séparer les phases de production et de consommation, pour identifier les apports respectifs des coproducteurs, pour attribuer une valeur à un produit dont la valeur d'usage est très différente selon l'utilisateur<sup>24</sup>. Or ces incertitudes majeures se retrouvent dans de nombreuses situations de services, notamment celles où la *relation de service* est importante (Jacques De Bandt, Jean Gadrey, 1994), voire dans certains cas pour l'ensemble des biens. Par exemple, si la valeur d'usage d'une information est effectivement très dépendante de la personnalité de son récepteur qui est ou non capable d'en exploiter les potentialités, cette subjectivité existe également pour une part importante des biens, la variété des besoins et des moyens de les satisfaire n'étant guère moins importante que celle des compétences (Jean-Daniel Dessimoz, 1997, p. 221). De même, ce n'est qu'*ex post* que l'on peut apprécier la qualité de nombreux services comme un repas au restaurant ou un circuit touristique, activités pour lesquelles les phases de production et de consommation ne peuvent être disjointes. Par contre, l'affirmation de Kenneth J. Arrow (1962) selon laquelle "l'acheteur ne connaît la valeur de l'information que lorsqu'il se l'est approprié"<sup>25</sup> semble quelque peu exagérée : dans de nombreux cas on peut décrire des caractéristiques pertinentes (objet, méthode, source) d'une information sans la dévoiler. Concernant ce problème (de détermination *ex ante* de la valeur d'une information), Joseph Stiglitz (1985) considère qu'il s'agit d'une situation de régression infinie, dans la mesure où il est impossible de déterminer s'il vaut la peine d'obtenir des informations sur l'intérêt qu'il y a à obtenir des informations... Il nous semble que ce raisonnement constitue davantage une mise en évidence des limites

---

<sup>23</sup> Ainsi Anne Mayère, après avoir observé que l'information échappe au statut "classique" de la marchandise, se demande si ce n'est pas plutôt ce statut classique qu'il faut remettre en cause : le "bien", opposé aux spécificités de l'information, est-il "représentatif de ce que sont les marchandises qui s'échangent ?" (1997, p. 125).

<sup>24</sup> Voir le *survey*, effectué par Sandra Braman, des problèmes rencontrés lorsque l'on mobilise un cadre d'analyse néoclassique (1997, p. 89-102).

<sup>25</sup> Le raisonnement de Kenneth Arrow est le suivant : la valeur de l'information reste pour l'acquéreur inconnue jusqu'à ce qu'il l'obtienne, mais au moment où il l'obtient, il a en fait acquis gratuitement la connaissance elle-même.

d'une vision substantielle de la rationalité, concernant la consommation de l'ensemble des biens et services, qu'une spécificité des produits informationnels.

Par contre, certaines spécificités économiques de l'information peuvent être analysées à partir de la distinction entre processus de communication directe et processus de communication médiée.

Dans le cas où la relation est directe entre l'émetteur et le(s) récepteur(s) de l'information, celle-ci peut être assimilée sur le plan économique à la fourniture d'un service. L'argument selon lequel l'information aurait un caractère inappropriable, dans la mesure où toute personne qui dispose d'une information ne la perd pas en la transmettant<sup>26</sup>, semble biaisé par une confusion entre connaissance et information. En effet, l'objet de l'échange est l'information, c'est à dire le processus de communication des connaissances, et non les connaissances de l'émetteur, qui effectivement ne diminuent pas (elles peuvent même augmenter en conséquence des efforts de formalisation et des effets de *feed-back* éventuels lors de ce processus). Cette distinction n'est guère différente de celle que l'on peut opérer dans le cas d'un coiffeur entre une coupe de cheveux et les compétences du coiffeur. On peut juste noter que dans le cas de l'information, dans la mesure où la prestation consiste à communiquer une partie des connaissances de l'émetteur, la valeur d'échange de celles-ci peut être modifiée : dans les situations où cette valeur était basée sur des compétences exclusives ou peu répandues, elle peut diminuer ; par contre, dans d'autres situations, le fait que des connaissances soient possédées par davantage de personnes peut augmenter leur valeur en élargissant leur espace de validité (externalité de réseau). Du reste, le fait que dans certaines circonstances l'information est fournie majoritairement de façon non marchande (l'enseignement), alors que dans d'autres elle est principalement marchande (le conseil), n'est pas dû à des différenciations techniques mais est le produit de conventions sociopolitiques.

Paradoxalement, l'analyse économique est plus complexe dans les cas où les processus de production et d'acquisition sont séparés. L'existence d'un média peut permettre l'inscription des données produites sur un support qui peut circuler indépendamment de l'émetteur. Le processus informatif peut donc se scinder en des processus économiques distincts effectués par des acteurs économiques différents : producteurs de données (appelés également

producteurs ou éditeurs de "contenus"), distributeurs, opérateurs de transports de données, entreprises fournissant des services divers d'aide à l'acquisition (recherche, utilisation). De surcroît, "l'original" des données constitue un bien intangible (Peter Hill, 1997), qui possède deux des caractéristiques des biens publics (indivisibilité et bien non rival)<sup>27</sup>, la troisième caractéristique (non-exclusion de l'usage) étant satisfaite de façon différenciée selon leur mode de diffusion (livres, cassettes, ondes hertziennes, réseaux informatiques). Si dans certains cas l'évolution technique a permis d'individualiser leur consommation (décodeurs de télévision, télévision par câble), dans d'autres cas les dispositifs de protection se sont avérés contradictoires avec les exigences d'efficacité d'utilisation (progiciels pour micro-ordinateurs). Les possibilités qu'offrent la numérisation de l'ensemble des données et l'extension des réseaux informatiques (copie et diffusion à un coût qui tend vers zéro, facilité d'intégration de données de source et de nature diverses) rendent le contrôle du droit de propriété principalement dépendant de mécanismes juridiques, divers selon les pays et la nature des données (droit d'auteur, copyright, brevets) et complexes à mettre en œuvre (Jean-Daniel Dessimoz, 1997, p. 218). Blaise Cronin (1997) souligne les problèmes de tarification qu'induit "la facilité avec laquelle les biens et services informationnels se prêtent à la duplication, à la recombinaison, à la contrefaçon et à une large diffusion" (p. 15).

A côté de ces considérations technico-juridiques, il faut également prendre en compte des traditions historiques, qu'illustrent par exemple les difficultés qu'ont eues les entreprises qui voulaient assurer par un financement direct les services de recherche de données sur Internet. De ce fait, les modèles économiques de l'information médiée sont très divers, hétérogènes, instables et en pleine évolution : à côté des relations marchandes "classiques", existent le financement public, le financement indirect (principalement par la publicité), les stratégies de *bundling* consistant à associer à la fourniture de données des services liés de support et d'usage<sup>28</sup>, les stratégies de mise à disposition en temps réel de connaissances dont la

---

<sup>26</sup> C'est le type d'argument qu'utilise René Mayer (1997) quand il dit que la notion de consommation de l'information est problématique en raison de la non-destruction de l'information consommée et du maintien de la possession de l'information communiquée (p. 62-63).

<sup>27</sup> L'indivisibilité renvoie au fait que les dépenses pour produire des données sont indépendantes du nombre d'utilisateurs de ces données. Une donnée est un bien non rival dans la mesure où la consommation de cette donnée par un utilisateur ne détruit pas celle-ci, ou dit autrement, la consommation par un utilisateur n'empêche pas sa consommation par d'autres consommateurs.

<sup>28</sup> Ces stratégies peuvent être analysées comme la tentative de réunir dans un même espace économique l'ensemble du processus informatif (de production, de transmission et d'acquisition).

valeur se déprécie très rapidement, l'émergence de modèles de don contre don avec les possibilités de réversibilité des rôles d'émetteur et de récepteur d'informations. Le foisonnement d'initiatives non marchandes, notamment dans les nouveaux processus informatifs permis par le développement d'Internet, ne doit toutefois pas masquer le fait que dans certains cas, c'est la marchandisation de l'information qui s'étend en raison de certaines évolutions techniques (les possibilités de micropaiement) ou sociopolitiques : privatisation de nombreux types d'informations auparavant publics comme l'accès aux bases de données gouvernementales aux Etats-Unis (Sandra Braman, 1997, p. 105) ou aux données météorologiques en France. La distinction opérée entre données et informations met en évidence la divergence croissante entre l'augmentation illimitée du stock de données et de connaissances codifiées accessibles, et les capacités nécessairement limitées d'absorption d'informations des acteurs économiques ; de ce fait, dans les processus informatifs médiés, les sociétés proposant des services de recherche et de sélection adaptés aux besoins des utilisateurs acquièrent un poids économique de plus en plus important, ce qu'illustre la place prise par les "sites portails" et les moteurs de recherche dans Internet.

L'analyse concrète de ces différents modèles ne peut être effectuée qu'au niveau de chaque champ de l'économie de l'information. C'est ce que nous effectuerons dans le cas de l'économie du logiciel. Mais auparavant, il est nécessaire de définir le rôle des logiciels à partir des particularités du traitement automatique de l'information.

## **Section II - Les particularités du traitement automatique de l'information**

L'informatique a tout d'abord augmenté considérablement les possibilités de stockage et de transmission des données. Mais, de ce point de vue, l'ordinateur<sup>29</sup> ne joue pas un rôle qualitativement différent des autres médias, si ce n'est que la croissance exponentielle des capacités de mémorisation et de transmission, et la baisse de leurs coûts, ont considérablement amplifié la portée des questions analysées précédemment.

---

<sup>29</sup> L'ordinateur est né de la rencontre entre la codification de l'information et l'utilisation de l'électricité comme support informationnel (électronique).

L'originalité fondamentale des systèmes informatiques est qu'à la différence des autres médias, où s'opèrent simplement des opérations de codage et de décodage (ou de modulation et de démodulation) des données pour faciliter leur transmission mais avec restitution de données identiques, il existe la possibilité d'effectuer lors du processus informatif un traitement automatique des données et donc une modification de celles-ci.

En conséquence l'information émise en direction d'un système informatique est particulière. Certes comme toute émission d'informations elle vise à déclencher une action du récepteur, caractérisé comme étant un décideur<sup>30</sup>, ce qui constitue la composante pragmatique de l'information inséparable de ses composantes syntaxiques et sémantiques (Jean-Louis Le Moigne, 1998, p. 56). La définition de l'information de Partha Dasgupta et Paul David (1994) comme étant de "la connaissance mise sous la forme de messages" précise que ces messages "déclenchent [chez les récepteurs] des décisions qu'ils n'auraient pas prises ou qui auraient eu un contenu différent s'ils n'avaient pas reçu ce message".

Mais quand le récepteur de l'information est un acteur humain, il interprète cette information, il lui attribue une signification et en conséquence son action n'est pas complètement prédéterminée : "l'une des caractéristiques de l'information, c'est de pouvoir *a priori* être interprétée librement, de pouvoir donner lieu à plusieurs interprétations, de déboucher sur plusieurs types de réactions ou de décisions" (Bernard Paulré, 1996, p. 12).

Par contre, quand ce récepteur est un ordinateur, il n'affecte aucun sens aux données qu'il reçoit : "Un ordinateur est une machine qui traite des impulsions électroniques. Ces impulsions représentent des données qui n'ont de sens que pour l'homme. Cette machine est "stupide", ne connaît pas la fantaisie, et n'interprète jamais les instructions qu'on lui donne. Son unique finalité est l'exécution entièrement déterministe des programmes qu'on lui confie" (Philippe Breton, 1990, p. 58). Ce que traite l'ordinateur ce sont des *données*, indépendamment de la signification qu'un récepteur humain pourrait leur attribuer<sup>31</sup>, en

---

<sup>30</sup> "L'information peut donc être définie comme tout stimulus modifiant les connaissances du décideur" (David B. Lawrence, 1997, p. 200).

<sup>31</sup> On peut illustrer la différence entre la réception d'un flux de données par un être humain et par un système informatique en examinant les conséquences de la modification de quelques bits ; il est vraisemblable

suivant les instructions de logiciels écrits *préalablement* à l'émission d'informations de l'utilisateur, et donc en anticipant le contenu de ces entrées de données.

Le fait que, dans un processus informatif reposant sur un système informatique, les données subissent des modifications a pour conséquence que dans de nombreux cas l'émetteur et le récepteur final sont la même personne. Dans un premier temps nous analyserons cette situation, plus simple à représenter, tout en soulignant que dans les cas où l'émetteur et le récepteur sont des personnes différentes, l'efficacité du processus informatif devra également intégrer la qualité de leur intercompréhension analysée précédemment.

Avec les premiers ordinateurs, l'utilisateur, nécessairement informaticien, se sert du langage machine pour pouvoir traduire les opérations qu'il souhaite en "instructions" exécutées par l'ordinateur, introduit les données sous forme binaire (directement ou par l'intermédiaire de perforateurs) et récupère les résultats sous la forme également de données binaires (cartes perforées). Par exemple, sur le rudimentaire Altair, premier micro-ordinateur à avoir connu un certain succès commercial, les informations étaient rentrées en manipulant des commutateurs sur un panneau à l'avant du boîtier qui répondait par un clignotement d'une rangée de voyants. Progressivement, les intermédiaires vont se multiplier entre l'utilisateur et l'ordinateur, permettant son utilisation par un public de plus en plus large : création de langage d'assemblage, puis de langage de programmation de *haut niveau* permettant d'écrire du code-source qui est converti en langage machine (code objet) par des assembleurs, interpréteurs ou compilateurs, création de systèmes d'exploitation et surtout d'applications très diverses répondant aux différents besoins des utilisateurs, création d'interfaces de plus en plus diversifiées entre l'homme et le système informatique.

Le traitement automatique de l'information est représenté par le schéma IV. Le traitement automatique de l'information est réalisé par un système, dans le sens où il est effectué par des produits complémentaires dont l'utilité provient de leur association en un ensemble cohérent. Un système informatique comporte des composants matériels (unité centrale, mémoire, périphériques, dispositifs d'interfaces) et des composants logiciels (logiciels systèmes et logiciels applicatifs) divers. Comme tout système finalisé, il est connecté à l'environnement extérieur par deux types de canaux : les canaux afférents, ou

---

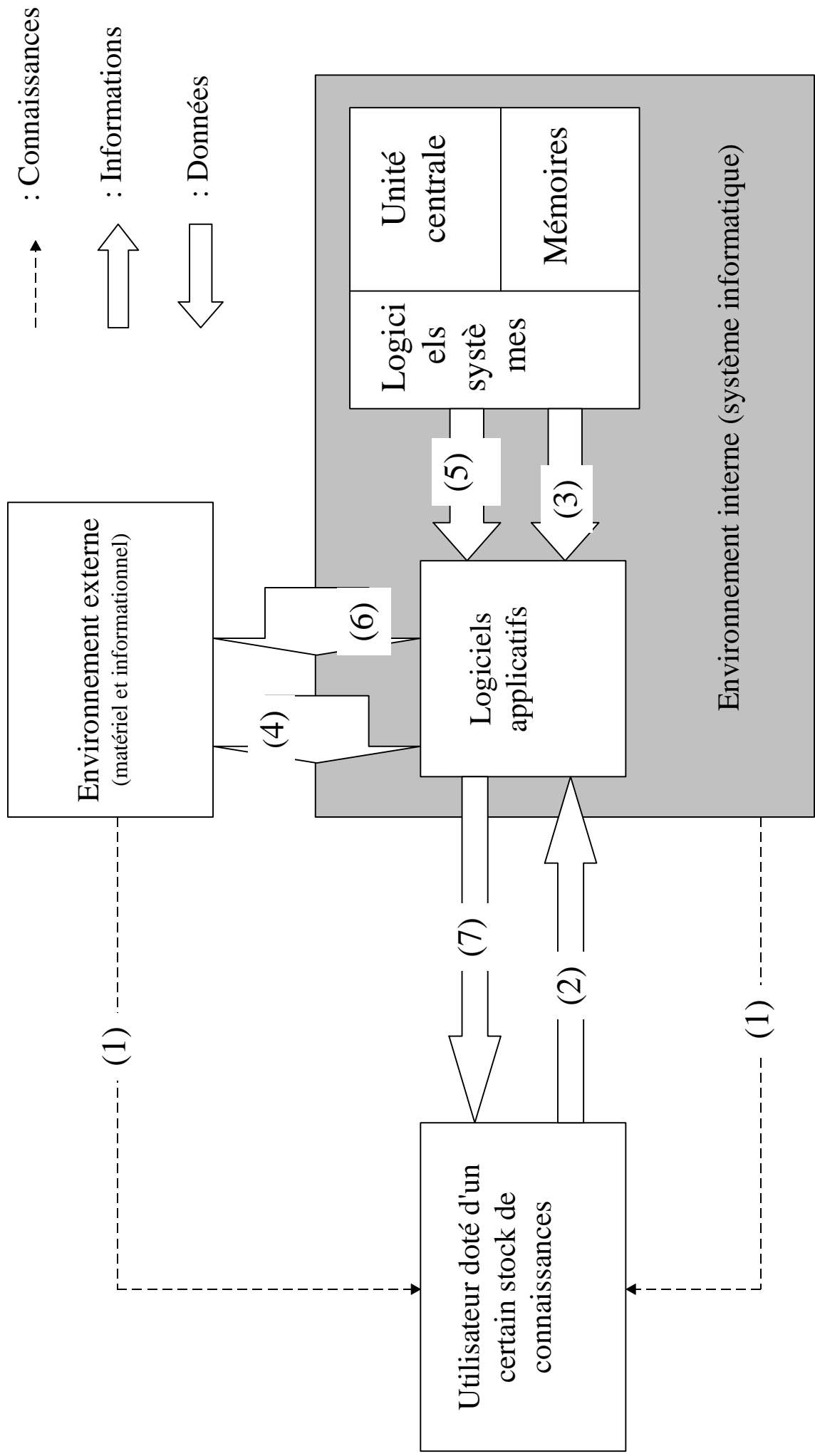
que dans le premier cas cela ne modifiera guère la signification attribuée au message par le récepteur humain, alors qu'une telle modification risque de perturber profondément le comportement de l'ordinateur.

sensoriels (représentés par les flux 2 et 4 sur le schéma) par lesquels le système reçoit une information sur son environnement, et les canaux efférents, ou moteurs (représentés par les flux 6 et 7 sur le schéma), par lesquels le système agit sur son environnement (Herbert Simon, 1974, p. 85).





*Schéma IV : Le traitement automatique de l'information*



En commentant les différents flux du schéma, le traitement automatique de l'information, dont les primitives sont l'acquisition, la mémorisation, le traitement et la présentation (Monique Picavet, 1997, p. 30), peut être décomposé de la façon suivante :

(1) L'utilisateur d'un système informatique doit posséder une certaine compétence ; sont importantes ses connaissances du système informatique, acquises notamment par expérience, mais aussi ses connaissances du domaine considéré. L'ensemble constitue le cadre cognitif de l'utilisateur qui a une influence sur la pertinence des informations entrées et sur l'apport pour l'utilisateur des informations fournies par le système informatique.

(2) L'utilisateur émet des informations par l'intermédiaire de périphériques divers (clavier, souris, écran tactile, scanner, micro...) : ces informations émises se composent de données sous une forme adaptée aux possibilités du système informatique, et d'opérations à exécuter. L'information émise "devient donc donnée dès qu'elle est traitée, transformée ou mémorisée" (Monique Picavet, 1997, p. 56).

(3) Par des dispositifs d'interfaces pilotés par des logiciels, les données sont converties en données binaires pour pouvoir être traitées et les opérations sont traduites en instructions en langage machine ; l'ensemble de ces données et instructions élémentaires est stocké ensemble dans la mémoire vive de l'ordinateur (c'est une des originalités des principes architecturaux du modèle de Von Neumann sur lesquels sont construits tous les ordinateurs, et c'est ce qui permet d'adapter automatiquement le comportement d'un même programme en fonction des données introduites, et même de faire fabriquer un programme par un autre programme, comme dans le cas d'un compilateur). On peut considérer que ces données sont des *données vives* pour désigner le fait qu'elles sont créées lors du processus informatif par opposition aux *données mortes* créées et stockées antérieurement à ce processus.

(4) Pour réaliser automatiquement les opérations demandées, il peut être nécessaire d'utiliser d'autres données (mortes). Ces données peuvent être des données déjà stockées dans le système informatique (fichier sur un disque dur par exemple), être extraites de bases de données extérieures auxquelles l'ordinateur est connecté par un réseau, ou être des signaux transmis par des capteurs et mesurant certains états de l'environnement externe.

(5) Les données binaires qui résultent du traitement sont transmises à l'utilisateur par l'intermédiaire de périphériques de sortie (écran, imprimante, haut-parleur...) grâce à des dispositifs d'interfaces pilotés par les logiciels.

(6) Ces données peuvent être également stockées dans les mémoires de l'ordinateur (sauvegarde), ou alimenter des bases de données externes ou déclencher des actions physiques sur l'environnement par l'intermédiaire d'actionneurs (ou automates).

(7) En donnant une signification aux données qu'il perçoit, l'utilisateur reçoit une information qui enrichit son stock de connaissances et peut lui permettre d'agir sur l'environnement (aide à la décision) ou de réémettre des informations vers le système informatique, en poursuivant le processus informatif.

On peut faire ici deux remarques complémentaires. Premièrement, la diversité des usages de l'informatique fait que selon les cas, certaines de ces phases n'existent pas ou ont une importance très variable (le pilotage d'une centrale nucléaire est assez éloigné de l'utilisation d'un tableur). Deuxièmement, aux débuts de l'informatique, chacun des processus informatifs couvrant les différentes phases était nettement disjoint (traitement par lots ou mode différé). Avec le développement du traitement interactif (ou mode conversationnel), les différents processus deviennent beaucoup plus courts et s'enchevêtrent, facilitant l'utilisation des systèmes informatiques par l'émission permanente d'informations limitées en réaction immédiate aux informations reçues.

La conséquence la plus importante de l'existence d'un traitement des données dans le cas de l'informatique, par opposition à une simple transmission, est qu'à l'intercompréhension entre émetteur et récepteur d'information, condition d'efficacité de tout processus informatif, se superpose une intercompréhension nécessaire entre concepteurs du système informatique (notamment des logiciels) et utilisateurs (qu'ils soient émetteurs, récepteurs ou les deux à la fois). C'est ce que nous analyserons pour la production des logiciels. Auparavant il est nécessaire de préciser ce qu'est un logiciel.

## Section III - Définitions et statuts des logiciels

Les logiciels jouent un rôle décisif dans ce processus. En pilotant des composants matériels divers (processeurs, mémoires, périphériques d'entrée et de sortie), les logiciels assurent la conversion des données entrées par l'utilisateur ou captées sur l'environnement en données binaires, proposent aux utilisateurs des actions à entreprendre, transforment les actions choisies en instructions exécutables par le processeur en combinant les données entrées avec des données préalablement stockées, mémorisent les résultats de ces actions, les restituent aux utilisateurs sous une forme appropriée et commandent les actions directes sur l'environnement. Au-delà de ce rôle technique, les logiciels peuvent être appréhendés de différentes façons.

### A - UN LOGICIEL EST UN TEXTE NUMERIQUE ACTIF

Indépendamment de leur diversité fonctionnelle, les logiciels ont en commun d'être des *textes numériques actifs*. Ecrits dans un langage de programmation, leur code source se présente sous la forme d'un *texte*<sup>32</sup>. La programmation est une forme d'écriture (Pierre Lévy, 1992, p. 10) et comme toute activité d'écriture, elle se caractérise par une diversité illimitée. Existant sous une forme *numérique*, le texte du programme possède de très grandes possibilités de modification, de réutilisation, de combinaison (Dominique Cotte, 1999). Mais ce texte est également un *texte actif*, un texte qui agit (Michel Callon, 1991, p. 205) dans la mesure où il se compose d'un ensemble d'instructions qui seront exécutées automatiquement par une machine. Le passage de l'univers humain à l'univers machinique s'opère dans la transformation (réalisée automatiquement par un compilateur ou un interpréteur) de son *code-source* (texte du programme écrit dans un langage de programmation compréhensible par l'être humain) en un *code-objet* (suite d'instructions en langage machine). Par cette opération, le logiciel se métamorphose d'une information particulière à destination d'une machine mais ayant un sens pour son concepteur, en de simples données numériques dépourvues de signification apparente, simple enchaînement d'actions effectuées "machinalement". D'une

---

<sup>32</sup> D'un point de vue syntaxique, un programme est un texte construit selon un ensemble bien défini de règles grammaticales. D'un point de vue sémantique, un programme exprime un calcul, ou pour être plus exact, un ensemble de calculs (...). Programmer consiste à transformer des spécifications qui décrivent une fonction en

information sur la conduite d'un processus, d'une action, le logiciel devient lui-même processus, action (Jean-Benoît Zimmermann, 1995 B, p. 182). La forme la plus extrême de cette transformation est la gravure dans le silicium du code objet sous forme de composant électronique (bien tangible). Il est important de noter qu'à partir de l'unique disposition du code objet, il est très difficile de reconstituer le code source du logiciel par *reverse engineering* (décompilation) ; par contre la disposition du code source autorise une infinité de modifications permettant de générer facilement un programme au comportement différent.

## **B - UNE CREATION HUMAINE QUI DEVIENT UN "ACTEUR NON HUMAIN" ?**

Un logiciel est bien évidemment une création humaine : "un programme a le même statut théorique qu'une petite théorie qui modéliserait un fragment de la réalité" (Jacques Printz, 1998, p. 46). Selon cet auteur, un programme "est le fruit de la pensée de son créateur et rien que cela : c'est de la sémantique à l'état brut" (idem, p. 234). Jacques Printz en déduit que "l'homme est indispensable au procédé de fabrication du logiciel" et, surtout, que "c'est lui seul qui fixe le sens des constructions qu'il élabore" (idem, p. 235).

Mais quand on est confronté à l'action d'un logiciel (ou plus généralement d'un système informatique), on peut considérer qu'on a affaire à des "*acteurs non humains*" (Michel Callon) avec lesquels l'utilisateur va devoir composer, négocier, ruser, manipuler. Cette conception d'un logiciel qui semble agir en s'étant autonomisé par rapport à son concepteur, est présente dans beaucoup d'études de l'informatique. Ainsi, Pierre Lévy considère qu'en informatique un acteur peut être un être non humain et définit le logiciel comme un acteur collectif (1992, p. 34). Philippe Breton souligne que "une grande partie de la magie de l'informatique tient dans ce déplacement simple qui s'opère avec constance : l'oubli qu'il y a là pure création humaine et la croyance que la machine est une sorte d'être par lui-même, qui aurait échappé à son concepteur" (1990, p. 67). Ce passage à une existence apparemment indépendante de leurs créateurs est spécialement net dans le cas des logiciels : "quand on écoute leurs créateurs, les programmes ont des intentions, font de leurs mieux, sont plus ou moins intelligents, ou stupides, communiquent entre eux et perdent le Nord" (Sherry Turkle, 1986). Tout en considérant que les "« choses » ne sont pas des « acteurs » en elles-mêmes", Jacques Girin (1994, p. 15) souligne que "les « choses » sont certainement des déterminants de l'action, tout

un programme, i.e., un texte qui peut être interprété par une machine afin de calculer cette fonction" (Françoise Détienne, 1998, p. 29).

autant que de simples outils pour l'action" ; les objets sont "non seulement des instruments" mais sont également "chargés de savoirs, de plans d'actions, de scénarios, etc. qui viennent à l'appui de ceux inscrits dans les cervelles humaines" (idem). Cette caractérisation du statut des objets nous semble particulièrement adéquate pour les logiciels.

### C - LE LOGICIEL COMME "OBJET FRONTIERE"

Un logiciel est également un *intermédiaire* entre l'utilisateur et l'ordinateur qui permet de traduire les problèmes des acteurs humains dans le répertoire de la machine. "Un programme d'ordinateur est un message de l'homme à la machine. La syntaxe rigide et les définitions méticuleuses n'existent que pour rendre l'intention de l'homme claire pour la machine stupide" (Frederick P. Brooks, 1996, p. 142). En tant que "forme d'expression humaine à destination d'une machine" (Gérard Dréan, 1996), le logiciel est un *objet frontière* (Geoffrey Bowker, Susan Leigh Star, 1997, p. 295) qui habite simultanément plusieurs mondes sociaux, depuis le monde de la création culturelle caractérisé par ses possibilités infinies, jusqu'au monde des produits et processus industriels aux contraintes techniques fortes. Les spécificités très différentes de ces mondes en termes de processus de production, de diffusion, d'utilisation, de droits de propriété sont une source permanente de tension dont il faut tenir compte. Le logiciel se situe à la frontière entre le "monde chaud" de la créativité humaine et le "monde froid" des objets techniques que sont les ordinateurs.

Un logiciel peut également être appréhendé comme une forme de résolution de problème, élaborée à partir d'une modélisation des connaissances formalisées et tacites que l'on possède sur un environnement. En ce sens un logiciel est un dispositif artificiel qui, en lien avec d'autres dispositifs matériels et logiciels, améliore les performances de la pensée humaine, un *artefact cognitif* (D. A. Norman, 1993) ou *système cognitif artificiel* (Jean-Daniel Dessimoz, 1997). En prolongeant l'analyse de Karl Marx de la technologie comme du travail solidifié (gelé), Geoffrey Bowker et Susan Leigh Star considèrent le logiciel comme un *discours d'organisation solidifié* (1997, p. 284). Le point commun à ces approches est d'encaster (*embedded*) des connaissances dans un support physique appropriable, reproductible et transportable indépendamment des agents humains. L'originalité par rapport à d'autres artefacts intégrant des connaissances comme l'écrit (livre, article) qui permettent simplement de décrire une procédure est qu'un logiciel permet de l'exécuter (Eric Brousseau, 1993, p. 207). De ce fait les compétences qui peuvent être transformées en marchandises ne se

limitent plus à des savoirs mais englobent des savoir-faire, des concrétisations de l'application des connaissances. Une autre conséquence est qu'elle peut encore étendre la rationalisation de ces savoir-faire incorporés à des artefacts, par leurs possibilités de modifications et de manipulations supérieures à celles des êtres humains (Abbe Moshowitz, 1997, p. 31).

Nous verrons toutefois, par une analyse du logiciel en termes de caractéristiques, que dans l'exploitation des possibilités des logiciels, les compétences des utilisateurs gardent une place importante. Auparavant, il est nécessaire d'analyser brièvement ce qu'est la production d'un logiciel.

## **Section IV - La production d'un logiciel**

Produire un logiciel consiste à traduire une représentation d'une partie de la réalité dans un langage compréhensible par une machine. "L'expression de cette pensée, à travers les différents langages de l'informatique, n'a de vérité que par rapport à la réalité dont elle constitue un modèle. Vis à vis de cette réalité, le langage informatique va donc fonctionner comme un métalangage permettant la génération d'entités logiques (termes primitifs, axiomes, définitions, termes composites, etc.) dont la composition, au moyen de procédés de construction quasi algébriques, constituera précisément une modélisation de la réalité. Le programmeur est donc soumis à tous les aléas de l'activité langagière : ambiguïté, paradoxes, inconsistance, incomplétude, indécidabilité, indéterminisme" (Jacques Printz, 1998, p. 234).

La production d'un logiciel peut donc être assimilée à une opération de codification, qui repose sur trois pôles : un modèle, une technologie de codification et un langage (Robin Cowan et Dominique Foray, 1998, p. 308). L'étude de l'économie de la codification fait apparaître qu'une décomposition de la codification en différentes étapes permet de réduire le coût de la codification, l'output d'une étape servant d'input à l'étape suivante (idem, p. 311). C'est ce processus qui s'est produit dans la production des logiciels avec la croissance du nombre d'étapes, qui consiste en des traductions successives d'un code de départ qui doit être le plus compréhensible possible par des humains (y compris non informaticiens) jusqu'à un code d'arrivée qui doit être compréhensible par la machine : par exemple les spécifications du problème à résoudre exprimées dans un langage graphique, la résolution de ce problème dans



un langage de haut niveau (code source) et sa traduction automatique par un compilateur dans un langage machine (code objet).

La décomposition du processus, outre qu'elle facilite le dialogue entre les utilisateurs et les concepteurs du logiciel, permet également d'isoler la résolution du problème auquel répond le logiciel. Elle permet notamment de séparer une phase d'analyse, durant laquelle on s'intéresse au *quoi*, à savoir les besoins du client ou de l'utilisateur, d'une phase de conception, durant laquelle on s'intéresse au *comment*, à savoir la solution logique.

L'activité de programmation englobe l'écriture du programme (agencer des données, des algorithmes<sup>33</sup> et des contrôles afin de communiquer avec l'ordinateur), la documentation du programme (afin de communiquer avec les autres programmeurs), la vérification, la validation et les tests de ce que l'on a programmé, et enfin les anticipations des évolutions possibles du programme (Jacques Printz, 1998, p. 237). Un programme est fondamentalement le résultat d'un raisonnement, avec deux possibilités : le programmeur dispose d'un schéma logique du programme, sous la forme d'un programme existant ou d'un modèle dans une bibliothèque d'algorithmes qu'il va traduire pour la situation précise ; le programmeur ne connaît que les ensembles d'entrées possibles et de résultats attendus et il doit découvrir un algorithme assurant la transformation des entrées en sorties (idem, p. 91).

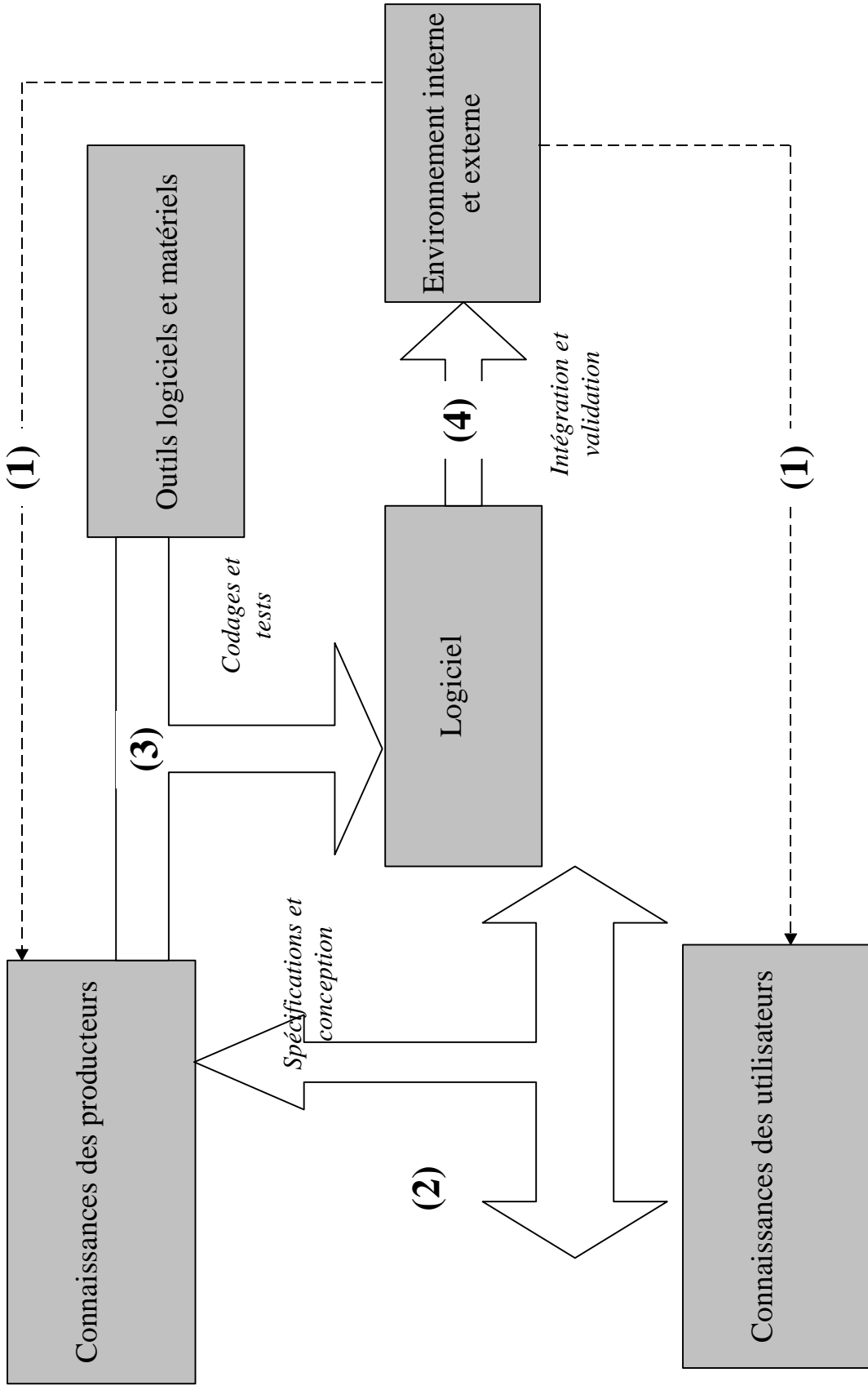
Un logiciel est donc principalement un travail intellectuel de production de connaissances codifiées, fortement basé sur les connaissances tacites et difficilement appropriables des concepteurs, et sur l'utilisation d'outils logiciels et matériels. La production de logiciels "résulte de l'agencement original que réalise le producteur entre sa base de connaissances, en particulier dans le domaine technique considéré, les connaissances codifiées incorporées dans les logiciels auxquels il a accès et ce que sait ce producteur quant aux besoins qu'il doit satisfaire" (Marie de Besses, 1999, p. 264). Sans entrer dans le détail des différentes méthodes de production des logiciels, domaine en pleine évolution et qui sera analysé ultérieurement, on peut positionner les principales étapes de la production des

---

<sup>33</sup> Un algorithme est une procédure de résolution précise de telle ou telle classe de problèmes nécessitant un ensemble déterminé d'opérations à effectuer sur un certain code, en un nombre fini d'étapes pour obtenir la solution du problème. Un algorithme est d'autant plus intéressant qu'il résout une large classe de problèmes. Un algorithme peut donner naissance à un programme informatique en le formulant dans le langage *ad hoc* de l'ordinateur et en tenant compte de toutes les limitations de la machine. En fait, beaucoup de programmes ne sont que des cas particuliers, sans intérêt du point de vue algorithmique, mais qui peuvent être très intéressants du point de vue pratique (Jacques Printz, 1998, p. 338).

logiciels (définition des besoins, spécifications du logiciel, conception générale puis détaillée, codage, tests, intégration, validation, et enfin maintenance) de la façon suivante (cf. schéma V).

*Schéma V : La production d'un logiciel*



Le schéma V met en évidence qu'un logiciel est destiné à s'intégrer à un environnement interne (le système informatique) et externe (son domaine d'application). Pour créer un logiciel, il faut réunir une connaissance du problème, une capacité à définir une solution et une capacité à construire la solution<sup>34</sup>. La connaissance du problème repose sur les connaissances des producteurs et des utilisateurs, distinctes et complémentaires, du système informatique et du domaine d'application (1). L'intercompréhension entre les producteurs et les utilisateurs joue un rôle décisif dans l'élaboration des spécifications du logiciel et sa conception générale (2), d'autant plus qu'en général le mandat est complexe et confus, requérant une intervention active du mandant (Jacques Girin, 1994). Les formes concrètes de cette intercompréhension sont évidemment variables selon que le logiciel est fabriqué sur mesure pour quelques utilisateurs, qu'il est destiné à être utilisé par plusieurs milliers d'utilisateurs différents (un système de réservation par exemple) ou qu'il s'agit d'un progiciel vendu à des milliers d'exemplaires. Dans ces premières phases décisives durant lesquelles les erreurs sont les plus coûteuses à corriger, les outils logiciels et matériels ont un rôle secondaire. Par contre, les phases de codages et de tests (3) reposent de plus en plus sur la mise en œuvre par les producteurs d'outils de plus en plus sophistiqués (outils de génie logiciels) permettant une automatisation partielle. Il faut noter que la plupart de ces outils sont des logiciels, eux-mêmes conçus avec d'autres logiciels<sup>35</sup>. Le logiciel une fois produit, il reste à l'intégrer dans son environnement (4) pour pouvoir valider la succession d'abstractions réalisées, par confrontation avec le concret qui avait servi de base à la modélisation (Bruno Latour, 1993).

Enfin, les compétences pour produire le logiciel reposent davantage sur la qualité des relations entre les utilisateurs, les producteurs et les outils mis à leur disposition que sur les propriétés de chaque élément pris séparément (Jacques Girin, 1994, p. 27). Les qualités du logiciel produit peuvent être appréhendées à partir d'une analyse en termes de caractéristiques.

---

<sup>34</sup> On retrouve la succession d'une tâche d'explicitation ou de mise en mots (réaliser une description) et d'une tâche de mise en actes (transformer une description en activité) caractéristique de toute activité (Jacques Girin, 1994, p. 17).

<sup>35</sup> Par exemple un outil de test est un logiciel qui a été produit à partir d'autres logiciels qui sont des compilateurs, des éditeurs de textes, un système d'exploitation...

## Section V - Une représentation du logiciel en termes de caractéristiques

Le logiciel se singularise par un nombre particulièrement élevé de caractéristiques pertinentes. Par exemple, pour apprécier la qualité des logiciels, la norme NF ISO/CEI 9126 publiée en 1991 (1992 pour la version NF) définit six "caractéristiques qualité" et 21 sous-caractéristiques (Philippe Robert, 1997, p. 168). Les six caractéristiques principales sont la *capacité fonctionnelle* (existence d'un ensemble de fonctions qui satisfont les besoins exprimés et implicites pour des tâches données), la *maintenabilité* (effort nécessaire pour diagnostiquer les déficiences ou les causes de défaillances, ou pour identifier les parties à modifier), la *facilité d'utilisation* (effort nécessaire pour l'utilisation et évaluation de cette utilisation pour un ensemble défini ou implicite d'utilisateurs), la *fiabilité* (aptitude du logiciel à maintenir son niveau de service dans des conditions précises et pendant une période déterminée), le *rendement* (rapport existant entre le niveau de service d'un logiciel et la quantité de ressources utilisées, dans des conditions déterminées) et la *portabilité* (aptitude du logiciel à être transféré d'un environnement à l'autre). Un des apports de cette norme est qu'elle met sur le même plan les caractéristiques fonctionnelles, c'est à dire ce que le système "fait ou est censé faire", et les caractéristiques non fonctionnelles, c'est à dire "comment c'est fait". Or, ces dernières caractéristiques, qui sont fondamentales pour apprécier le comportement concret d'un système informatique, étaient traditionnellement sous-estimées tant en termes d'importance que de moyens consacrés à leur amélioration, par rapport aux caractéristiques fonctionnelles considérées comme "sacrées" (idem, p. 169).

Parmi l'ensemble des caractéristiques, une distinction intéressante est celle qui a été effectuée entre les caractéristiques correspondant à des *critères de qualité* et celles correspondant à des *facteurs de qualité* (Serge Bouchy, 1994 ; Jean-Marc Geib, 1989). Les critères de qualité sont l'expression d'une *perception interne* du produit, représentant le point de vue du producteur et une mesure de la qualité de la fabrication ; les facteurs de qualité sont l'expression d'une perception externe du produit, représentant le point de vue de l'utilisateur et une mesure de sa satisfaction. Evidemment, le respect des critères de qualité doit être un moyen d'améliorer les facteurs de qualité.

On peut approfondir cette distinction en intégrant les apports de différents travaux sur les caractéristiques des produits. Il s'agit tout d'abord de l'étude de l'innovation dans les services effectuée par Faïz Gallouj et Olivier Weinstein (1997). Cette analyse a pour point de départ les travaux de P.P. Saviotti et J.S. Metcalfe (1984). Pour analyser le changement technique, ces auteurs, à partir de la théorie de la consommation de K.J. Lancaster (1966), définissent et représentent un produit comme la mise en correspondance de trois ensembles de caractéristiques : des caractéristiques de process, des caractéristiques techniques et des caractéristiques de service (ou caractéristiques d'usage). L'application de cette analyse à l'étude de l'innovation dans les services conduit Faïz Gallouj et Olivier Weinstein à regrouper dans les caractéristiques techniques, les caractéristiques techniques et les caractéristiques de process (il n'est pas toujours évident dans le cas des services de séparer le produit du process), et à introduire les compétences des producteurs et des utilisateurs, donnant ainsi une plus grande importance au rôle des acteurs, producteurs et consommateurs, dans une analyse au départ assez "techniciste".

Le deuxième apport est constitué par les travaux de Jean Gadrey sur l'économie des services, qui insistent sur l'importance d'une distinction entre produit *immédiat* (ou direct) et produit *médiat* (ou indirect) d'une activité<sup>36</sup>. Ceci nous conduit à distinguer dans les caractéristiques d'usage, des *caractéristiques d'usage directes* et des *caractéristiques d'usage indirectes*, ce qui permet d'insister sur le fait que les caractéristiques d'usage ne sont pas des données objectives immuables et parfaitement définies, mais des constructions sociales, des conventions sociales plus ou moins stables, permettant d'atténuer les différences de jugement et d'appréciation entre les acteurs concernés.

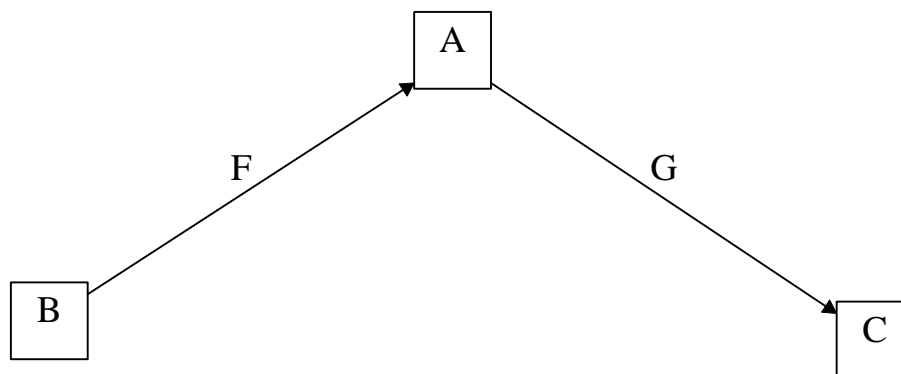
Le troisième apport est l'analyse du produit informatique de L.A. Gérard Varet et J.B. Zimmermann (1980), prolongée par les travaux de M. Delapierre et J.B. Zimmermann (1984, 1991). Le produit informatique y est considéré comme étant un *système*, constitué à partir d'une combinaison de composants et de sous-éléments. La définition du produit informatique

---

<sup>36</sup> Ces produits sont qualifiés de *médiats* "parce qu'ils sont médiatisés par les individus bénéficiaires et parce qu'ils ne se manifestent pas immédiatement dans le temps" (Jean Gadrey, 1996 A, p. 95). Si "les rapports marchands ont généralement tendu à valoriser le produit immédiat, à en faire l'axe de la mesure, le centre de gravité de la marchandise et de son prix, (...) les changements en cours semblent indiquer une influence croissante des variables médiate, une prise en compte croissante des conditions d'usage dans la définition même du produit et de la marchandise" (idem, p. 135-136).

"associe trois espaces, celui des biens informatiques élémentaires (...), celui des ensembles architecturés d'éléments en systèmes (...) et celui des modalités d'utilisation de ces systèmes" (M. Delapierre et J.B. Zimmermann, 1991, p. 10). Le produit informatique est représenté formellement ainsi :

**Schéma VI**  
***Le concept de produit informatique***



*Source : M. Delapierre et J.B. Zimmermann, 1994, p. 93*

L'articulation entre les trois espaces constitutifs du produit informatique est représentée à travers la manière dont un complexe issu de l'un permet de réaliser un complexe de l'autre, par deux correspondances : une correspondance F de production des activités ou performances des systèmes (A), à partir des biens informatiques (B), qui résulte des capacités d'architecturation des systèmes informatiques ; une correspondance G de production des caractéristiques d'utilisation (C) à partir des activités informatiques (A), qui traduit la capacité à mettre en œuvre les performances des systèmes en vue de la satisfaction de besoins d'utilisations spécifiques (M. Delapierre et J.B. Zimmermann, 1994, p. 92).

Nous intégrons ce troisième apport en ajoutant aux caractéristiques du logiciel, des caractéristiques d'environnement<sup>37</sup> dont l'importance vient du fait qu'un logiciel n'est qu'un

---

<sup>37</sup> De façon plus générale, Herbert Simon souligne que pour un objet artificiel, "la réalisation d'une intention ou l'adaptation à un but implique une relation entre trois termes : l'intention ou le but, les caractéristiques de l'artefact et l'environnement dans lequel cet artefact est mis en œuvre" (1974, p. 20).

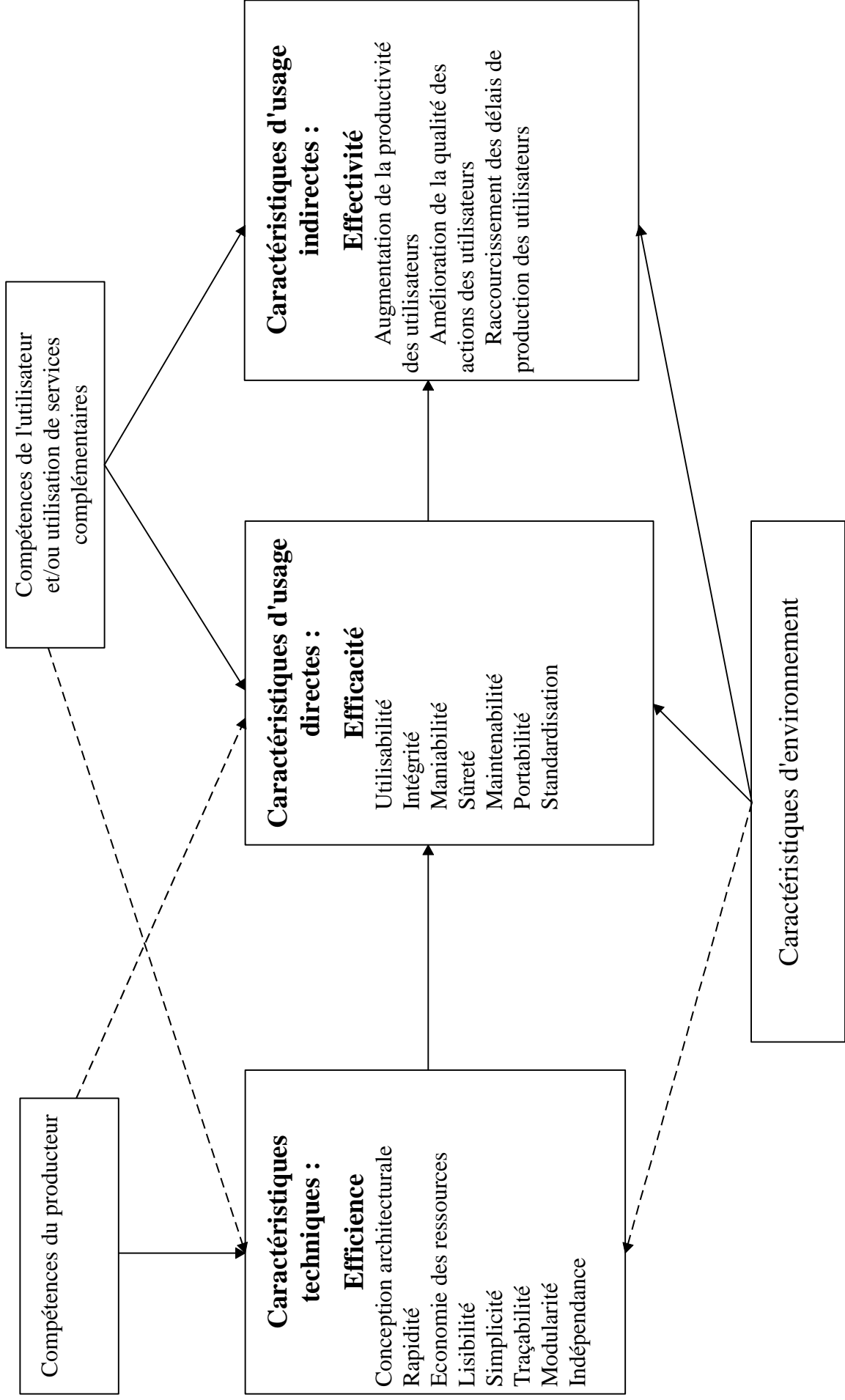
composant d'un bien système<sup>38</sup>, en l'occurrence un système informatique. La représentation proposée est la suivante :

---

<sup>38</sup> Un "bien système" est la combinaison de plusieurs composantes élémentaires complémentaires. Les différentes composantes constituent des marchés séparés mais dont l'interdépendance est forte tant du côté de l'offre que du côté de la demande (Anne Perrot, 1995, p. 8).



# Schéma VII : Les caractéristiques du logiciel



Certes, pour tous les produits, on peut distinguer des caractéristiques techniques et des caractéristiques d'usage directes et indirectes ; mais dans certains cas (normalisation des produits et de leurs caractéristiques techniques, stabilité ou prévisibilité de l'évolution de l'environnement, nécessité de compétences limitées de l'utilisateur), la connaissance des caractéristiques techniques suffit pratiquement à déterminer les caractéristiques d'usage. Les enchaînements sont au contraire beaucoup plus complexes dans le cas des logiciels.

Le point de départ du schéma VII est constitué par les caractéristiques techniques du logiciel qui déterminent son *efficience*. C'est à partir de ces caractéristiques que d'autres informaticiens, examinant le code source du logiciel, formuleraient un jugement de qualité sur le logiciel considéré. Ces caractéristiques techniques résultent du processus de production du logiciel analysé précédemment et dépendent principalement des compétences des producteurs, des outils matériels et logiciels utilisés (non représentés sur ce schéma), mais également des compétences de l'utilisateur, notamment pour formuler ses besoins, et de la connaissance des caractéristiques de l'environnement dans lequel sera utilisé le logiciel.

Les caractéristiques d'usage directes du logiciel représentent le point de vue immédiat des utilisateurs, qui vont juger de son *efficacité* quand ils l'utilisent. Ces caractéristiques d'usage directes dépendent bien évidemment des caractéristiques techniques du logiciel, mais les compétences de l'utilisateur, vues sous l'angle de sa capacité à utiliser le logiciel, et les caractéristiques du système dans lequel est intégré le logiciel, jouent également un rôle important. Il faut notamment tenir compte des évolutions des compétences des utilisateurs (apprentissage) et du système informatique. Les compétences du producteur peuvent parfois conserver une influence directe (sans passer par la médiation de l'objet logiciel) quand le producteur du logiciel fournit également des services d'accompagnement (installation, formation, aide à l'utilisation, maintenance).

Les caractéristiques d'usage indirectes sont les véritables résultats de l'utilisation du logiciel et représentent *l'effectivité* du logiciel : il s'agit de savoir dans quelle mesure cet outil aide effectivement cet utilisateur en lui permettant d'améliorer sa productivité ou la qualité de son activité. L'efficacité de l'outil (appréhendue par ses caractéristiques d'usage directes) est une condition nécessaire mais non suffisante. Interviennent là encore les compétences de l'utilisateur, moins cette fois sous l'angle "informatique" que sous l'angle de la capacité à intégrer les services rendus par le logiciel à ses activités, et les caractéristiques de

l'environnement qui ne se limitent pas au système informatique mais intègrent l'ensemble du domaine d'application du logiciel considéré.

Clarifier les notions de données et de connaissances a permis de mettre en évidence quelques aspects importants de la codification des connaissances, qui seront utiles pour l'analyse de la production des logiciels, que l'on peut considérer comme une forme particulière de codification de connaissances. De même, l'analyse de l'information comme élément central d'un processus de communication de connaissances (direct ou médié), de par ses conséquences sur des questions importantes d'économie de l'information, constitue un apport intéressant pour l'analyse économique du logiciel.

L'étude des particularités du traitement automatique de l'information par des systèmes informatiques met en évidence la nécessité d'une intercompréhension forte entre concepteurs du système informatique et utilisateurs, en plus de l'intercompréhension entre émetteur et récepteur d'information, condition d'efficacité de tout processus informatif. Dans le traitement automatique de l'information, le logiciel a un statut original, objet frontière entre le monde humain et le monde machinique, "acteur non humain" partie prenante d'un système informatique. Un logiciel se présente sous la forme d'un texte numérique actif doté de nombreuses caractéristiques qui sont le reflet de la diversité des points de vue existants.

Un problème majeur est que certaines de ces caractéristiques peuvent être relativement contradictoires (par exemple, la rapidité et la fiabilité), ce qui nécessitera des arbitrages délicats sur les caractéristiques à privilégier. Une difficulté supplémentaire est que selon le type de logiciels (et pour un même type de logiciel selon le type d'utilisateurs) les caractéristiques pertinentes ne sont pas nécessairement les mêmes : par exemple, pour un simple usager seules importent les caractéristiques d'usage du logiciel, les caractéristiques techniques ne lui étant d'aucune utilité, hormis leur influence, qui lui est largement inconnue, sur les caractéristiques d'usage ; par contre, pour un utilisateur expert, qui joue un rôle plus important dans la construction des caractéristiques d'usage, la connaissance et la nature des caractéristiques techniques sont tout à fait décisives. Enfin, au sein de ces groupes de

caractéristiques, la liste des caractéristiques décisives, sans parler du choix des indicateurs pour évaluer ces caractéristiques, est également variable.