

Robert Reix

Bernard Fallery - Michel Kalika - Jean-Loup Richet - Frantz Rowe

SYSTÈMES D'INFORMATION ET MANAGEMENT

8^e édition



Des ressources complémentaires sur
www.sietmanagement.fr

Vuibert

Collection Gestion

dirigée par Jean-Pierre Helfer et Jacques Orsoni

Robert Reix †

Professeur à l'Université de Montpellier

Bernard Fallery

Professeur émérite
de l'Université de Montpellier

Michel Kalika

Professeur à l'IAE Lyon,
université Jean Moulin

Jean-Loup Richet

Maître de Conférences
à l'IAE de Paris I Panthéon-Sorbonne

Frantz Rowe

Professeur à Nantes Université
et à l'IUF

SYSTÈMES D'INFORMATION ET MANAGEMENT

8^e édition

Avec les contributions de :

A. Mlaïki, M. Bia Figueiredo, T. Tounkara, F. Deltour, A. Mourrain, P. Leconte,
J. Pallud, C. Élie-Dit-Cosaque, M. Lesueur, L. Bironneau, T. Morvan, O. Simoes.

Vuibert

Composition de la couverture : Nathalie Dudek
Composition de l'intérieur : PCA

ISBN : 978-2-311-41220-8

La loi du 11 mars 1957 n'autorisant aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa de l'article 40).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Des photocopies payantes peuvent être réalisées avec l'accord de l'éditeur.

S'adresser au Centre français d'exploitation du droit de copie :
20, rue des Grands-Augustins, F-75006 Paris. Tél. : 01 44 07 47 70

© Magnard-Vuibert – juin 2023
5 allée de la 2e – DB 75015 Paris

Avant-propos à la 8^e édition

Avec l'accord des éditions Vuibert et de l'épouse de Robert Reix, une nouvelle édition du manuel *Systèmes d'information et management*, dont la première version datait de 1995, a été entreprise pour la huitième fois.

La motivation première de ce nouveau chantier est bien sûr de pérenniser la diffusion de l'ouvrage de Robert Reix, un ouvrage qui a largement dépassé les 15 000 exemplaires et qui continue donc à représenter la référence française dans le domaine des systèmes d'information.

Robert Reix nous a quittés en 2006, et la mémoire de celui qui joua en France un rôle éminent dans le développement de l'enseignement et de la recherche en systèmes d'information est toujours vivante :

- en 2007, l'ouvrage *Connaissance et management*, regroupant 32 contributions académiques, a été publié en son hommage aux éditions Economica ;
- en 2012, nous avons coédité chez Vuibert le manuel *Cas et applications en systèmes d'information et management des organisations*, auquel ont contribué 39 collègues de la communauté académique des systèmes d'information ;
- depuis 2008 et chaque année, le prix de thèse FNEGE AIM – ROBERT REIX récompense la meilleure thèse en systèmes d'information.

En entreprenant cette mise à jour pour une huitième édition, nous savions qu'il s'agissait d'un exercice à la fois difficile et passionnant. Nous l'avons conduit avec beaucoup d'humilité, en respectant l'esprit de l'ouvrage qui a fait son succès, mais aussi avec beaucoup de détermination car ce travail était à nos yeux essentiel pour nos étudiants, pour nos collègues et pour tous les acteurs passionnés par ce lien sans cesse renouvelé entre systèmes d'information et management des organisations.

Tous les contenus ont été réactualisés. Nous avons été fidèles au plan de l'ouvrage et un chapitre huit a été ajouté pour développer le traitement des questions de sécurité des systèmes d'information. Ce dernier chapitre aborde notamment des sujets tels que l'évolution de la cybercriminalité et les nouvelles menaces auquel le SI fait face, les enjeux de conformité dont l'importance est croissante, et la mise en œuvre de la cybersécurité. Dans tous les chapitres, sont maintenant apparus des encarts sur les problématiques les plus actuelles : *blockchain*, intelligence artificielle, *data science*, etc.

En parallèle à la publication de cette huitième édition, le site Web pédagogique de référence sur le management des systèmes d'information ***sietmanagement.fr*** propose des extraits du livre, près de 2000 liens sur les cadres théoriques utilisés, près de 200 études de cas, une médiathèque, des échanges de bonnes pratiques... Le site compte déjà plus de deux millions de connexions.

Nous souhaitons ainsi pérenniser l'œuvre de notre collègue Robert Reix.

Professeurs Bernard Fallery, Michel Kalika, Jean-Loup Richet, Frantz Rowe

Le plan de l'ouvrage

Internet mobile, e-commerce, méga-données, réseaux très haut débit, *blockchain*, équipe virtuelle, intelligence artificielle..., tous ces mots, qui appartiennent au vocabulaire quotidien des entreprises, témoignent du caractère omniprésent des technologies de l'information dans le fonctionnement des organisations. À une époque où le progrès technologique conjugue à la fois la compétition et l'innovation ouverte, l'enjeu de la maîtrise des systèmes d'information se révèle considérable. Si, à l'origine, l'informatisation des entreprises pouvait être vue comme un problème simple d'automatisation des tâches administratives, la question de l'utilisation efficace et efficiente des technologies est aujourd'hui devenue stratégique et elle concerne, à des degrés divers, toutes les organisations, quels que soient leur taille et leur domaine d'activité.

Or cette question n'est pas simple à résoudre : elle dépasse l'aspect purement technologique et elle est riche d'impacts multiples sur les processus organisationnels, les comportements individuels et les choix stratégiques ; les risques d'échec existent, même si une certaine presse tend plutôt à favoriser les *success stories*. Face au marketing intensif des offreurs de services variés, soucieux d'exploiter au mieux les potentialités des technologies tout en évitant les erreurs dans leur mise en œuvre, beaucoup de managers se sentent relativement désarmés, faute de connaissances robustes, lorsqu'ils doivent répondre aux questions essentielles :

- **comment définir un usage adapté aux objectifs de l'entreprise ?** Un système d'information prend sa valeur dans son usage. La responsabilité des décisions sur l'équipement et l'usage des outils incombe aux spécialistes des domaines d'utilisation et non aux spécialistes de la conception d'outils ;
- **comment faire en sorte que les ressources affectées à cet usage soient utilisées de manière efficiente ?** Que doit-on faire pour que ces outils soient véritablement appropriés par ceux qui en assureront l'utilisation ? Un système d'information est aussi un ensemble de ressources à gérer ; en tant qu'objet de management, il appartient également au domaine de compétence de tout manager.

C'est par rapport à ces préoccupations que se situe le présent ouvrage. Il ne s'adresse pas uniquement aux spécialistes des systèmes d'information ; **il concerne tous les gestionnaires** (et futurs gestionnaires) **des différents métiers** (financiers, commerciaux, comptables, responsables administratifs, de personnel, de production). Son objectif est de préparer les responsables (actuels et futurs), **selon une préoccupation résolument managériale**, à la résolution des problèmes posés par le lien sans cesse renouvelé entre technologies de l'information et management des organisations. Il s'adresse donc, en priorité, aux étudiants de second cycle en sciences de gestion (niveau master),

aux cadres en activité ou en formation, cherchant à mieux comprendre les problèmes posés par l'introduction des technologies de l'information (TI) dans une organisation et les démarches à adopter pour les résoudre.

Pour répondre à cet objectif, l'ouvrage a été organisé de la manière suivante :

- Le chapitre 1 constitue une introduction générale : il définit la notion de système d'information (SI) et en caractérise le contenu selon trois dimensions : informationnelle (un SI produit des représentations à partir de données), technologique (un SI est une construction fondée sur une architecture) et organisationnelle (un SI supporte les structures et les processus de l'organisation). Ces trois dimensions conjuguées seront le support essentiel des développements ultérieurs.
- La première partie est consacrée aux différents usages des systèmes d'information : pour la décision, pour la communication, pour la gestion des connaissances. Sont ici présentées les caractéristiques particulières des systèmes d'aide à la décision (chapitre 2), des systèmes d'aide à la communication (chapitre 3) et des systèmes d'aide à la gestion des connaissances (chapitre 4). L'objectif est d'éclairer le lecteur sur les utilisations potentielles des TI; dans la présentation, les aspects technologiques importants sont expliqués (mais non détaillés, ils font les délices d'une abondante presse spécialisée); en revanche nous avons privilégié, en s'appuyant sur les cadres théoriques nécessaires, l'analyse des problèmes de fond liés au recours à différents types de solutions technologiques.
- La seconde partie est consacrée aux différents aspects du management des systèmes d'information : stratégie, animation et contrôle. Comment gérer l'ensemble des ressources constitutives de tout système d'information ? Sont abordés successivement : la gestion stratégique des SI (chapitre 5), l'animation des SI au regard des attentes et de leurs effets (chapitre 6), le contrôle des SI tant pour leur développement que pour leur exploitation (chapitre 7) et la sécurité des SI (chapitre 8). Dans cette partie, nous avons voulu privilégier la méthodologie, tant dans l'analyse des problèmes que dans la construction des solutions.

Les éléments bibliographiques ne sont en aucun cas exhaustifs et un lecteur averti peut contester certains de nos choix. Les références retenues correspondent soit à des documents jugés « incontournables » dans le domaine, soit à des documents sur lesquels nous nous sommes appuyés plus particulièrement lors de l'élaboration du chapitre.

Cet ouvrage est le résultat d'un compromis entre des exigences contradictoires :

- arbitrage difficile entre le souci de conserver à ce manuel une dimension limitée et celui de diffuser des connaissances de plus en plus riches, produites par une recherche chaque jour plus active. Cela nous a conduits à des choix difficiles quant à la sélection des thèmes, aux commentaires des modèles, au nombre et à l'étendue des exemples retenus ;
- arbitrage tout aussi difficile entre rigueur de l'analyse et simplicité de la présentation. Nous avons choisi de privilégier ici les connaissances durables, fondamentales, susceptibles de guider le gestionnaire dans la formulation des problèmes et la construction des solutions, en nous appuyant sur la présentation (parfois un peu simplifiée) des principaux modèles théoriques reconnus dans le domaine. Nous laissons le soin au lecteur de compléter ses connaissances sur les dernières avancées technologiques par la lecture d'une abondante presse spécialisée ou par un « butinage » pertinent sur Internet.

La notion de système d'information

« Un système d'information est un ensemble d'acteurs sociaux qui mémorisent et transforment des représentations *via* des technologies de l'information et des modes opératoires. »

R. REIX et F. ROWE, « La recherche en systèmes d'information : de l'histoire au concept », in ROWE F. (coordinateur), *Faire de la recherche en systèmes d'information*, Vuibert-FNEGE, 2002, p. 11.

« Le système d'information de l'entreprise est la partie du réel constituée d'**informations** organisées, d'**événements** ayant un effet sur ces informations, et d'**acteurs** qui agissent sur ces informations ou à partir de ces informations, selon des **processus** visant une **finalité** de gestion et utilisant les **technologies** de l'information. »

D. BERTHIER, C. MORLEY, M. MAURICE-DEMOURIAUX, *Systèmes d'information et management*, vol. 10, n° 3, 2005, p. 26.

Au terme de ce chapitre, vous devez être en mesure :

- de définir la notion de système d'information
- d'identifier ses trois grandes dimensions et les ressources qui le composent
- de comprendre les liens qui permettent de passer des données à l'information et à la connaissance
- de comprendre comment le système d'information constitue une représentation collective
- de comprendre en quoi la technologie qui supporte un système d'information suit un processus qui doit être planifié et évolue de façon émergente
- de comprendre comment les interactions entre acteurs et avec la technologie reproduisent et transforment l'organisation

Dans le vocabulaire du management, l'expression « système d'information » est très souvent utilisée avec des acceptions diverses ; et trop souvent l'accent est mis sur l'aspect technologique, pour évoquer des réalisations à base d'ordinateurs et de réseaux. En réalité, la notion de système d'information est beaucoup plus riche que celle sous-entendue par ces définitions approximatives, qui privilégient généralement l'aspect spectaculaire des technologies de l'information. La description du SI sera l'objet de ce premier chapitre. Nous proposerons tout d'abord une définition des termes *systèmes d'information* (section 1), puis nous montrerons que tout système d'information est un *système multidimensionnel* pouvant être caractérisé selon trois dimensions principales : une dimension *informationnelle* (section 2), une dimension *technologique* (section 3), une dimension *organisationnelle* (section 4).

1. Approche de la notion de système d'information.

Une proposition de définition

Un système d'information peut d'abord être vu comme un ensemble organisé de ressources (personnes, données, procédures, matériels, logiciels) permettant d'acquérir, de traiter, de stocker des informations (sous forme de données, textes, images, sons), dans et entre des organisations.

Cette première approche nous permet de considérer qu'un système d'information, organisé à partir de différentes **ressources** (1.1), est un ensemble **finalisé** autour d'objectifs (1.2) et susceptible d'être défini à **différents niveaux** (1.3), même si, au final, il a toujours un caractère organisationnel et même social.

Si toutefois on met en avant que le système d'information aide l'acteur à former des **représentations** et donc que le système ne peut le faire sans l'acteur, alors c'est bien l'interface environnement/acteur qui est le véritable générateur de l'information (cf. section 2, la dimension informationnelle du SI). D'où la définition proposée par Reix et Rowe (2002) et amendée à la suite d'une discussion avec Jean-Louis Le Moigne : **un système d'information est un système d'acteurs sociaux, qui mémorise et transforme des représentations, via des technologies de l'information et des modes opératoires.**

1.1 Un système organisé à partir de différentes ressources

Pour S. Alter (1991) « un système d'information est une combinaison de pratiques de travail, d'informations, de personnes et de technologies... organisée pour atteindre des objectifs dans une organisation ».

Un système d'information regroupe différentes ressources :

- **des acteurs (1)** : il n'y a pas de système d'information sans des personnes, sans des acteurs. Ce sont soit des utilisateurs du système (en interne : employés, cadres, dirigeants... ou en externe : clients, fournisseurs...), qui, pour la réalisation de leurs tâches, utilisent l'information produite par le système ou alimentent le système en données nouvelles, soit des spécialistes de la construction des systèmes d'information (analystes, programmeurs...) dont le travail consiste à concevoir, développer, implanter les bases technologiques du système et assurer son fonctionnement ;
- **des données (2)** : sous des formes variées (chiffres, textes, images, sons), ces ressources essentielles matérialisent l'information détenue ou utilisée par l'organisation. Ces données traduisent soit des événements nouveaux (par exemple, une commande client) soit des informations conservées pour être réutilisées (par exemple, un compte client). Ces données **constituent** la matière première des traitements ; elles concrétisent des connaissances de l'organisation et elles sont un véritable actif, indispensable à son fonctionnement (par exemple, le fichier des clients) ;

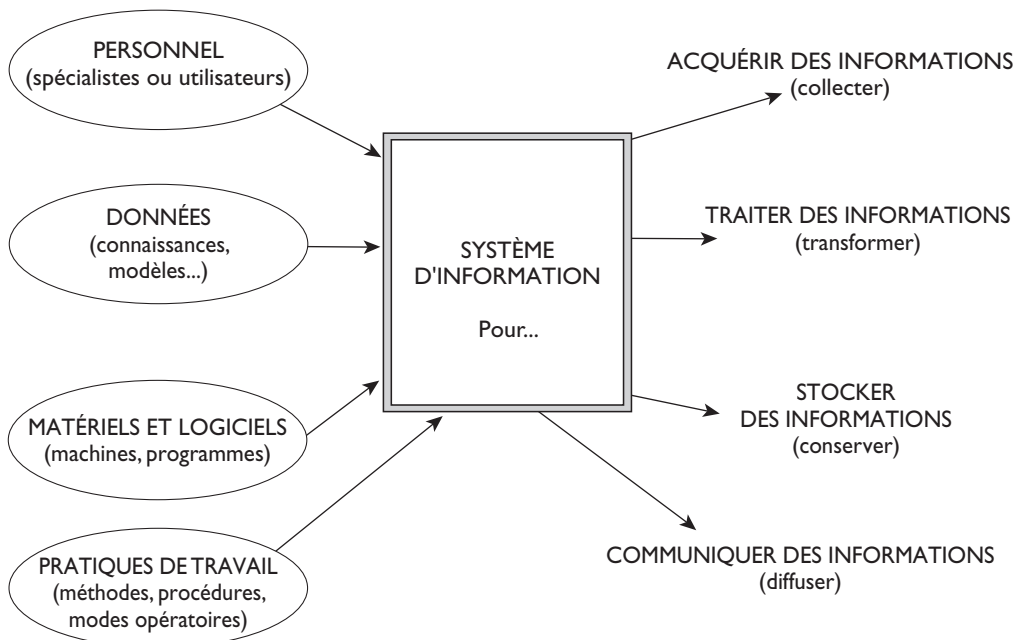
- **des matériels et logiciels (3)** : le système d'information repose, dans la plupart des cas, sur des technologies numériques : réseaux et différents types de terminaux. L'utilisation de logiciels, programmes enregistrés, commande le fonctionnement du matériel : le choix ou l'élaboration de ces programmes est un aspect majeur de la construction des systèmes d'information, car les programmes conservent les connaissances opératoires de l'organisation ; ils constituent un répertoire de modèles pour l'action.

On notera cependant que la définition de la notion de système d'information n'implique pas obligatoirement le recours à de telles technologies et qu'on peut fort bien définir un système d'information construit avec un crayon et des feuilles de papier. Un système d'information ne se confond pas avec un système technologique et il ne se réduit pas à lui.

- **des pratiques de travail (4)** : les pratiques réelles de travail, individuelles ou collectives, imbriquent des tâches automatisées et des tâches confiées aux personnes ; la définition des rôles respectifs de l'homme et de la machine est décrite, de façon formelle ou informelle, par des procédures, qui constituent la partie dynamique du système d'information.

Mais un système d'information ne découle pas de la simple juxtaposition de ces différentes ressources. Il est le résultat d'un travail de construction qui a pour but de répondre au mieux à **des objectifs (5)** assignés au système. Ce point très important est repris dans le paragraphe suivant.

Figure 1. Un système fondé sur des ressources et des pratiques de travail



1.2 Un système finalisé pour répondre à des objectifs

Les objectifs d'un système d'information peuvent être classiquement présentés comme opérationnels (délai, qualité, coûts...) ou stratégiques (différenciation, stratégie de niche...), même si cette distinction commode n'est pas toujours évidente dans les faits (une décision vis-à-vis d'un client peut par exemple se révéler stratégique *a posteriori*).

- a. Les objectifs opérationnels du système sont définis par rapport aux tâches à accomplir : l'automatisation des tâches, l'aide à la décision, la communication et la diffusion d'informations. Un système d'information est conçu, par nature, pour exécuter des fonctions élémentaires appliquées aux données. Il s'agit :
 - de **saisir** des données, c'est-à-dire d'acquérir, sous une forme adaptée, des données qui sont très hétérogènes (entrées en stock par un lecteur ou un clavier, localisation d'objets connectés par des capteurs, données géographiques par extraction sur le Web, transactions par les réseaux financiers...);
 - de **stocker** des données, c'est-à-dire de les conserver sous une forme exploitable et d'être capable de les retrouver rapidement et sans erreur (fichiers des utilisateurs, bases de données internes, organisation des données sur le *cloud*, mise à jour, historisation...);
 - de **traiter** des données, c'est-à-dire de transformer les données primaires en résultats par des opérations de transformation, de sélection, de calcul, d'agrégation, de croisement, de mise en forme... sur des ordinateurs personnels, centraux ou externes;
 - de **communiquer** des données, c'est-à-dire de les transmettre à d'autres utilisateurs (hommes ou machines) : messageries, documents, échanges de données EDI, site Internet...

Les technologies de l'information offrent des possibilités considérables pour réaliser ces opérations de base dans des conditions remarquables de coût et d'efficacité.

L'objectif opérationnel de tout système d'information est donc d'apporter un soutien aux processus de travail dans l'organisation, selon trois modalités principales (pouvant être combinées) : fournir ou partager de l'information; assister ou coordonner le travail humain; automatiser ou intégrer le travail. Les systèmes de travail peuvent être individuels (mono-utilisateurs) ou collectifs (pluri-utilisateurs). Pour les utilisateurs, l'usage du système d'information peut être obligatoire, recommandé ou discrétionnaire.

L'ensemble de ces objectifs peut être défini sous une forme hiérarchisée (par exemple : faciliter le travail d'un magasinier, accroître la sécurité de la tenue des stocks, améliorer la gestion du stock... pour améliorer le service au client, augmenter la compétitivité face à la concurrence). C'est pourquoi, comme nous le montrerons par la suite (*cf.* chapitres 6 et 7), la définition des objectifs et des contraintes du système, ce qui constitue son **cahier des charges**, est une opération déterminante pour son succès futur.

Dans tous les cas, les caractéristiques du système d'information sont déterminées par ses finalités, c'est-à-dire par ses liens avec les objectifs stratégiques de l'organisation, auxquels il doit contribuer.

- b. Les objectifs stratégiques du système d'information doivent être en phase avec la stratégie générale de l'entreprise, ce point important sera développé dans le chapitre 5. On dira juste ici qu'une stratégie générale repose sur la recherche d'un avantage durable : soit par un positionnement sur un marché (avantage par les coûts ou avantage par la différenciation), soit par une combinaison interne et unique de ressources et de compétences distinctes. Les objectifs stratégiques du système d'information doivent avoir le plus fort potentiel pour l'organisation, par exemple :
- assurer l'interopérabilité du SI avec ceux de ses partenaires tout en le sécurisant ;
 - augmenter la réactivité en mettant en place un *workflow* ;
 - maîtriser l'intégration de systèmes sur le *cloud* pour avoir une architecture unifiée ;
 - articuler l'*e-commerce* avec le réseau de détaillants ;
 - mettre en place des outils d'*intelligence artificielle* explicables et dignes de confiance ;
 - diminuer le cycle de développement des applications pour réduire les délais de mise en marché...

1.3 Un système d'information défini à plusieurs niveaux

La notion de système d'information renvoie toujours à celle d'un usage pour une entité, et il importe toujours de bien préciser quelle est l'entité de référence. Le tableau ci-dessous présente différentes catégories de systèmes d'information, en fonction de l'entité de référence, donc en fait en fonction du nombre et du type d'utilisateurs qui partagent l'usage de l'ensemble des ressources qui composent le système.

Entité de référence	Caractéristiques	Exemples de SI
Individuel	– Système utilisé par un seul individu, à son poste de travail (cependant, cela ne veut pas dire qu'il le conçoit seul, ni au plan sémantique, ni au plan de l'architecture)	– Suivi de tableaux de bord par un contrôleur de gestion, équipé d'un tableur sur micro-ordinateur – Démonstration devant un client, par un commercial équipé d'un ordinateur portable – Application de gestion pour une profession libérale (commerçant, médecin, notaire...)
Organisationnel	– Plusieurs individus dans l'organisation : concerne une fonction, un service, un groupe ou – Accessible à l'ensemble des membres de l'organisation	– La plupart des applications classiques : gestion de la paie, des commandes... – Système d'aide à la décision de groupe... – Système de messagerie électronique – Système de consultation de documents – Portail Intranet

Entité de référence	Caractéristiques	Exemples de SI
Interorganisationnel	– Des organisations différentes s'entendent pour échanger et traiter des informations, automatiquement ou non	– Échange de données informatisées (EDI) entre client et fournisseur – Site d'une communauté de pratiques – Catalogue électronique
Extra-organisationnel	– Ouvert sur l'extérieur : permet la communication ou les transactions avec les tiers (clients, usagers, public...)	– Plateforme d'e-commerce, d'e-administration – Site institutionnel d'une entreprise – Pages sur les médias sociaux

Attention

Cette distinction en différents niveaux, commode sur le plan pédagogique, ne signifie pas qu'il y a séparation étanche, en pratique, entre les niveaux. Un micro-ordinateur connecté sur un réseau peut, selon les moments où il est utilisé, être une ressource d'un système d'information individuel (gestion de données locales) ou organisationnel (traitement de dossiers partagés avec d'autres personnes), ou interorganisationnel (échange avec des individus appartenant à d'autres organisations par téléconférence). Bien au contraire, l'évolution actuelle tend à renforcer l'interconnectivité entre les systèmes de différents niveaux (un site d'e-commerce en ligne relié au système interne de gestion des stocks, par exemple).

Pourquoi personne ne pourra jamais « voir » un système d'information ?

Beaucoup de réalités existent sans avoir de substance concrète, aussi bien des représentations (comme l'histoire de France...) que des réalités physiques (Léonard de Vinci prenait l'exemple de la surface de l'eau : elle existe bien, pourtant ce n'est pas une chose). De la même manière, personne ne verra jamais un système digestif ou un système économique... car l'**analyse de système** n'est qu'une modélisation, qui définit d'abord une frontière utile à l'analyse, puis décrit ensuite des interactions bouclées entre les éléments et avec l'extérieur. Un système d'information existe donc bien, même s'il n'a pas de substance concrète, et on peut le modéliser suivant différentes dimensions : il est à la fois un objet, un outil et un langage.

a) Le SI est un objet qu'il faut gérer (définition fonctionnelle)

«Ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures... permettant d'acquérir, de traiter, de stocker, de communiquer des informations (sous forme de données, textes, images, sons...) dans des organisations» (Reix, 2000), «Une combinaison de pratiques de travail, d'informations, de personnes et de technologies... organisée pour atteindre des objectifs dans une organisation» (Alter, 1999).

Ici le SI est d'abord vu comme un ensemble d'**objets**, liés aux technologies d'information et communication, pour la modélisation des systèmes de travail (objet, processus...), la conception d'applications (méthodes, projets, urbanisation, externalisation...) et la gestion de la technologie (logiciels, matériels, réseaux...). Les questions pratiques concernent

par exemple la modélisation (BPM, UML, outils AGL, méthodes agiles...), les applications (ERP, CRM, SCM, Entrepôts...) ou le réseau Internet (mobiles, *cloud*...).

b) Le SI est un outil pour les utilisateurs et pour l'organisation (définition utilitaire)

«Tout système d'information concerne un individu, pourvu d'un profil psychologique donné, confronté à un problème précis, dans un contexte organisationnel déterminé» (Mason et Mitroff, 1973), «Les systèmes d'information ne doivent pas être simplement considérés comme une ressource de support, mais comme une ressource stratégique capable de donner un avantage concurrentiel durable à l'entreprise qui saura les utiliser» (Porter, 1985).

Ici le SI est d'abord vu comme un **outil**, lié à la prise de décision, que ce soit au niveau des opérations, à celui du pilotage ou à celui de la stratégie. Cet outil est utilisé par des individus (usage, acceptation, appropriation, structuration...), géré dans des organisations (pouvoir, structure, coordination, changement, performance...) et il transforme la société (légitimité, confiance, éthique, consensus, biens communs, marchés...). Les questions pratiques concernent par exemple le travail (évaluation, collaboratif, intelligence artificielle...), le contrôle (alignement stratégique, risques, qualité, audit...) ou les marchés (normalisation, brevets, open source, développement durable...).

c) Le SI est un langage de représentation (définition sociocognitive)

«Un système d'information est un système d'interactions sociales, destiné à créer, échanger et interpréter des significations» (Hirschheim, Klein et Lyytinen, 1995); «Un système d'information est un ensemble d'acteurs sociaux qui mémorisent et transforment des représentations via des technologies de l'information et des modes opératoires» (Reix et Rowe, 2002).

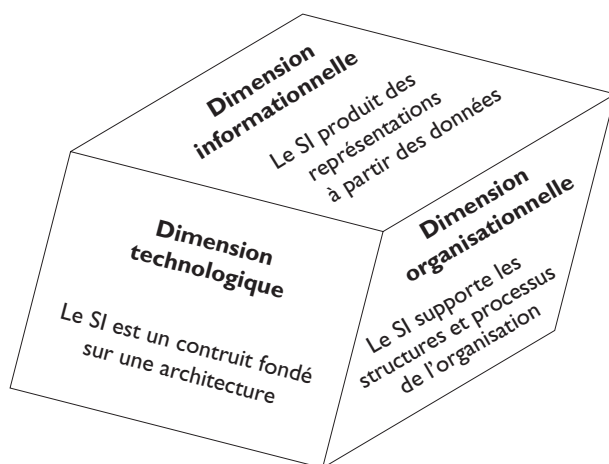
Ici le SI est d'abord vu comme un **langage**, de transmission des données, de représentation des informations et de gestion des connaissances. C'est une interface entre un environnement interne de projets (savoirs, identité, feed-back, échange, apprentissage...) et un environnement externe de contextes possibles. Le SI mémorise, transforme et communique des représentations individuelles et collectives (modèles, images, habitus, culture, sens, connaissances...), via des technologies et des modes de travail (canal, codage, richesse des médias...). Les questions pratiques concernent par exemple la standardisation, l'interopérabilité, les ontologies, le multimédia, le Web sémantique, les communautés de pratiques, les agents intelligents, les réseaux socionumériques...

Conclusion

Cette rapide analyse préalable de la définition du concept de SI montre que plusieurs perspectives sont à prendre en compte pour comprendre ce qu'est réellement un système d'information. Tout d'abord, vision sans doute la plus immédiate, un système d'information est un système qui manipule et produit de l'information à partir de **données** (un tableau de bord, un ordre de réparation...), ensuite, c'est un système qui utilise des technologies de l'information au sein d'une **architecture** (des ordinateurs, des réseaux, des logiciels) et, enfin, c'est un système qui supporte le **processus** et la structure d'une organisation (liens étroits entre les processus de travail et le système d'information).

C'est pourquoi, pour mieux cerner le contenu de la notion de système d'information, nous devons le considérer comme un **système multidimensionnel**, susceptible d'être caractérisé selon trois dimensions principales : une dimension **informationnelle** construite à partir de données et fournissant des représentations, une dimension **technologique** caractérisée par une architecture, une dimension **organisationnelle** supportant des processus et des structures.

Figure 2. Le système d'information, un système multidimensionnel



Ces trois dimensions feront l'objet, respectivement, des trois sections suivantes. Si l'on considère que l'architecture d'un objet est la structure de l'objet conçu, on réalise ainsi que tout système d'information (Markus, 2000; de Corbière et Rowe, 2013) peut être conceptuellement décrit par des types de **données** (par exemple, privées vs publiques, textes vs images, mises à jour vs historisées, personnelles vs professionnelles...), des types d'**architectures** (par exemple, bases de données centralisées pour les ERP vs connectées pour l'EAI, relations *one-to-one* pour l'EDI vs *many-to-many* pour les places de marché...), des types de **processus** (par exemple, flux parallèles vs séquentiels, bouclés vs linéaires, supervisés vs autonomes, planifiés vs agiles...).

Les encadrés nombreux dans la suite de cet ouvrage croiseront les problématiques actuelles avec une ou plusieurs de ces trois dimensions.

2. La dimension informationnelle du SI

La vocation première du système d'information est de fournir de l'information à des utilisateurs. Cette information, pour être utilisable par l'être humain, doit être matérialisée sous forme de signaux accessibles à nos sens (la vue et l'ouïe, principalement). Cela

conduit à construire des *représentations*, des «*images*» qui vont être utilisées par les acteurs dans leur processus de travail. Bien entendu, la qualité de ces représentations est susceptible d'influer de manière importante sur le comportement de leur utilisateur; c'est pourquoi, après avoir défini la notion de *représentation* (2.1), nous préciserons ce qu'il faut entendre par *pertinence* d'une représentation (2.2).

2.1 La notion de représentation par des modèles

Le concept de «représentation» est loin d'être stable au niveau théorique. En psychologie, une «représentation mentale» désigne une structure mentale construite par un sujet, sur la base d'opérations cognitives appliquées à un discours ou à une situation particulière : on parle de mythes, d'idées, de pensées... Ce qui nous intéresse ici, dans une approche plus sociologique, ce sont les représentations proches de connaissances plus stabilisées : des modèles, des énoncés, des paradigmes, des visions du monde... On peut dire avec J.-C. Abric (2001) que «la représentation est un système de prédécodage de la réalité, car elle détermine un ensemble d'anticipations et d'entente».

- a. Certes le réel est toujours perçu. Mais dans nos activités professionnelles, nous travaillons en plus en utilisant souvent de l'information qui a déjà été recueillie par d'autres puis matérialisée sur un support (papier, écran) : un comptable enregistre des opérations à partir de pièces comptables ou de relevés de temps, éléments du modèle comptable, et non à partir d'une observation directe. Ces supports, sur lesquels apparaissent des signes, des signaux, sont déjà issus d'une représentation du monde réel, d'un modèle. **Une représentation est une image du monde réel donnée par un modèle**; cette image est composée de signaux pouvant être perçus par nos sens.

Exemple

Une photographie, un dessin ou une peinture constituent une représentation d'une personne; mais l'enregistrement sur support numérique qui décrit cette personne dans le fichier Personnel de l'entreprise en constitue une autre; et son curriculum vitae présenté sur deux pages en est une troisième représentation. Pour une entreprise un bilan et un compte de résultat sont des représentations possibles; une photographie aérienne de ses installations en est une autre, les pages de son site Internet en constituent une troisième.

Ces exemples nous permettent de mettre en évidence les caractéristiques essentielles de la notion de représentation par des modèles.

- b. **Une représentation est une «représentation de quelque chose»**. Selon les cas, ce qui est représenté peut être une personne physique (suivant le modèle client, fournisseur, salarié, CV...), un objet physique (par le modèle stock, vente, photo...), un événement (suivant le modèle commande, recrutement...) ou un concept abstrait (une statistique des parts de marché, un classement des universités...). Représenter signifie d'ailleurs, à l'origine, rendre présent, rendre sensible (ce qui rend obligatoire la représentation par le langage de toutes les abstractions que nous utilisons). Il est essentiel de bien distinguer le monde à représenter (que l'on désigne aussi par le monde «réel») et la représentation qui en est fournie : la

photographie n'est pas la personne, le bilan n'est pas l'entreprise, la carte n'est pas le territoire.

- c. **Une représentation est une « représentation pour quelque chose ».** Les représentations ne sont pas des « copies dormantes » du réel, elles sont créées dans une intention d'utilisation, pour assurer différentes fonctions :
- une fonction de **conservation** de l'information à laquelle on n'aura plus directement accès (on prend une photographie pour se souvenir du paysage que l'on vient de voir);
 - une fonction de **communication** qui permet l'échange d'informations entre individus par l'échange de représentations (un ordre de réparation permet la communication entre chef d'atelier et mécanicien, un message de commande EDI assure la communication avec le fournisseur de pièces détachées);
 - une fonction de **concrétisation** en rendant accessibles, par des modèles, des concepts non directement perçus par nos sens (la représentation par une carte géographique rend accessible à notre vue un territoire ne pouvant être perçu directement, le bilan rend possible une perception du patrimoine de l'entreprise).

On notera que, pour que la concrétisation permette une communication efficace, il est indispensable que les différents individus partagent des connaissances communes quant aux modèles, aux concepts et aux langages utilisés pour la représentation. Pour J. Rumbaugh (1997), « un modèle est une abstraction de quelque chose de réel qui permet de comprendre avant de construire ». Un modèle est donc à la fois descriptif et prescriptif, il est exprimé dans un langage de représentation, lequel peut être formel (syntaxe et sémantique totalement définies comme dans une ontologie) ou semi-formel (utilisant par exemple une convention graphique avec des « boîtes » et des flèches).

Dans les organisations où règne la division du travail, les activités de construction des représentations (et donc la création de données) sont en général séparées des activités utilisant l'information résultante. C'est pourquoi il est important de distinguer les problèmes relatifs à la construction des données (2.1.1) de ceux tenant à l'utilisation des informations (2.1.2).

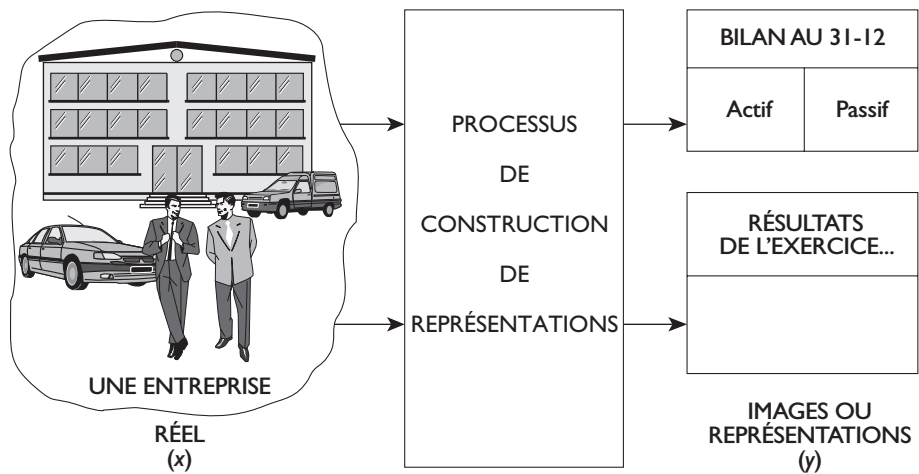
2.1.1 La construction des représentations et des « données »

Une représentation est construite par des individus au cours d'un processus. Selon les cas, ce processus est plus ou moins complexe : prendre la photographie de l'usine peut être très simple; élaborer une cartographie des connaissances ou, comme le montre la figure suivante, résumer la situation comptable d'une entreprise, supposent un langage et un savoir-faire spécifiques. De manière schématique, volontairement simplifiée, le problème consiste à passer du réel à représenter (x) à la représentation (y), vue comme un ensemble de signaux perceptibles. **Les données ne sont en fait jamais « données »**, au sens où elles ne sont jamais brutes : elles sont « **choisies** » à travers une représentation. Ainsi, on ne peut se satisfaire de l'accès à une masse de données toujours plus importante, les fameuses *big data*. Pour être éthique et intelligente, l'intelligence « artificielle » doit être construite et explicable, et les données d'entraînement soigneusement sélectionnées (cf. chapitre 2).

I. Du «réel» au symbole : la création de données

En entreprise, la source principale d'informations est constituée par des *données* (numériques, alphabétiques, multimédia) décrivant des objets ou des événements, considérés comme dignes d'intérêt car représentant une information potentielle pour les utilisateurs. La question essentielle est ici celle de la correspondance entre ce que l'on veut décrire (l'objet ou l'événement du monde réel) et les symboles utilisés pour le décrire (la représentation obtenue); il existe en effet des risques de biais pouvant compromettre gravement l'utilisation ultérieure de ces données.

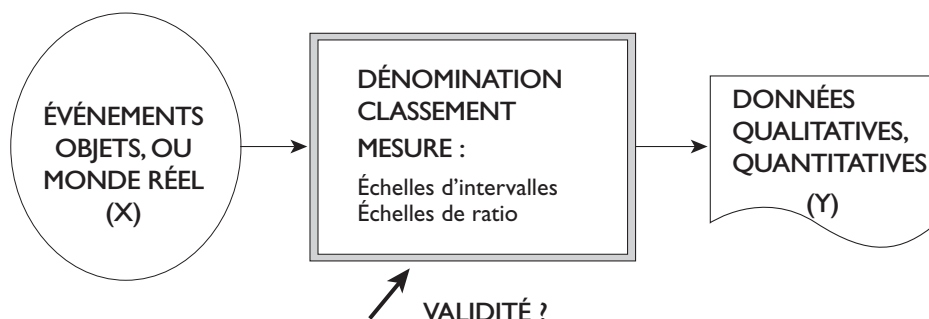
Figure 3. La construction de représentations



Ce passage de l'observation d'un signal à la donnée peut s'opérer selon au moins trois différentes modalités.

- La dénomination :** l'objet ou l'événement du monde réel se voit attribuer un nom et des propriétés permettant de reconnaître son existence et son appartenance éventuelle à une ou plusieurs classes. Toute erreur ou tout oubli lors de cette opération a des conséquences difficilement repérables par la suite (l'objet, ou l'événement, n'existe pas pour l'organisation!).
- Le classement, mesure ordinale :** cette opération permet de comparer le rang de plusieurs objets dans un groupe, sans que l'étendue de la différence soit mesurée quantitativement : classement d'employés selon leur compétence observée; mesure de la satisfaction des passagers d'une compagnie de transport par un questionnaire à questions fermées... La validité de la donnée dépend très directement de la façon dont sont définis les échelles et les intervalles.
- Les valeurs, mesure cardinale :** c'est le cas fréquent dans les systèmes de gestion où des représentations numériques peuvent être utilisées. Les opérations mathématiques et statistiques peuvent alors être effectuées sur les données. Même dans ce cas, *a priori* le plus favorable, les risques de distorsion ne sont pas nuls (problèmes posés par le choix d'unité, les conditions de mesure).

Figure 4. Problème de la construction des données



Remarques

1. Dans la pratique quotidienne des entreprises, on utilise des **représentations codifiées** pour les différents événements, objets et abstractions à représenter (langages de représentation formels ou semi-formels) : un client sera représenté par un certain nombre de données qui caractérisent chaque enregistrement du fichier client; la réparation à effectuer sur un véhicule sera traduite par un ordre de réparation indiquant la liste des opérations à exécuter; le règlement à demander au client sera explicité en une facture. Ces documents, messages, fichiers, bases de données... sont des ensembles de représentations prédéfinies, utilisées de manière répétitive dans les procédures de l'organisation; leur constitution obéit à des règles strictes et stables (contenu et présentation).

2. Mais ces représentations codifiées n'empêchent pas une **interprétation** construite par des individus : par une sélection (rétention?), par une définition (de certaines valeurs?) ou par une perte (plus ou moins volontaire?) de certaines données. De même que le photographe, le peintre ou le caricaturiste interprètent, à des degrés divers, la personnalité de l'individu à représenter, le comptable, dans le respect des règles légales, peut donner une représentation plus ou moins prudente de la situation de l'entreprise; l'expert qui rédige un rapport sur la situation du marché peut, en choisissant les termes utilisés et en mettant en évidence certains éléments plutôt que d'autres, aboutir à des conclusions plus ou moins optimistes quant aux possibilités de développement des ventes de l'entreprise.

Exemple

On souhaite présenter un tableau décrivant l'évolution des ventes d'un produit dans différentes régions pendant deux mois consécutifs. Pour la région A, la variation est de 50 unités (50 unités en janvier, 100 unités en février); pour la région B, la variation est de 500 unités (5 000 unités en janvier, 5 500 unités en février). On peut présenter le tableau des variations en utilisant une donnée en **valeur absolue** (50 pour A et 500 pour B) ou en **pourcentage** (100 % pour A et 10 % pour B). Fournit-on la « même information » au futur lecteur du tableau?

Sur un document comptable concernant un client, on lit : montant de notre créance : 25 652 euros; provision requise : 10 000 euros. La première donnée est relative à un **constat**, non contestable; la seconde est une **évaluation** du risque lié au règlement de la créance. Bien que ces nombres soient combinés ensemble, leur validité n'est sans doute pas de même niveau.

Ces deux exemples montrent que les risques de distorsion existent dans le processus de construction des données.

2. Les représentations et les risques de distorsion : des bruits et des biais probables

La construction des représentations suppose que soit définie une correspondance entre les éléments à représenter (le monde réel) et les signaux constitutifs de la représentation utilisée. La notion de **fonction d'information** permet de mieux comprendre certains problèmes liés aux bruits et biais probables dans les représentations.

D'une manière schématique, une fonction d'information exprime la relation entre les états du réel à représenter (x) et les signaux qui le représentent (y). Elle peut donc être décrite sous forme d'un tableau, où un « 1 » à l'intersection d'une ligne et d'une colonne signifie : « Si l'état du monde x_i **est réalisé**, alors le signal y_j **est perçu**. » Une telle représentation de la fonction d'information correspond à une fonction **sans bruit** : la relation entre l'état du monde à représenter et le signal est stable et non ambiguë (le signal apparaît ou n'apparaît pas). Un état du monde réel peut être ignoré (d'où l'inexistence de la valeur 1 sur certaines lignes : aucun signal n'est perçu). Un état du monde peut aussi être distingué par la présence simultanée de plusieurs signaux (d'où la présence possible de plusieurs 1 sur la même ligne).

		Signaux (y)					
		y	y_2	...	y_j	...	y_n
États du monde (x)	x_1	1	0	...	...	...	0
	x_2	0	1	...	...	...	1
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	x_j	0	0	...	1	...	1
	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
	x_n	0	1	...	0	...	1

Mais assez souvent, une fonction d'information peut comporter du **bruit**; ce bruit traduit des influences variées sur la production des signaux, qui ne représentent plus alors seulement l'état du monde qu'ils sont censés traduire mais également d'autres phénomènes.

La représentation de la fonction d'information peut alors être donnée par le même tableau, où les valeurs P_{ij} traduisent la **probabilité** d'apparition du signal y_j lorsque l'état du monde réel est x_i .

Exemple

Un exemple concret de fonction d'information pour une automobile ; on suppose que le moteur est caractérisé par deux états distincts : x_1 température normale de fonctionnement, x_2 température anormalement élevée. Le tableau de bord de cette automobile est équipé d'une lampe témoin qui reste éteinte quand le moteur est à l'état x_1 (lampe éteinte est le signal y_1) ; cette lampe s'allume lorsque la température moteur devient anormale (signal y_2). La fonction d'information sans bruit est donc la suivante :

$x \backslash y$	y_1	y_2
x_1	1	0
x_2	0	1

On peut supposer maintenant que, en raison d'anomalies techniques (lampe défectueuse, mauvais contacts), on ne peut exclure le fait que la lampe reste éteinte alors que le moteur est anormalement chaud ou, inversement, que la lampe s'allume alors que le moteur est dans son état normal. Cela signifierait par exemple que, lorsque le signal y_1 est reçu (lampe éteinte), la probabilité que le moteur soit dans son état normal est de 0,95 mais qu'il existe une probabilité de 0,05 que le moteur soit anormalement chaud. De même, lorsque la lampe s'allume (signal y_2), il existe une probabilité de 0,10 que le moteur soit dans son état normal. La fonction d'information avec bruit aurait alors la forme suivante :

$x \backslash y$	(éteint) y_1	(allumé) y_2
(normal) x_1	0,95	0,10
(chaud) x_2	0,05	0,90

L'exemple ci-dessus correspond à une représentation extrêmement simple, mais il met cependant en évidence les risques importants liés à l'introduction de **bruit dans la représentation** et donc l'intérêt pratique considérable de la qualité dans la **saisie des données**. Ces risques sont dus soit aux erreurs humaines (involontaires), soit aux limites des capteurs utilisés, soit à la volonté de certains acteurs de produire des représentations biaisées, soit à des erreurs lors du traitement de représentations existantes (sélection, calcul, communication) pour établir d'autres représentations.

Exemple

Lors de l'établissement de l'échéancier (nouvelle représentation), le comptable a omis l'enregistrement d'une facture (représentation existante) adressée par un fournisseur ; cela a eu pour conséquence la production d'un état erroné et des difficultés ultérieures avec le banquier de ce fournisseur.

Il est fondamental de bien comprendre que nous décidons, travaillons, jugeons, dans la plupart des cas, sur la base de représentations établies par d'autres personnes et non sur une perception directe, exhaustive et sans déformation du monde réel. La présence de biais ou de bruit peut avoir des conséquences considérables lors de l'utilisation d'informations non pertinentes.

2.1.2 L'utilisation des représentations : de la donnée à l'information, de l'information à la connaissance

Dans de nombreuses situations de notre vie quotidienne, nous décidons d'agir à partir de la perception directe, par nos sens, d'un signal jugé significatif (par exemple, en situation de conduite automobile, décision de s'arrêter quand le feu passe au rouge : le lien entre signal et action est direct). Dans la mesure où la perception du signal, son interprétation, son utilisation sont réalisées quasi simultanément par le même individu, la distinction entre « signal », « donnée », « information » et « connaissance » n'a que peu d'intérêt pratique.

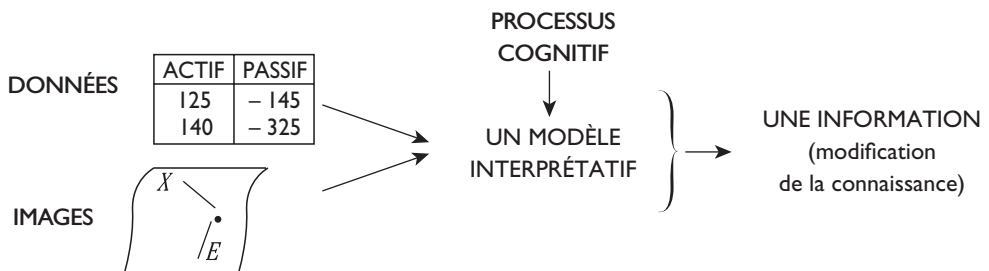
En revanche, dans les organisations où les activités de construction et d'utilisation des représentations sont très souvent séparées, il est nécessaire de comprendre comment nous utilisons les représentations pour améliorer nos connaissances, pour agir ; autrement dit, comprendre comment nous passons des signaux aux données (mesure), des données aux informations (interprétation), des informations aux connaissances (cognition) et quelles sont les conséquences attachées à ces processus d'interprétation.

1. *Signal, donnée, information, connaissance : le processus cognitif*

Pour les spécialistes de la psychologie cognitive, les processus cognitifs peuvent être définis à plusieurs niveaux (Rowe et Ziti, 2000) :

- un niveau infrasémantique, qui correspond à l'analyse du signal physique et à son codage sensoriel (par exemple, distinguer les caractères du fond de la feuille) ;
- un premier niveau sémantique correspondant à l'identification des objets physiques ou symboliques (les mots, les images) ;
- un deuxième niveau sémantique de traitement des significations et de l'élaboration des décisions d'actions : c'est le niveau de l'interprétation, où il y a intégration des significations, compte tenu des savoirs ou savoir-faire du sujet.

Figure 5. Des symboles à l'information



Passer du monde des signaux à celui des significations n'est pas automatique, mais se réalise par l'intermédiaire de processus spécifiques de **dénomination-mesure** (cf. paragraphe précédent) puis d'**interprétation** et d'**apprentissage**.

Exemple

L'annonce d'une baisse du taux d'intérêt directeur de la Banque centrale européenne constitue, pour un gestionnaire de portefeuilles, une information dans la mesure où il va réviser à la hausse la probabilité de voir monter le cours des actions à la Bourse de Paris.

L'arrivée, sur le bureau du responsable des achats, d'un tableau des commandes à livrer aux clients dans les trois mois à venir va le conduire à effectuer la réservation d'une certaine quantité d'un composant essentiel auprès de son fournisseur habituel.

Ces deux exemples montrent :

- tout d'abord que l'idée de donnée est liée à l'*utilisation* (des données pour «faire quelque chose»). Par exemple, dans le cas ci-dessus du responsable des achats, alors que le tableau des commandes à livrer peut contenir d'autres données importantes, seule la quantité du composant essentiel devant être disponible à une certaine date constituera pour lui l'«information» (on notera que l'obtention de cette information a pu conduire l'utilisateur à sélectionner des données, à effectuer des calculs, donc des opérations de traitement de données);
- ensuite, que le passage des données à l'information n'est possible que grâce à un *modèle interprétatif* propre au récepteur. Les données (mots, nombres, images, sons, etc.) constituent la matière première de l'information; elles deviennent de l'information par un processus d'interprétation qui leur attribue de la signification, du sens. On comprend facilement que ce qui constitue une information pour l'un ne constitue pas obligatoirement une information pour l'autre;
- enfin, que c'est l'existence d'une *connaissance* préalable qui a permis d'extraire l'information contenue dans les données et de les interpréter. Comprendre le sens de l'annonce de la baisse du taux directeur de la Banque centrale européenne suppose que le gestionnaire de portefeuilles maîtrise un modèle économique liant les variations du taux d'intérêt et celles du cours des actions. De la même manière, un cliché radiographique (image aux rayons X) est interprétable par un médecin qui possède les connaissances de référence (modèles anatomiques, modèles de maladie). Le passage des données à l'information est lié à la *connaissance*, apprise et maîtrisée par les individus.

Nous appellerons ici connaissance une croyance, une conviction **justifiée** qui accroît le potentiel d'une entité pour l'action. Cette entité peut être un individu mais ce peut être aussi un groupe d'individus ou une organisation. La connaissance apparaît donc comme de l'information qui a été traitée (dans le cerveau d'individus ou dans la mémoire d'une organisation) par un processus d'interprétation, de mémorisation, d'apprentissage; c'est ici un «stock» de connaissances maîtrisées par une entité (cf. chapitre 4).

Cette connaissance, à la fois individuelle et collective, est toujours relative à des actions (les expériences qu'a connues l'entité, son histoire) et à des schémas interprétatifs accumulés. Selon Harris (1994), la connaissance est constituée, pour l'essentiel, d'un ensemble de schémas : «le schéma est une structure cognitive dynamique concernant des concepts, des objets et des événements [...], utilisée pour re-cadrer et interpréter les données de manière efficiente. Les schémas guident la recherche pour l'acquisition de l'information, son traitement, et orientent le comportement en réponse à cette information; ils fournissent un système de connaissances prêtes à l'emploi».

Cette connaissance est composée de « programmes » ou schèmes (séquences d'action que l'on sait exécuter), associés à des « principes d'utilisation » et à des « modèles » (indiquant quand et comment utiliser ces schèmes ou programmes).

On verra qu'il y a lieu de distinguer deux formes de connaissance (nous reprendrons cet aspect important, de manière plus détaillée, dans le chapitre 4 consacré à la gestion des connaissances) :

- la **connaissance formalisée** ou **explicite**, qui peut se transmettre par le biais d'un discours, s'apprendre « dans les livres » (par exemple, apprendre les fondements de la comptabilité, apprendre à calculer une moyenne ou un écart-type, savoir décomposer un produit en ses composants) ;
- la **connaissance tacite**, qui ne se communique pas par le biais du discours mais qui va s'acquérir par la pratique ou la socialisation (par exemple, savoir nager, rouler à bicyclette, se comporter au travail...).

Bien entendu, ces deux formes de connaissance ne sont pas mutuellement exclusives et existent simultanément dans les différents schémas d'action.

Les mégadonnées, un nouvel eldorado ?

Les succès des « GAFA » (Google, Apple, Facebook, Amazon) comme de nombreuses start-up qui viennent contester des marchés traditionnels (Uber, BlaBlaCar, Airbnb...) semblent bien relever de modèles d'affaires fondés sur la maîtrise de données. L'engouement actuel pour le *big data* est en général justifié par les possibilités vertigineuses de nouvelles analyses, mais pour comprendre « comment » et « pour qui » cela permet une nouvelle création de valeur, il faut s'appuyer sur les distinctions entre signal, donnée, information et connaissance.

a) au niveau du signal, une création de valeur par les capteurs de données

Un signal doit être mesuré par un capteur avant de générer une donnée (thermomètre pour mesurer une chaleur, compte pour mesurer une activité financière, mots-clés pour mesurer un texte...). Dans l'évolution actuelle autour de la **saisie massive**, l'Internet des objets ouvre en particulier de nouvelles perspectives de valorisation : compteurs intelligents, terminaux mobiles, objets portables, lecteurs RFID... mais aussi traçabilité ADN dans l'agroalimentaire, nanotechnologies, surveillance des environnements sensibles ou stratégiques... L'innovation technologique nécessite ici des collaborations entre recherche et industrie (souvent dans le cadre de start-up) et une prise en compte des problèmes de sécurité et de confidentialité.

b) au niveau de la « donnée brute », une création de valeur par l'échange de données

Une donnée n'est jamais « brute », puisqu'elle a toujours un contexte et qu'elle dépend du capteur (exemple : 39 °C est la donnée issue du thermomètre). Ce sont les évolutions actuelles au niveau du **stockage massif** qui permettent d'envisager la donnée comme une « matière première » pouvant donc donner lieu à une monétisation sur un véritable marché des données. Les capacités techniques nécessaires (*data center*) sont ici l'apanage de grandes sociétés (*big data* = *big business*) ou de nouveaux intermédiaires (courtiers en données, *data brokers*), mais une création de valeur par le partage peut s'étendre avec l'*open data* (qui ne se restreint pas strictement au domaine public).

c) au niveau de l'information, une création de valeur par le croisement de données

Une information résulte de la représentation que l'on se fait d'une donnée (dans l'exemple : 39 °C semble très anormal pour la température d'une personne). Ce sont les évolutions actuelles au niveau de **l'analyse massive** qui permettent une création de valeur par de nouvelles représentations : par des croisements complexes (nouvelles méthodes statistiques de recherche de régularité ou de singularité) et par une grande variété de données complexes et hétérogènes (*Web mining, text mining, image mining*, données historisées, géolocalisées, en temps réel...). Les capacités sont ici très liées à la maîtrise des outils : bases de données NoSQL, traitements en parallèle sur des calculateurs en grappes, représentations cartographiques SIG... Profiler, localiser, prédire : la création de valeur dépend donc de « pionniers » que l'on trouve aussi bien dans les laboratoires de multinationales, dans de petites structures au sein des entreprises, que dans des collectifs au sein d'écosystèmes sectoriels ou territoriaux.

d) au niveau des connaissances, une création de valeur par de nouveaux usages des données

Une connaissance est à la fois tacite et explicite, individuelle et collective, toujours liée à l'action et à l'apprentissage (dans l'exemple : 39 °C n'implique pas un appel au SAMU, si j'ai reconnu, par mon expérience et mes connaissances, une poussée dentaire chez mon jeune enfant). Au niveau des connaissances, les nouveaux usages et apprentissages liés aux données massives vont notamment concerner les objets connectés (traçabilité, domotique, e-santé, énergies, robotique...) et les données partagées en ligne (transport, hôtellerie, commerce, banque, assurance, recrutement...). Et ces apprentissages nécessaires renouvellent aussi bien les questions éthiques (données personnelles, surveillance, droits de propriété...) que les questions techniques (nouvelles standardisations nécessaires : Hadoop, Ipv6...) ou stratégiques (quelle sera la place de ces « nouveaux barbares » qui utilisent leurs plateformes pour offrir de nouveaux services en contournant les barrières à l'entrée, les coûts salariaux et les fiscalités ?).

2. Les différents processus cognitifs : des conséquences majeures

La distinction entre données, informations et connaissances, ainsi que la reconnaissance de l'existence de processus cognitifs, a de fortes conséquences sur plusieurs plans.

- a. **Le caractère relatif de la notion d'information.** Ce qui est information pour l'un n'est pas obligatoirement information pour l'autre ; tout dépend des connaissances maîtrisées par chacun. Les différents exemples cités ci-dessus le montrent. Il faut cependant noter que, très souvent, l'existence de connaissances communes partagées par plusieurs individus permet d'attribuer à un ensemble de données la même signification : l'information ainsi partagée a un caractère relativement général (ainsi, l'annonce d'une hausse du prix du baril de pétrole est comprise par tous les automobilistes comme devant entraîner rapidement une hausse du prix du carburant payé à la pompe). Inversement, en raison des différences de connaissances, les mêmes ensembles de données (et les mêmes représentations) peuvent conduire à des interprétations différentes (par exemple, les résultats

annuels publiés par une société cotée ne seront sans doute pas interprétés de la même manière par un analyste financier et par un actionnaire peu au fait de l'activité réelle de l'entreprise).

- b. **La manière d'utiliser les représentations varie selon les individus.** Selon Rowe et Ziti (2000), on caractérise les différences de comportement des individus au cours du processus cognitif par la notion de **style cognitif**. C'est une dimension qui permet de distinguer la façon dont les individus appréhendent, organisent et traitent l'information. Par exemple, on distinguera des managers préceptifs ou réceptifs (selon qu'ils collectent les informations d'après un modèle préconçu ou non), des « réflexifs » ou des « impulsifs » (ces derniers souvent tentés de suivre une idée en négligeant des éléments d'information), des « systématiques » ou des « intuitifs ». Il existe une quarantaine de styles classés en plusieurs catégories. Une des dimensions les plus importantes est la notion d'**indépendance à l'égard du champ** qui « permet de distinguer les individus selon leur capacité à percevoir un élément séparé de son contexte et à adopter une attitude analytique dans la résolution des problèmes » (Rowe et Ziti, p. 39). Dans beaucoup de situations de résolution de problèmes, l'adoption d'une attitude analytique (indépendance à l'égard du champ) se révèle avantageuse. L'existence de différents styles cognitifs montre l'intérêt que l'on peut avoir à trouver des formes de représentation bien adaptées aux caractéristiques de l'utilisateur ; l'aide apportée par les systèmes d'information doit chercher à correspondre au style cognitif d'un utilisateur : il n'y a pas de solution optimale universelle.
- c. **L'aspect récursif de la définition des données.** Malgré son nom, la « donnée » n'est pas donnée de manière automatique, spontanée, elle découle d'un processus de choix, de construction. Si, pour décrire une entité dans un modèle, certaines caractéristiques sont retenues, c'est qu'il existe des utilisateurs de données capables de leur attribuer du sens, c'est-à-dire disposant de connaissances permettant de les interpréter :
- le médecin demande la mesure d'un certain nombre de paramètres : température, tension artérielle, taux de cholestérol... qu'il peut utiliser dans son modèle de diagnostic (processus d'interprétation) ;
 - le banquier demande à l'entreprise sollicitant un crédit un certain nombre de données relatives à ses résultats, son patrimoine, l'état de ses dettes... pour formuler un jugement sur son aptitude à rembourser le crédit demandé : ces données sont des variables de son modèle de définition de la solvabilité.

Dans une certaine mesure, ce sont les connaissances des utilisateurs qui déterminent le choix des données ; la donnée n'existe que si elle est destinée à s'intégrer dans un traitement apportant de l'information. On prête cette phrase à A. Einstein : « c'est la théorie qui décide de ce que nous sommes en mesure d'observer ».

- d. **Le processus d'interprétation est soumis à des risques de biais.** Il est assez commun d'observer des interprétations différentes des mêmes ensembles de données. Ces différences peuvent s'expliquer, comme nous l'avons indiqué ci-dessus, par des différences de niveau de connaissances ou des différences de style cognitif. Elles peuvent s'expliquer également par des dysfonctionnements

dans le déroulement du processus cognitif, par l'existence de **biais** de différentes natures :

- tendance de l'utilisateur à retenir les informations confortant un modèle connu au détriment de celles révélant un changement. En particulier, on observe assez souvent que le décideur se fait une première idée sur la solution à partir de quelques données et qu'il sélectionne, de manière peu consciente, les données qui confortent ce premier jugement en négligeant celles qui pourraient éventuellement le contester;
- tendance à privilégier les informations quantitatives au détriment des informations qualitatives, ou les premières informations fournies par rapport aux suivantes;
- tendance à privilégier l'information concrète issue d'un cas, au détriment d'une information d'ordre statistique, calculée sur un échantillon plus large mais plus abstraite;
- tendance à attribuer à certains événements une probabilité plus élevée parce qu'ils sont en fait souhaités.

Les conséquences importantes en matière de management seront développées dans le chapitre 4, mais toutes ces remarques suffisent à montrer : 1) que l'être humain a des limites dans ses capacités à utiliser l'information pour résoudre un problème; 2) que la définition du système d'information proposée ci-dessus, comme englobant l'acteur dans un système qui mémorise et transforme des représentations, est justifiée lorsqu'on cherche à évaluer la performance d'un système « en usage ».

2.2 Les représentations et les informations pertinentes

Après avoir défini et décrit les principaux déterminants de la pertinence d'une représentation (2.2.1), nous montrerons comment la notion de valeur de l'information peut être prise en compte dans la recherche de cette pertinence (2.2.2).

2.2.1 Les déterminants d'une représentation pertinente

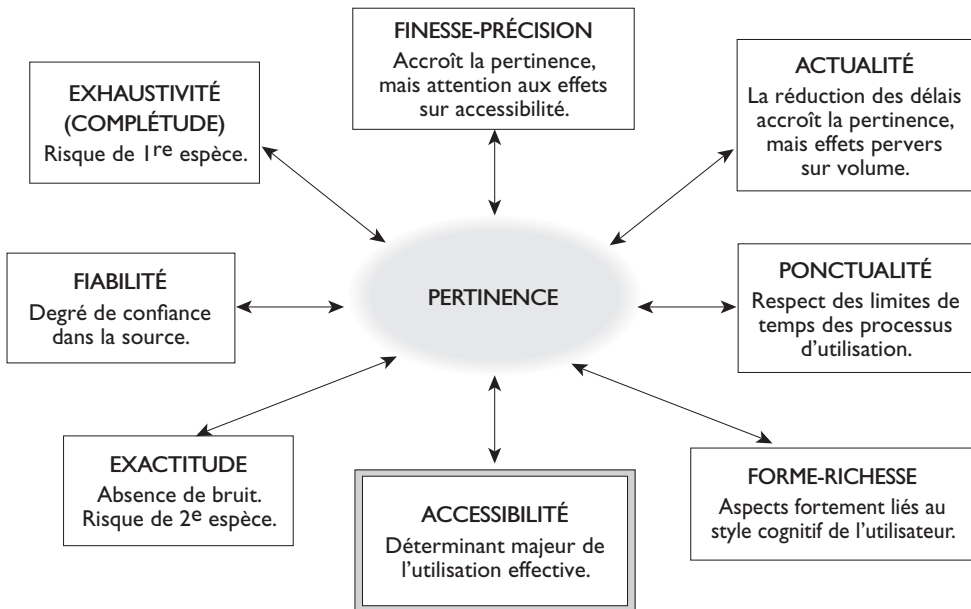
La notion de pertinence est directement liée à l'utilisation de l'information : est pertinent ce qui « convient », ce qui « est approprié à une action ». Une représentation sera pertinente si elle répond aux desseins de son utilisateur. La pertinence est donc une qualité relative à un utilisateur et à un contexte d'utilisation.

Si on applique la notion de pertinence au contexte de la prise de décision (*cf.* chapitre 2), on peut dire ici :

- est pertinente l'information qui permettrait de prendre la « bonne » décision (cela suppose que l'on soit capable de définir ce que l'on entend par « bonne » décision : par optimisation, par satisfaction ou par mimétisme);
- est pertinente la représentation qui permettrait un « bon » déroulement du processus de décision (cela suppose notamment qu'on puisse revenir, aussi souvent que nécessaire, à la phase d'intelligence du problème).

Ces deux remarques permettent de repérer les huit déterminants majeurs de la pertinence des représentations : leur caractère exhaustif ou non, l'absence de bruit, le degré de finesse, la ponctualité, l'actualité, la fiabilité, la richesse, et bien sûr leur accessibilité.

Figure 6. Les déterminants majeurs de la pertinence des représentations



1. Exhaustivité des représentations

Tout utilisateur aimerait disposer d'une information « complète », c'est-à-dire de représentations traduisant tous les événements ou tous les changements d'états significatifs dans le domaine concerné. Cela permettrait une meilleure identification des problèmes, une modélisation plus précise et un processus de choix prenant en compte l'ensemble des alternatives utilisables. Mais en pratique, l'exhaustivité des représentations n'est bien sûr jamais atteinte (*cf.* chapitre 2) et certains événements importants peuvent ne pas être retenus par la fonction d'information :

Exemple

Dans un atelier de fabrication, les appareils de contrôle utilisés ne permettent pas de repérer, dans tous les cas, des « microfissures » dans les structures métalliques. Certaines pièces, mauvaises, sont acceptées comme bonnes en raison des limites de l'appareillage de mesure.

Dans un rapport sur les ventes du mois écoulé, la directrice commerciale d'une entreprise n'a pas signalé le fait que deux clients importants n'avaient pas renouvelé leurs commandes. Il s'agit sans doute d'un événement significatif qui n'a pas été pris en compte ; il aurait sans doute entraîné une vision différente de la situation.

2. Exactitude, absence de bruit

La notion de bruit a été définie dans le paragraphe précédent. Beaucoup de représentations utilisables dans les systèmes de gestion font considérer comme événements significatifs des variations en fait aléatoires dues aux imperfections de la fonction d'information :

Exemple

En reprenant l'exemple de l'atelier de fabrication cité ci-dessus, on observe qu'un mauvais fonctionnement de l'appareil de contrôle peut entraîner le rejet, à tort, de pièces considérées comme impropres alors qu'elles sont bonnes.

La comparaison des résultats de deux exercices d'une entreprise peut être faussée s'il y a eu un changement de méthodes comptables dans l'intervalle. Le changement apparent (au bilan, dans le compte de résultat) ne découle pas d'un changement de la situation réelle mais est lié à la fonction d'information.

3. Précision, degré de finesse

La représentation utilisée peut être plus ou moins précise, plus ou moins fine. La finesse de la représentation traduit le « pouvoir séparateur » de la fonction d'information, son aptitude à considérer comme distincts deux événements ou deux états faiblement différents. Cette aptitude est fondamentale dans certains domaines (sciences physiques, astronomie, médecine) où les progrès de la modélisation sont souvent dépendants du degré de précision de la mesure. En matière de gestion, cet impératif est souvent moins strict et les problèmes découlant d'un excès de finesse sont aussi à considérer. Sur le plan strict de l'informativité (connaissance apportée par la représentation), une représentation plus fine est certes au moins aussi informative qu'une représentation moins fine du même phénomène. Toutefois, la pertinence ne s'accroît pas obligatoirement avec le degré de finesse de la représentation. Celui-ci correspond au niveau de détail, à l'intervalle de variation inclus dans la représentation (c'est pourquoi les tableaux de bord intègrent des fonctions zoom ou *drill-down*, cf. chapitre 2) :

Exemple

Une carte géographique constitue une représentation du terrain. Une carte au 1/500 000 ne représentera pas les mêmes détails qu'une carte au 1/25 000 utilisée.

4. Ponctualité

Le processus d'utilisation de l'information est un processus dynamique, qui s'inscrit dans des contraintes de temps ; il concerne généralement des phénomènes évolutifs. Ces deux raisons imposent des contraintes particulières aux représentations, tant pour leur production que pour leur utilisation. Tout d'abord, pour être utilisée, une représentation des données doit être disponible dans un intervalle de temps limité ; la phase de choix dans le processus de décision limite cet intervalle utile. Après ce choix, l'information additionnelle n'a plus d'intérêt que pour l'implémentation de la solution adoptée :

Exemple

Une entreprise doit répondre à un appel d'offres avant le 15 mai. Toute information permettant d'améliorer sa proposition lui parvenant au-delà de cette date ne présente qu'un intérêt limité, lui-même conditionné à l'obtention de l'appel d'offres.

5. Actualité

Lorsque les données décrivent des situations évolutives, la qualité de la représentation obtenue est fonction de son délai d'obtention. Le caractère d'**actualité** de la représentation est un facteur essentiel de sa pertinence. Cette qualité d'actualité découle directement de deux éléments : le *délai* de production de la représentation (le temps pour saisir des données, les mettre en forme, les communiquer) et la *fréquence d'observation* du phénomène évolutif (l'information est recueillie et traitée à des intervalles plus ou moins rapprochés). Fréquence et délai ne sont pas indépendants ; en particulier on n'accroît pas l'actualité de la représentation en accroissant la fréquence d'observation sans tenir compte du délai de production de l'information. La pertinence diminue généralement avec l'âge de l'information :

Exemple

Lors du lancement d'un nouveau produit, il peut être important de prendre des décisions rapides concernant le prix de vente, la politique de communication. Si les données nécessaires sont connues avec plusieurs semaines de retard, on peut avoir une image totalement faussée de l'évolution des ventes et prendre des décisions non appropriées. Si la situation comptable d'un client est connue avec beaucoup de retard, il est possible que le service commercial continue à accepter ses commandes, alors que la dégradation de sa situation financière imposerait de ne plus lui faire crédit.

6. Fiabilité, confiance

La fiabilité perçue de l'information est très souvent liée à sa source. Lorsqu'une information est communiquée par d'autres personnes, la vraisemblance attribuée dépend du jugement que l'on porte sur l'émetteur. Ainsi, si l'on reçoit une information d'une source que l'on connaît déjà, qui a fourni dans le passé des informations qui se sont révélées exactes par la suite, on lui attribue un coefficient de vraisemblance plus élevé qu'à celle provenant d'une source nouvelle ou moins réputée. (Voir, dans la presse, l'expression : « selon une source généralement bien informée ».) Le manque de confiance dans une information conduit habituellement à lui attribuer une pondération plus faible dans l'espace de représentation du problème :

Exemple

En raison de la suppression du rôle des *community managers* et des modérateurs, l'information dans les réseaux sociaux se trouve vite confrontée à un problème de crédibilité de la source : qui a écrit cette page, un « expert », un scientifique ou un étudiant ?

7. Forme et richesse de la représentation

Les signaux constitutifs de la représentation peuvent être de différentes natures : données sous forme numérique ou alphabétique, dessins ou images fixes, sons, vidéos... La richesse de la représentation, son aptitude à traduire les aspects du réel, dépend du nombre et de la variété des signaux simultanément fournis à nos organes sensoriels (cf. chapitre 3) : une vidéo est *a priori* plus riche qu'une photographie, une perception directe est *a priori* plus riche qu'une vidéo.

En se limitant aux domaines classiques des systèmes de gestion, de nombreux travaux ont tenté de mettre en évidence des relations générales entre la forme de la représentation utilisée et la qualité du processus de décision (pertinence et vitesse de décision en particulier).

Il n'est pas possible de définir, de manière générale, la « meilleure forme » d'une représentation. La pertinence formelle dépend des conditions d'utilisation et des caractéristiques du décideur, en particulier de son style cognitif (cf. 2.1.2). Indépendamment de ces caractéristiques on peut dire que l'information présentée sous forme de graphiques est plus rapidement perçue dans sa globalité que l'information présentée sous forme de tableaux (en règle générale, « un bon dessin vaut mieux qu'un long discours »). Par ailleurs, les risques de perception erronée sont plus grands lors de l'utilisation de graphiques que lors du recours aux tableaux de chiffres (forte sensibilité au choix des échelles dans les graphiques).

8. Accessibilité des données

Dernier critère, mais bien sûr primordial : les données doivent être accessibles. La notion d'accessibilité fait intervenir des questions d'espace (où se trouve l'information ?), de temps (combien de temps faut-il pour trouver l'information ?) mais aussi de difficultés dans le processus de recherche (quelles sont les opérations nécessaires pour extraire l'information recherchée ?).

L'accessibilité est une qualité de l'information déterminante pour son utilisation : une donnée sera souvent préférée à une autre, moins en raison de sa fiabilité, de son exactitude, de son actualité... qu'en raison de son accessibilité. C'est donc en fonction de l'accessibilité que l'on doit alors reconsidérer les problèmes de finesse, d'actualité et de forme : la forme des données, son support, le langage utilisé rendent en effet l'accès plus ou moins facile.

Un des aspects particulièrement importants de l'accessibilité est lié au **volume** des données fournies à l'utilisateur. Augmenter ce volume n'accroît pas systématiquement la pertinence de l'information ; au contraire, au-delà d'un certain seuil, nous nous heurtons à nos capacités limitées de traitement des données (cf. chapitre 2) : les difficultés de sélection accrues au sein d'un ensemble plus vaste diminuent l'accessibilité aux données véritablement utiles. Dans certains cas, « plus de données, c'est moins d'information » :

Exemple

L'accès au Web par les moteurs de recherche, les flux RSS, les messageries instantanées, les médias sociaux... sont bien sûr « faciles d'accès », mais peuvent souvent entraîner une surcharge informationnelle.

Une discussion avec un ingénieur sur un incident de fabrication pourra être considérée comme une information plus accessible qu'un rapport écrit sur cet incident stocké dans une base de documents.

Doit-on adresser un rapport d'étude détaillé en cinquante pages ou un rapport résumé en deux pages, si l'on veut que ses propositions soient retenues par un directeur fortement sollicité ?

Systèmes d'information comptable : un dilemme entre représentation pertinente et image fidèle ?

Le plan comptable définit la comptabilité comme un système d'organisation de l'information financière permettant :

- de saisir, classer, enregistrer les données de base chiffrées ;
- de fournir, après traitement, un ensemble d'informations conforme aux besoins de divers utilisateurs, en particulier des documents de synthèse (bilan et compte de résultat).

Dans la mesure où les utilisateurs et les utilisations de l'information comptable ne sont pas définis avec précision, le plan comptable n'utilise pas l'expression de « représentation pertinente » mais le concept d'« **image fidèle** ».

Malheureusement, ce concept n'a pas fait l'objet d'une définition rigoureuse. Le plan comptable précise simplement que « les documents de synthèse doivent, en toutes circonstances, donner une image fidèle du patrimoine, de la situation financière ainsi que des résultats de l'entreprise ». Quelques principes généraux sont énoncés ; leur respect doit permettre d'améliorer le degré de fidélité de l'image comptable :

- prudence (appréciation non optimiste) ;
- régularité (respect des règles) ;
- sincérité (application de bonne foi de l'esprit des règles) ;
- permanence (utiliser toujours les mêmes règles comptables ou, au minimum, signaler le changement).

En définitive, l'application de ces principes garantit une certaine stabilité des conventions qui sont à la base des représentations comptables ; elles en garantissent surtout la fiabilité (fiabilité renforcée éventuellement par l'intervention des commissaires aux comptes).

En revanche, il n'est pas possible de qualifier, d'une manière générale, la **pertinence** des informations comptables ; celle-ci dépend de l'utilisation envisagée (par exemple, pour une décision d'octroi de crédit ? pour la signature d'un contrat de partenariat ? pour la souscription à une augmentation de capital ? pour l'acceptation d'un plan de licenciement ?).

Il est évident que, selon les cas, les représentations comptables « fidèles » seront mal adaptées à la résolution du problème de l'utilisateur et qu'il y aura lieu de retraiter les données comptables ou le plus souvent de rechercher des données plus « pertinentes » :

- les règles financières se sont imposées pour l'évaluation des sociétés cotées : la valeur d'un actif ne dépend plus de son prix « historique » compte tenu de différents amortissements, mais de son évaluation sur les marchés financiers ;
- les tableaux de bord uniquement financiers sont supplantés par des tableaux de bord prospectifs ou stratégiques qui intègrent de nombreuses données que la représentation comptable ignore.

2.2.2 La recherche d'une représentation pertinente : la valeur de l'information

La valeur d'une information est liée à sa pertinence générale, comme nous venons de le voir, mais aussi à son rôle dans le processus de décision et au coût engagé pour l'obtenir.

1. La valeur de l'information, suivant les trois niveaux d'utilisation

D'une manière très générale, et si l'on reprend l'ensemble des déterminants de la pertinence (figure 6), on peut indiquer que :

- la valeur de l'information s'accroît avec son actualité, son exhaustivité, son exactitude, sa fiabilité ;
- la valeur de l'information peut s'accroître avec la finesse jusqu'à un certain seuil (au-delà, elle peut décroître par effet de volume) ;
- la valeur de l'information diminue au cours du temps et atteint une valeur nulle à la date limite d'utilisation ;
- la valeur de l'information est liée à sa forme, par une relation subjective, contingente à l'utilisateur et au contexte.

D'une façon plus précise, la valeur d'une information dépend en fait de son rôle à chaque phase d'un processus de décision : « Dois-je choisir maintenant avec l'information disponible ? Dois-je rechercher des représentations plus pertinentes ? Dois-je redéfinir le problème ? » L'information peut en effet apporter une surprise intéressante (une différence qui était improbable, une dissonance), ou elle peut être utile (pour atteindre un objectif), ou elle peut réduire une ambiguïté (pour partager du sens). Il faut alors, comme l'ont proposé J.-L. Le Moigne (1978) ou R. Escarpit (1976), décomposer le « problème informationnel » en trois niveaux.

- a. Le premier niveau est celui de la **communication**, vu comme un problème technique de transmission efficace d'un signal à travers un canal. La théorie sur la mesure de l'information (cf. chapitre 3) évalue ainsi la « quantité d'information » transitant dans un canal en fonction de la probabilité d'apparition des signes. Une information se définit alors comme une improbabilité (physique et quantitative) par rapport au bruit de fond aléatoire. C'est l'improbable, l'imprévu, l'écart, qui importe et qui donne ici de la valeur à l'information. Pour l'entreprise qui veut résister à des tendances naturelles d'immobilisme ou d'inertie, l'information devient une condition à la survie et à l'adaptation, en augmentant le nombre des états possibles (la variété) : un système d'information ne doit pas être un filtre des conflits ou des différences, l'information devant au contraire stimuler la curiosité et déstabiliser des comportements trop rigides. On dira que la valeur d'une information s'accroît avec son **improbabilité**.
- b. Le deuxième niveau est celui de l'**utilité**, vu comme un problème technique d'effectivité sur le récepteur par rapport au projet de l'émetteur d'information. Articulés autour du concept de feed-back, les schémas de la cybernétique (cf. chapitre 3) permettent ici une description des interrelations bouclées entre les différents sous-systèmes de l'entreprise : la finalité presque « biologique » du système est d'assurer sa capacité à se réguler, par feed-back, par alerte ou par anticipation

sur l'environnement. On dira que la valeur de l'information s'accroît quand elle porte sur un élément **essentiel** vis-à-vis du projet.

- c. Le troisième niveau est celui de la **signification**, vu comme un problème cognitif de compréhension, de précision avec laquelle le contenu des messages est interprété. La valeur de l'information tient ici à ses possibilités de réduire cette incertitude. Les récepteurs sont aussi des émetteurs, ils ne sont pas « informés »... mais ils s'informent, ils vont chercher des informations et ils redonnent une signification aux signaux qu'ils sélectionnent. Ici il n'y a donc pas de lien direct entre une information et ses effets sur le résultat. Mais avec la parole et le langage, imposant une réciprocité, l'information devient inséparable de l'apprentissage. On dira que la valeur de l'information s'accroît quand elle permet de s'accorder sur les significations, de **réduire l'ambiguïté**.

2. La valeur de l'information, suivant le coût pour l'obtenir

Pour une entreprise, l'obtention de données nécessite une observation, une récolte et une transmission des signaux, éventuellement un stockage. Ces différentes opérations entraînent des coûts, et le coût d'obtention est une fonction :

- souvent croissante du volume des signaux traités (et par conséquent fonction croissante du degré d'exhaustivité, de finesse des représentations, de la fréquence d'observation) ;
- souvent décroissante du délai d'obtention (réduire le délai entraîne des coûts additionnels).

La généralisation des technologies d'information a pratiquement supprimé (au moins de façon apparente) le lien entre le coût d'obtention et la distance des sources, comme le lien entre le coût d'obtention et les formes de présentation.

Au niveau d'un utilisateur, le coût d'obtention peut être lié à l'effort requis pour obtenir une information. Les concepts d'effort, d'effet et de pertinence sont caractérisés par les spécialistes des sciences cognitives. Ainsi D. Wilson et D. Sperber (1995) caractérisent-ils la notion comparative de pertinence à partir des notions d'**effet** et d'**effort** de la façon suivante :

- a. Toutes choses étant égales par ailleurs, **plus grand est l'effet cognitif produit** par le traitement d'une information donnée, **plus grande sera la pertinence** de cette information pour l'individu qui l'a traitée.
- b. Toutes choses étant égales par ailleurs, **plus grand est l'effort requis** pour le traitement d'une information donnée, **moins grande sera la pertinence** de cette information pour l'individu qui l'a traitée.

Dans une analyse plus économique, la valeur de l'information pose de redoutables problèmes, car l'information n'est pas un bien « comme les autres » : c'est un bien indivisible, non rival (ne se détruisant pas à l'usage) et largement non exclusif (reproductible à coût faible, voire nul). Il faut alors interpréter la valeur de l'information (cf. chapitre 2) :

- soit dans une modélisation sophistiquée, en termes de fonction de coût associée au parcours d'un réseau « bayésien » (l'arbre des probabilités conditionnelles) ;
- soit en matière de pouvoir, notamment fondé sur le concept d'asymétrie d'information et du coût de surveillance dans une relation entre un mandant et un agent mandataire.

3. La dimension technologique

La nature de la définition retenue proposée par Reix et Rowe permet de considérer comme « système d'information » des réalisations purement manuelles : la tenue manuelle de fiches comptables, la rédaction et la diffusion de circulaires administratives, la réunion de collaborateurs pour échanger des informations sont des exemples de processus organisés de collecte, traitement, communication de données effectués sans recourir aux technologies électroniques de l'information. Il n'y a donc pas lieu (comme malheureusement on peut l'observer) d'assimiler système d'information à « système informatique » et d'inclure obligatoirement un ordinateur dans les ressources utilisées pour la construction du système d'information. Cependant, force est de constater qu'historiquement la notion même de système d'information a émergé avec les premières utilisations des ordinateurs dans les entreprises et qu'aujourd'hui la très grande majorité des réalisations reposent sur les techniques électroniques de traitement de données.

La technologie peut être assimilée aux équipements, outils, dispositifs techniques mis en place en vue de permettre aux individus d'accomplir leur tâche. C'est l'application d'une technique à la conception et à la réalisation d'un produit ou d'un service ; elle se caractérise donc par le choix d'une technique de base et la définition d'une logique d'emploi. En ce sens, **la technologie effectivement utilisée est une construction** ; cela implique que des techniques identiques, des outils similaires, soient susceptibles d'usages différents au sein d'une même organisation ou d'organisations différentes. C'est pourquoi nous rappellerons tout d'abord les caractéristiques des techniques de base utilisées dans les systèmes d'information (3.1), pour présenter ensuite les aspects essentiels des processus de construction de la technologie (3.2).

3.1 Les bases de la technologie : composants et architectures

Les technologies de l'information utilisent des techniques permettant de saisir, stocker, traiter, communiquer des données sous forme de symboles variés (chiffres, textes, images fixes ou animées, sons). Cependant, derrière cette diversité l'information est toujours traitée électroniquement sous sa forme numérisée (suite de signaux codés 0 ou 1). C'est cette numérisation qui est à la source des propriétés essentielles des technologies de l'information utilisées actuellement et de leur impact sur les entreprises. Par extrapolation on parle d'entreprise numérique ! La numérisation concerne les composants essentiels (3.1.1) reliés et organisés au sein d'architectures de types différents (3.1.2).

3.1.1 Les composants technologiques essentiels

Les composants essentiels de l'architecture technique du système d'information sont des matériels informatiques (postes de travail, périphériques d'entrée/sortie des données et de stockage, serveurs) et de télécommunications (Smartphone, réseaux) et des logiciels.

I. Les matériels informatiques et de télécommunications

Les **postes de travail** sont équipés de processeurs et intègrent les périphériques d'entrée et de sortie par des écrans. La tendance est à l'intégration des matériels, mais, selon les besoins des utilisateurs et les capacités des architectures, certaines fonctions sont déportées dans des équipements périphériques ou dans des serveurs.

La structure générale d'un poste de travail pour un utilisateur comporte :

- les **dispositifs d'entrée** capables d'acquérir des données : ces dispositifs permettent d'entrer les données sous une forme adaptée au traitement ; citons (liste non exhaustive) les claviers, les caméras, les lecteurs d'étiquettes (codes-barres ou radio-fréquence RFID), les scanners (pour numériser des documents), les lecteurs de badges et de cartes magnétiques (lecteurs de cartes de crédit, par exemple), des capteurs spécialisés... Les développements techniques majeurs attendus correspondent à des dispositifs de reconnaissance vocale et de mouvements (innovations qui pourraient entraîner des bouleversements dans notre façon d'utiliser les postes de travail) ;
- les **dispositifs de sortie** permettant d'extraire des données sous une forme communicable à l'homme ; citons (liste non exhaustive) les écrans (cathodiques, à diodes, à plasma), les imprimantes (« jet d'encre », « laser », traceurs), les dispositifs de réponse vocale (utilisés, par exemple, dans des automates de distribution), les casques (pour les applications de réalité virtuelle)... ;
- les **dispositifs de stockage** susceptibles de conserver, sous une forme accessible, de grandes quantités de données. Les dispositifs les plus utilisés sont les disques magnétiques (disques « durs » de différents formats), les disques optiques (vidéodisques), les clés USB... Ces dispositifs sont souvent appelés unités de mémoire auxiliaires ;
- une **unité centrale**, avec plusieurs cartes électroniques (carte mère, carte vidéo, carte mémoire...) comprenant des microprocesseurs capables de lire les instructions d'un programme (voir ci-après) et de donner des ordres aux autres organes qui fonctionnent sous leur contrôle.

Les **serveurs** sont des ordinateurs équipés de multiprocesseurs permettant de stocker les données et d'exécuter des traitements. Notons qu'un poste de travail peut être utilisé comme serveur. Les capacités de stockage des serveurs sont presque sans limites (dans les *data centers*) et des traitements en parallèle peuvent s'exécuter sur des supercalculateurs en grappes (les *clusters*).

Les **réseaux** permettent la diffusion des données et la communication entre stations de travail et serveurs. On trouve ainsi des réseaux :

- **locaux** : utilisés à l'intérieur d'un site, reliant différents matériels proches les uns des autres (quelques centaines de mètres, par exemple les réseaux WiFi) ;
- **privés ou à usage privé** : pour relier différents établissements éventuellement très éloignés. Ces réseaux peuvent transporter la voix et les données ; ils sont à usage exclusif d'une entreprise ou d'un secteur (par exemple le réseau SWIFT pour les banques) ;
- **publics, nationaux et internationaux** : le réseau téléphonique est le prototype de ce type de réseau. Aujourd'hui c'est le réseau Internet qui représente l'ossature mondiale des communications. Notons que le réseau Internet permet l'organisation de réseaux privés (sous VPN, *Virtual Private Network*).

La période récente a vu le développement explosif des technologies permettant de communiquer et traiter l'information en situation de mobilité. Pouvant être utilisé à n'importe quel moment et dans n'importe quel lieu, capable de mémoriser des données, des images et des sons, permettant l'accès à certains services d'Internet et l'envoi de messages courts (SMS), le Smartphone et la tablette apparaissent désormais comme des composants indispensables du travail nomade et constituent l'emblème de la convergence des matériels informatiques et de télécommunications.

Remarque

Les terminaux ou automates spécialisés sont des matériels à vocation mixte, dont la tâche n'est pas seulement de traiter de l'information mais aussi de produire un bien ou un service. Citons des automates industriels, des distributeurs de billets... Ces composants sont de plus en plus répandus dans les entreprises aujourd'hui. Plus généralement dans la société, sans intervention humaine, les objets connectés échangent également des informations en mode M. to M. (Machine to Machine).

2. Les programmes enregistrés : les logiciels

L'une des caractéristiques les plus importantes des techniques électroniques de traitement des données est leur haut niveau d'automatisation obtenu par l'utilisation de programmes enregistrés. Le programme est un **ensemble d'instructions**, traduisant les tâches à effectuer par la machine, stocké, comme les données, en mémoire centrale. L'ensemble des programmes qu'un poste de travail peut utiliser constitue ses logiciels : **sans logiciel, une machine électronique de traitement de l'information est inutilisable**. On distingue :

- les logiciels de base, destinés au fonctionnement de la machine : système d'exploitation, communication homme-machine, utilitaires de tri ou d'édition, compilateurs de programmes, gestion des communications avec d'autres machines *via* des réseaux... ;
- les logiciels d'application, utilisés par un utilisateur particulier, qui comportent soit des logiciels outils (produits standards d'usage général tels que le navigateur Internet, le traitement de texte ou le tableur...), soit des logiciels spécifiques conçus en vue d'une application particulière (logiciel de statistiques, logiciel de gestion de commandes, logiciel de facturation...).

Malgré leur aspect peu visible aux yeux de l'utilisateur néophyte, les logiciels constituent un élément primordial de la construction technologique. Contrairement à d'autres automates, un ordinateur est une machine dont l'objectif n'est pas défini de manière précise lors de sa construction. C'est par l'intermédiaire du développement des logiciels que se réalise l'adaptation du traitement automatique aux besoins particuliers de chaque utilisateur. Cette très grande souplesse d'utilisation des ordinateurs permise par la technique du programme enregistré a malheureusement une contrepartie : le travail d'écriture et de test des programmes exige une main-d'œuvre qualifiée et est donc coûteux. Très souvent, le coût des logiciels (malgré les progrès de la standardisation) dépasse le coût des matériels ; en outre, la qualité des services rendus par le système d'information est directement dépendante de la qualité de la réalisation des logiciels utilisés.

3.1.2 Les architectures techniques : l'évolution vers la consomérisation et le *cloud computing*

Les architectures techniques structurent les relations entre toutes les composantes technologiques associées au système d'information. L'évolution a été considérable dans les conditions d'accès à ces différentes composantes.

1. Les architectures client-serveur et les architectures de services SOA

Les premières architectures techniques étaient centralisées autour de puissants ordinateurs assumant les fonctions logicielles de gestion des bases de données et de traitement applicatif, tandis que les terminaux étaient entièrement passifs et ne permettaient que la saisie et l'affichage de caractères. Ces systèmes sont toujours utilisés pour traiter de gros volumes de transactions dans de bonnes conditions de sécurité (faible intervention de l'utilisateur, très grande fiabilité [machines dites à tolérance de pannes], locaux spécialisés).

- a. Les architectures dites client-serveur se sont ensuite considérablement développées, permettant de donner une plus grande autonomie aux utilisateurs sur leur poste de travail. Il s'agit ici de répartir les fonctions d'interface utilisateur, de traitement applicatif et d'accès aux données entre les différentes composantes, que ce soient des serveurs ou des postes de travail d'utilisateurs ou encore des terminaux ou processeurs spécialisés. Compte tenu des fonctions assignées au serveur on peut ainsi distinguer plusieurs types d'architectures client-serveur.
- b. Apparu dès la fin des années 1990, et suivant l'évolution des architectures destinées au Web, le SOA (*Service Oriented Architecture*) est un modèle d'architecture qui permet de développer des applications en autorisant la réutilisation de « Services », composants logiciels légers qui sont déjà disponibles sur Internet. Le SOA offre une souplesse plus grande pour l'interopérabilité des applications et technologies. C'est ce type d'architecture qui permet par exemple d'intégrer facilement dans une page Web une carte issue de Google Maps, des prévisions météo issues de Météo France... (cf. chapitre 3). Les Solutions logicielles en tant que Services, SaaS (cf. point suivant), sont aussi couplées à cette architecture SOA.

2. Une évolution considérable des conditions d'accès

Deux tendances lourdes caractéristiques de l'évolution des architectures techniques sont ici à considérer : d'une part la facilité d'utilisation et la consomérisation des technologies (la technologie comme une commodité personnelle), d'autre part, le coût et les formes d'accès à la technologie notamment le *cloud computing*, pour externaliser ses ressources logicielles ou matérielles.

- a. La facilité d'utilisation s'est continuellement améliorée de sorte qu'aujourd'hui, en fonction de leurs besoins et habitudes, les utilisateurs préfèrent utiliser **leurs propres matériels** pour les applications de l'entreprise (on parle d'un mouvement *Bring Your Own Device* : tablettes, Smartphone, ordinateurs portables...). Les utilisateurs deviennent des décideurs, et des prescripteurs, pour les technologies matérielles et logicielles qu'ils utilisent, ce qui n'est pas sans poser des problèmes de déploiement pour les applications et de sécurité pour les données (cf. chapitre 8). Mais compte tenu de l'évolution des logiciels et de tous les terminaux mobiles, l'usage de plus en plus autonome des techno-

logies est devenu possible. Le progrès technique a permis la production de mémoires et de processeurs de plus en plus performants; cette évolution du matériel a accompagné des progrès considérables dans la communication homme-machine, qui devraient se poursuivre avec le développement de la reconnaissance de la parole et des mouvements.

Un deuxième aspect de la facilité d'utilisation est lié au progrès de la normalisation, en particulier pour les systèmes d'exploitation et les réseaux : la **compatibilité** entre les matériels hétérogènes s'améliore et simplifie les procédures de connexion. Le domaine des technologies de l'information est sans doute celui qui a connu, dans le monde industriel, l'évolution la plus spectaculaire. Plusieurs composants essentiels des matériels utilisés (mémoires, microprocesseurs) ont vu le rapport performance/coût progresser de 30 % par an. Même si le coût d'accès à la technologie n'a pas subi une baisse aussi forte en raison du maintien des coûts du logiciel, les effets n'en demeurent pas moins considérables.

b. Les formes d'accès à la technologie évoluent aussi fortement. Les entreprises vendant des logiciels proposent systématiquement des solutions de **cloud computing**, ou d'informatique « en nuage ». Ces solutions leur assurent des revenus récurrents et leur permettent de contrôler davantage les usages et les comportements de leurs clients. Ce mode de fourniture et de financement des ressources informatiques pour une entreprise constitue une façon nouvelle d'externaliser ses ressources (matériels et/ou logiciels) auprès d'un tiers (Amazon Web Services est ainsi devenu un des plus grands fournisseurs sur le *cloud*). Les entreprises ont la possibilité par exemple de recourir à un logiciel en ligne facturé à l'usage réel ; les utilisateurs ont la possibilité par exemple de stocker leurs fichiers partagés « en nuage » (comme le propose Google docs ou Dropbox).

On distingue trois types de *cloud computing* suivant les composants qui sont externalisés : l'infrastructure comme un service (IaaS : *Infrastructure as a Service*), la plateforme comme un service (PaaS : *Platform as a Service*) et même les **logiciels comme un service** (SaaS : *Software as a Service*). Le système est variable et flexible, puisqu'il adapte les ressources à l'utilisation recherchée. Ce type de services permet donc à la fois de se décharger de tâches de planification coûteuses et incertaines et, sur le plan financier, de ne pas investir en immobilisant des ressources importantes mais de consommer (et payer) au fur et à mesure de ses besoins.

Positionné entre les solutions purement propriétaires et les outils *open source*, le *cloud* offre de nombreux avantages, ne serait-ce que d'un point de vue **financier**, puisque les dépenses en investissements TI se transforment en coûts opérationnels. Le *cloud* est aussi avantageux en raison de la **flexibilité** et ceci convient à une multitude de situations : incapacité à estimer la charge d'une nouvelle application, pics d'activité, exigence de haute disponibilité, reprise d'activité en cas de sinistre, déploiement rapide des environnements nécessaires à la construction d'applications, tests de charge... Pour proposer des tarifs intéressants aux entreprises, le modèle *cloud* s'appuie fréquemment sur des socles d'exécution Open Source, source d'économies très substantielles. C'est un modèle avantageux notamment pour les PME qui profitent d'une **barrière d'entrée moins élevée** en termes de compétences, avec la possibilité d'accéder à une qualité de service jusqu'alors réservée aux grandes entreprises. Enfin la vitesse de mise en production et de déploiement constitue un autre atout du *cloud*.

Si séduisant qu'il soit sur le plan marketing, le recours à ce type d'offres doit être bien réfléchi. « L'évaporation » des données et des logiciels dans un nuage de serveurs, à travers l'utilisation de sites multiples, soulève des interrogations en matière de **disponibilité**, de **sécurité**, de **confidentialité** et de **réversibilité**.

Cependant, la plupart des experts prévoient que cette tendance va se poursuivre encore pendant dix ans au moins. La conséquence est une banalisation de la technologie et le renforcement d'une tendance à la substitution du capital au travail dans des domaines où jusqu'à maintenant l'automatisation des tâches restait faible.

3.1.3 Les apports spécifiques des technologies d'information

L'apport immédiat des techniques du traitement électronique de l'information peut être caractérisé par quatre points spécifiques : la compression du temps et de l'espace, l'expansion de l'information stockée, la flexibilité d'usage, la connectivité et la mobilité.

1. Premier apport : la compression du temps et de l'espace

Traiter des données consiste à les transformer par des opérations variées (tri, calcul, sélection, transmission) pour produire des représentations pertinentes ; les technologies automatisent ces opérations avec des performances de vitesse toujours croissantes. Pour les micro-ordinateurs, les vitesses de calcul s'affichent en gigaFLOPS (mille millions d'opérations par seconde). En 2022, le supercalculateur « Frontier » du laboratoire Oak Ridge affiche une puissance de 1 102 pétaFLOPS, ou 1,1 exaFLOP (soit 1 milliard de milliards d'opérations par seconde). On peut par exemple calculer en temps réel la trajectoire d'une fusée pour corriger les écarts éventuels, manipuler des fichiers très importants (en mode SaaS, Google BigQuery peut analyser 50 To de données en quelques heures et pour une centaine d'euros), transmettre des messages de manière quasi instantanée entre des ordinateurs distants. Deux conséquences importantes de ces gains de temps considérables méritent d'être rappelées : le recours systématique à l'automatisation des calculs (techniques, statistiques, ou financiers avec l'exemple du *trading* haute fréquence), la possibilité de recourir à certaines méthodes de résolution connues, mais qui étaient inexécutables parce que trop longues (cf. chapitre 2 sur le *big data*).

Aujourd'hui, on cherche à augmenter les débits des réseaux utilisés pour mieux tirer parti de la vitesse de traitement des ordinateurs. Ces possibilités nouvelles permettent le développement de relations à distance entre individus et entre organisations notamment, le télétravail.

2. Deuxième apport : l'expansion de l'information stockée

En dehors des capacités presque sans limites offertes par des fournisseurs sur le *cloud computing*, les outils de stockage personnel (disques durs, DVD, mémoire flash des clés USB ou des cartes SD...) permettent dans des conditions d'encombrement très faible le stockage « embarqué » de volumes considérables de données. Il s'agit d'un progrès important par rapport aux formes traditionnelles du stockage.

Un progrès aussi important est celui apporté par les logiciels de **gestion de bases de données SGBD** qui permettent, par l'intermédiaire de langages simples d'interrogation comme celui des requêtes SQL, de retrouver les données recherchées au sein d'une base de très grande dimension. Par exemple, une société de vente par correspondance, disposant d'un fichier client de 2 millions d'individus, peut retrouver en quelques secondes les clients qui ont commandé tel produit l'année précédente et qui n'ont pas renouvelé leur commande. Dans la plupart des SGBD les données sont stockées dans des tables dites

relationnelles (lignes, colonnes), ce qui nécessite de nombreuses « jointures » entre les tables et de nombreux échanges entre les serveurs de stockage et les serveurs d'applications. Avec de nouvelles organisations de données, dans des bases dites NoSQL (*not only SQL*, car elles ne sont plus orientées « tables », mais colonnes, graphes, documents...), les données ne transitent plus par réseau : elles sont distribuées en des milliers de nœuds (par exemple *Hadoop* ou *General Parallel File System* d'IBM) et les traitements s'exécutent sur chacun de ces nœuds puis sont agrégés (par exemple *Map-Reduce*, initié par Google).

Mais l'évolution des capacités de stockage a surtout entraîné une vraie rupture dans la saisie de données, en permettant une **collecte massive** de données et de métadonnées, depuis les réseaux (transactions, réseaux financiers, Internet, médias sociaux...), depuis les téléphones (connexions, géolocalisation...), depuis les objets connectés (domotique, étiquettes RFID, Web des données...) et depuis tous les capteurs (climatiques, scientifiques, caméras...).

3. Troisième apport : la flexibilité d'usage

L'un des intérêts majeurs des outils électroniques de traitement de données est leur très large éventail d'utilisations potentielles. La majorité des automates industriels sont conçus pour exécuter un ensemble de tâches déterminées. De la même manière, un ordinateur est construit pour exécuter un certain nombre d'opérations élémentaires sur les symboles représentatifs de l'information. Cependant, il est possible de lui faire exécuter beaucoup de tâches différentes en raison de la flexibilité apportée par la technique du programme enregistré ; les opérations que l'ordinateur peut exécuter sont définies à un niveau très élémentaire ; chaque programme correspond à une certaine combinaison de ces opérations élémentaires. La même machine peut donc exécuter des travaux différents dès lors qu'elle dispose du logiciel correspondant (ainsi, le même micro-ordinateur peut être utilisé pour du traitement de texte, pour des calculs statistiques, pour de la retouche de photographies numériques, pour l'enregistrement de vidéos à partir d'un site Internet).

On notera cependant que, si l'ordinateur dispose d'une flexibilité initiale très grande (il peut accepter un très grand nombre de logiciels différents), la flexibilité ultérieure (liée à la possibilité de modifier un logiciel existant pour l'adapter à des conditions nouvelles d'exécution de la tâche) est plus réduite. La modification de programmes est, en effet, une tâche lourde et délicate, qui comporte des risques d'erreur. C'est pourquoi on entend assez souvent employer l'expression « la rigidité de l'informatique » pour évoquer les difficultés bien réelles de l'adaptation des logiciels à l'évolution des tâches et de leur obsolescence.

4. Quatrième apport : la connectivité et la mobilité

Les techniques de traitement de données sont aujourd'hui multiples. Désormais, dans la plupart des organisations, coexistent plusieurs types d'outils, fixes ou mobiles. Les propriétés intéressantes de ces outils sont la possibilité d'être reliés aux autres (leur connectivité) quelle que soit la localisation (leur mobilité). Ces propriétés se caractérisent à la fois par le nombre de postes pouvant être joints à partir d'un poste donné et par la souplesse des échanges autorisés.

La connectivité et la mobilité sont évidemment fonction de la compatibilité des matériels et des logiciels utilisés. Le développement généralisé du codage numérique

(pour la télévision, pour le téléphone) est un facteur favorable à la connectivité d'outils autrefois largement indépendants (ainsi est-il possible d'avoir accès à la messagerie électronique et aux applications Internet à partir des téléphones mobiles ou des tablettes). La présence de plusieurs outils compatibles accroît les possibilités d'action de chaque utilisateur qui peut ainsi jouer la *complémentarité* (par exemple, transférer des fichiers d'agenda ou de planning à un ordinateur et vice versa) ou la *substitution* (communication par messagerie électronique instantanée, par téléphone, par visioconférence). Enfin, la synchronisation des outils permet à l'utilisateur de passer de l'un à l'autre avec une mise à jour automatique de l'ensemble des outils.

L'observation du fonctionnement des organisations montre une diversité croissante dans les solutions que chaque utilisateur invente en combinant, de manière spécifique, différents outils (Rowe *et al.*, 2023).

Conclusion

En résumé, pour caractériser les technologies de l'information, il est possible, comme le proposait Bakos (1986), de les décrire selon deux dimensions : les fonctionnalités de base (stockage, traitement, communication), la performance des composants de base en termes de capacité, de qualité et de coût unitaire.

Il est ainsi possible de définir un ensemble de mesures, dont la grille présentée ci-après fournit quelques exemples. (Bien entendu, pour chaque réalisation technique étudiée, des mesures spécifiques doivent être choisies.) L'intérêt d'une telle grille est de permettre de comparer des solutions technologiques différentes face à des projets d'utilisation ; il s'agit donc d'une évaluation relative et contingente.

Fonction- nalités Perfor- mances	Stockage	Traitement	Communication
Capacité	– Volume susceptible d'être stocké – Nombre de bases de données différentes – Stockage personnel et stockage distant	– Nombre de fonctions assurées – Temps unitaire de traitement – Temps de réponse	– Étendue du réseau – Temps d'accès moyen – Débit unitaire
Qualité	– Facilité d'interrogation – Possibilité de partage d'un document – Sécurité et confidentialité	– Facilité d'utilisation du langage de commande – Convivialité de la communication homme-machine – Possibilité de modification des logiciels	– Variété des signaux transmis (richesse du canal) – Possibilité d'accès et mobilité – Taux d'erreur de transmission
Coût	– Coût au caractère stocké – Coût d'une requête	– Coût par transaction – Coût par utilisateur	– Coût du message – Coût par utilisateur

3.2 La construction de la technologie « en usage »

À partir des bases techniques communes offertes sur le marché, chaque organisation va construire ses solutions, développant ainsi ses technologies spécifiques. Ce que l'on observe est que la technologie effectivement mise en œuvre dans les procédures de travail est le résultat d'un double processus de construction : tout d'abord une construction délibérée, organisée lors de la mise en place des outils (3.2.1), puis une construction émergente, fonction de l'esprit de la technologie et de l'autonomie des acteurs à l'intérieur des processus d'appropriation (3.2.2).

3.2.1 La construction délibérée d'un système d'information

Un système d'information n'est pas un phénomène spontané ; il est le résultat d'un travail de conception aboutissant à une implantation, synonyme de changement dans l'organisation.

1. La conception des solutions : des choix à faire et une marche à suivre

La conception d'un système d'information peut être caractérisée à la fois par ses objectifs et par sa démarche.

a) Les objectifs du système d'information

Le système d'information doit répondre aux besoins de ses futurs utilisateurs. Le travail préliminaire consiste donc à définir un **cahier des charges** qui exprime, de façon structurée, les besoins que doit satisfaire le futur système.

Ce que souhaitent les maîtres d'ouvrage (en abrégé, les MOA), va devoir ensuite être interprété et traduit par des spécialistes analystes et concepteurs (la maîtrise d'œuvre, en abrégé MOE) en un **schéma directeur** du système à réaliser (cf. chapitre 5). Cela implique l'intégration en un schéma cohérent de trois séries de choix, correspondant aux trois dimensions de tout système d'information :

- **les choix informationnels**, c'est-à-dire les choix relatifs aux *représentations souhaitées* ; il s'agit ici de définir quelles seront les représentations à produire pour chaque utilisation, ce qui conduira à définir des modèles de données et les règles de transformation de ces données par des modèles de traitement. L'ensemble de ces modèles de données et de traitement correspond à une description fonctionnelle (mais abstraite) du futur système d'information ;
- **les choix organisationnels**, c'est-à-dire les choix relatifs aux *acteurs* et aux *procédures* ; comme nous le montrerons plus en détail ci-après, il est nécessaire de répondre à la question : « Qui fait quoi ? » en précisant le rôle de chacun dans les futures procédures ;
- **les choix techniques**, c'est-à-dire les choix relatifs aux matériels et logiciels susceptibles d'être utilisés et la façon dont ils seront utilisés.

Bien entendu, ces choix doivent être cohérents. Il est impératif de respecter un certain nombre de contraintes relatives à l'articulation de ces différents choix :

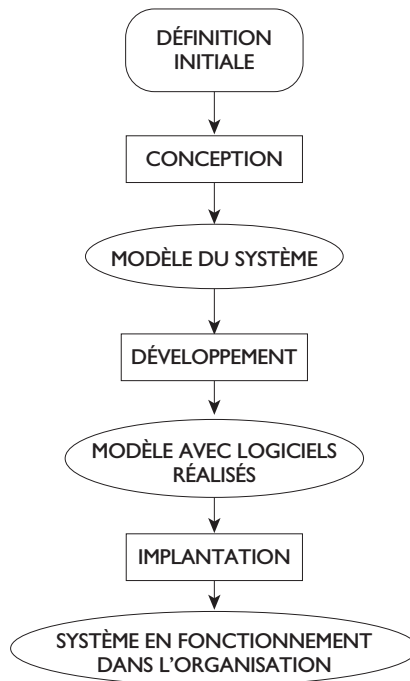
- contrainte de *pertinence* : les représentations fournies par le système et les traitements qu'il effectue doivent correspondre aux besoins des utilisateurs;
- contrainte de *praticabilité* : les représentations utilisées et les traitements demandés doivent être manipulables par les outils techniques utilisés;
- contrainte d'*adéquation* : les techniques retenues doivent être compatibles avec les moyens économiques de l'organisation et utilisables dans le contexte de travail.

Ce n'est que dans la mesure où ces trois contraintes sont simultanément satisfaites que le projet de système d'information peut être considéré comme viable. À l'intérieur de ces contraintes, il existe des possibilités de choix conduisant à des solutions plus ou moins satisfaisantes.

b) La démarche de l'implantation

Pour des systèmes d'information de dimension très limitée, la construction peut rester pour une large part intuitive, par essais, erreurs, tâtonnements, modifications. Au-delà d'une certaine dimension, cette approche empirique n'est pas possible et il est indispensable d'organiser le processus de construction de manière méthodique (cf. chapitre 7).

Figure 7. Les grandes étapes de la réalisation d'un système d'information



Ce processus passe par différentes étapes, résumées dans la figure 7. Comme nous le montrerons en détail dans le chapitre 7, la construction des systèmes d'information constitue un projet, confié à une équipe de projet (dans laquelle collaborent générale-

ment des utilisateurs futurs et des spécialistes de la construction), pouvant mobiliser des ressources considérables (un grand projet de système d'information peut correspondre à plusieurs centaines d'années-homme, un système de dimension moyenne exige plusieurs mois-homme de construction). Une des difficultés essentielles est celle de la mise au point des logiciels, qui doivent répondre à des exigences rigoureuses de praticabilité et de sécurité (le recours à des progiciels n'est pas toujours possible et il y a souvent des adaptations à mettre au point).

2. Les conséquences à court terme de l'implantation

Cette phase correspond au passage du système d'information de l'état de projet à l'état de réalisation. Très concrètement, il y a modification des tâches, des rôles, de l'affectation des personnes, des processus de communication, donc introduction du changement dans l'organisation :

Exemple

Dans le cas des Grands Garages du Sud, le recours au logiciel Intégrauto a fortement modifié les procédures d'accueil et de facturation : le chef d'atelier doit désormais travailler avec le terminal clavier-écran pour établir l'ordre de réparation ; les réparateurs reçoivent dorénavant un ordre complet avec les opérations indiquées en clair et n'ont pas à établir de bons de sortie de pièces qui sont automatiquement édités avec l'ordre de réparation. La facturation a été totalement automatisée et la personne qui en était chargée se consacre entièrement aux travaux administratifs et comptables. De même, les magasiniers ne consacrent qu'un temps très faible à la saisie des mouvements de pièces (lecture automatique des étiquettes), à présent effectuée en temps réel pour les entrées comme pour les sorties.

Ainsi, la construction du système d'information amène, en règle générale, une **modification des procédures**, c'est-à-dire un changement des modes opératoires des différents acteurs et de la nature des tâches qu'ils ont à accomplir.

L'analyse du processus de travail montre que la technologie incorporée dans le système d'information se traduit par un double apport.

- **Elle est génératrice de règles, de contraintes** : les logiciels utilisés en mode interactif par l'opérateur imposent le respect de certaines règles qui ont été jugées indispensables lors de la définition des procédures de travail.

Ces règles limitent la marge d'initiative de l'opérateur ; elles sont généralement justifiées par des contraintes de sécurité pour l'organisation ou par des contraintes de fonctionnement de la technologie.

Exemple

Ainsi, le caractère obligatoire de l'identification du véhicule et du client correspond au souci du garage de ne pas procéder à des réparations sur des véhicules signalés volés et de s'assurer, dans une certaine mesure, des garanties de paiement de la réparation. En revanche, l'exigence de la frappe d'un code à six chiffres pour désigner l'opération est imposée par le système de gestion de données incorporé dans le logiciel Intégrauto.

- **Elle offre des ressources supplémentaires** : les logiciels et les matériels apportent à l'opérateur des moyens supplémentaires pour réaliser les tâches correspondant à son rôle : automatisation de certaines opérations, apport de représentations pertinentes pour assister le processus de travail.

Exemple

Ainsi, le chef d'atelier bénéficie de l'apport de la machine pour imprimer automatiquement l'ordre de réparation ; de même, le logiciel peut calculer de manière prévisionnelle quel sera le coût de la réparation envisagée ; il peut afficher, à la demande, le prix de certaines pièces détachées en offrant plusieurs options au client (remplacement d'une seule pièce ou remplacement d'un sous-ensemble par exemple) ; ces options seront visualisées par une manœuvre très simple au clavier-écran. Ensuite, tous les éléments qui ont été saisis pour établir l'ordre de réparation seront réutilisés automatiquement pour calculer et imprimer la facture après le contrôle de la réparation.

On constate donc que les apports de la technologie sont pluriels : fourniture de représentations à la demande, automatisation de tâches exécutées auparavant de manière manuelle, assistance dans la conduite d'un processus par la structure d'un dialogue homme-machine. C'est dans le cadre ainsi défini, pour chaque acteur, interprétant son rôle au sein de l'organisation, par les ressources et les contraintes des outils de traitement de l'information, que va, éventuellement, se dérouler un second processus de construction de la technologie, de nature émergente.

3.2.2 La construction émergente du système d'information

Une première phase de construction d'un nouveau système d'information est, dans la plupart des cas, suivie par un processus de construction émergente (dont les objectifs ne sont pas énoncés à l'avance) qui dépend de l'esprit général de la technologie et des processus d'appropriation.

1. La construction de « l'esprit » d'une technologie et d'une « vision organisante » de l'entreprise

Les outils techniques présentent certaines caractéristiques proprement contraignantes, c'est-à-dire qui ne sont pas modifiées par leur usage une fois qu'elles sont mises à disposition de l'utilisateur. Certes, ces caractéristiques techniques « ne tombent pas du ciel » ; elles sont construites socialement. Elles sont parfois imposées, mais une fois l'utilisateur équipé, elles ne sont pas globalement négociables (un espace disque, une bande passante, une interface à l'écran... sont en général fixées).

- a. Mais **l'usage des fonctions proposées** dépend dans une large mesure des choix de son utilisateur (allocation de l'espace disque, type d'information transmise, positionnement de fenêtres à l'écran, par exemple). Nous dirons que certaines caractéristiques techniques sont déterminées, du moins pendant la durée d'équipement des utilisateurs en question, mais que les **fonctionnalités** ne le sont pas. Plus profondément, les choix que vont faire les utilisateurs et les professionnels avec les possibilités de la technique sont influencés par leurs interactions mutuelles,

mais ne dépendent pas uniquement de leurs appropriations individuelles. Plus symboliquement encore, ces utilisateurs et ces professionnels sont socialement **influencés** par l'avis des institutions, par des associations exerçant un pouvoir normatif, par les experts communiquant dans les salons professionnels, par des conférences scientifiques, par les médias professionnels... en bref par les processus et les institutions qui dessinent et précisent « l'**esprit d'une technologie** » (De Sanctis et Poole, 1994), c'est-à-dire ce qu'elle est bonne à faire : l'esprit de la messagerie électronique, l'esprit des tablettes mobiles, l'esprit des moteurs de recherche...

- b. Il se constitue finalement une certaine « **vision organisante** » pour l'entreprise (Swanson et Ramiller, 1997 ; Carton *et al.*, 2003).

Une vision organisante peut, dans certaines situations, être *fonctionnellement* très déterministe. Ainsi, au début de leur diffusion, le choix des progiciels ERP ne laissait pas beaucoup de marges de manœuvre aux « décideurs » dans les entreprises, lorsque les premiers consultants sont venus leur proposer le concept d'intégration par des ERP à la fois modulaires et unifiés. La perception de la puissance de la technologie, confortée par tous les offreurs de solutions, allait bien dans le sens des directions générales des grandes entreprises : le besoin de contrôle des résultats des métiers de l'entreprise d'une part, et du pouvoir des informaticiens d'autre part, allait enfin être servi par une technologie organisant le reporting et développée en externe (Besson et Rowe, 2001).

Mais d'autres « visions organisantes » pour l'entreprise peuvent s'imposer dans le sens de la démocratie (comme avec certaines technologies de l'Internet (Monod et Rowe, 1999)) ou dans le sens de l'ouverture (comme les technologies de l'*open data*)... Une vision organisante a finalement un cycle de vie : elle se construit, elle mobilise, elle mûrit, et finalement elle trouve sa juste place (comme la vision organisante des places de marché électroniques, cf. chapitre 3).

2. Le contenu de la construction émergente : l'appropriation de la technologie

Face à des outils dont l'usage reste facultatif, l'utilisateur peut adopter des comportements variés :

- **abstention** : l'utilisateur ne souhaite pas changer ses méthodes de travail et n'utilise pas les outils proposés ; la technologie n'est pas adoptée ;
- **utilisation minimale** : l'utilisateur se limite à des usages courants, généralement ceux pour lesquels il a reçu une formation initiale, et ne cherche pas à tirer un meilleur parti des ressources apportées par l'outil ;
- **utilisation par détournement** : l'utilisateur fait un usage non prévu d'une technologie, en fonction de ses propres objectifs ;
- **utilisation intensive** et innovante des ressources offertes : l'utilisateur cherche, en permanence, à améliorer par l'apprentissage sa maîtrise de l'outil et à développer des modes opératoires plus performants ; il peut même inventer des solutions qui n'avaient pas été prévues à l'origine par les concepteurs.

On caractérise par le terme **infusion** cette intensité de l'utilisation : le degré d'infusion augmente lorsqu'on utilise davantage de fonctionnalités de l'outil, lorsqu'on l'utilise

dans des applications innovatrices, lorsqu'on accroît l'étendue et la fréquence des utilisations, lorsque l'utilisation a des conséquences sur d'autres utilisations. Le processus par lequel l'utilisateur acquiert cette plus ou moins grande maîtrise de l'outil, par apprentissage en situation, est désigné par le terme d'**appropriation** : l'utilisateur intègre, à des degrés divers, le recours à l'outil dans son mode opératoire et peut, éventuellement, faire évoluer, seul, ce mode opératoire en fonction des propriétés de l'outil qu'il découvre puis maîtrise à travers des usages répétés. L'appropriation effective de la technologie suppose la réunion de trois conditions : une maîtrise cognitive et instrumentale minimale de l'outil, une intégration de l'usage de l'outil dans les pratiques quotidiennes, et la possibilité de l'émergence d'un usage innovant de l'outil.

Exemple

Dans une entreprise, la directrice administrative et comptable dispose d'une suite bureautique comportant un tableur. Celui-ci lui permettait de présenter, tous les mois, un tableau des principales activités avec les postes de dépenses correspondantes. Au-delà de cette utilisation minimale, cette responsable a développé, grâce à sa maîtrise progressive de fonctions associées au tableur, toute une série de tableaux d'analyse enchaînés permettant un suivi, à différents niveaux de synthèse, de la gestion de l'entreprise.

Ce processus d'appropriation correspond à une **assimilation** de la technologie ; son étendue, son intensité dépendent de très nombreux facteurs (cf. chapitre 6) :

- facteurs relatifs aux caractéristiques de l'outil, tel qu'il est perçu par son utilisateur potentiel : utilité perçue, facilité d'utilisation perçue, compatibilité avec les autres outils disponibles, possibilité d'essais, visibilité des résultats obtenus lors de l'utilisation, adéquation apparente à la tâche ;
- facteurs relatifs au contexte de diffusion de la technologie : promotion de la technologie par les dirigeants et cadres, actions de formation et d'assistance à l'utilisation, présence de *champions* efficaces (un « champion » est un utilisateur compétent et motivé, qui innove dans l'utilisation des outils et qui a un effet d'entraînement pour les autres utilisateurs), existence ou non d'un système de récompenses pour les utilisations novatrices ;
- facteurs relatifs aux individus : âge, expérience professionnelle, niveau de connaissances générales et technologiques, attitude à l'égard de la technologie, attitude à l'égard du changement, sensibilité à la pression sociale.

L'existence de ces nombreux facteurs a une conséquence fondamentale pour ce qui concerne le résultat de l'introduction de nouveaux outils de traitement de l'information ayant une certaine flexibilité interprétative.

Le résultat est indéterminé : compte tenu des influences multiples qui déterminent la nature et l'étendue du phénomène d'appropriation, il est extrêmement difficile de prévoir quel sera le résultat effectif de l'adoption d'une technique : la technologie qui détermine la performance dans le processus de travail est la **technologie effectivement utilisée** (c'est celle qu'a construite l'utilisateur par son comportement d'appropriation) ; cette technologie n'est pas rigoureusement identique à la **technologie adoptée** (celle qui a été retenue à l'origine par les responsables qui en anticipaient certains effets). L'observation des entreprises révèle des écarts sensibles entre les deux.

Ainsi, une étude portant sur l'appropriation des technologies Internet dans les entreprises (de Vaujany, 1999) montre que l'on peut observer différents types d'appropriation :

- une appropriation centrée sur la tâche à accomplir, de manière assez conforme à « l'esprit » dans lequel cette technologie avait été adoptée ;
- une appropriation centrée sur l'influence, où l'acteur utilise la technologie pour renforcer son influence au sein de l'entreprise ;
- une appropriation de type symbolique, où la technologie est vue comme un moyen de valorisation de l'individu (symbole de modernité) ;
- une appropriation de caractère ludique, où l'utilisation est vue comme une détente, une « évasion » de manière peu conforme à l'esprit de la technologie ;
- une appropriation de type « partage », où l'outil est vu comme un instrument d'échange avec l'autre.

Par conséquent, la technologie est « équivoque » : à un choix initial donné peuvent correspondre des résultats finaux sensiblement différents selon la réalité du processus de construction par chaque acteur. Ce processus peut être influencé par des actions de gestion (choix d'urbanisme, actions de formation, pratiques de contrôle et de motivation). Par-delà les effets institutionnels de la vision organisante qui le cadre, ce processus l'est aussi par les interactions entre acteurs et par les effets d'externalité (positive ou négative, de production ou de consommation), qui modifient l'utilité de la technologie. Ainsi la construction émergente d'un système d'information dépend beaucoup d'effets de réseaux.

Conclusion

Nous nous limiterons à rappeler les points essentiels relatifs à la dimension technologique des systèmes d'information :

- la technologie est à la fois une ressource et une contrainte pour l'exécution des tâches par les acteurs (utilisateurs) ;
- la technologie « en usage » est le résultat d'un double processus de construction (réalisé par les acteurs décideurs, concepteurs et utilisateurs) : un processus au départ planifié puis un processus émergent ; ce résultat est partiellement indéterminé ;
- les caractéristiques de la technologie, ainsi que les conditions de sa mise en place dans un contexte, ont un effet sur le processus d'appropriation.

La mise en évidence de ce rôle des acteurs et de l'influence du contexte suggère que la dimension technologique n'est pas indépendante de la dimension organisationnelle qui va être abordée maintenant.

4. La dimension organisationnelle

On peut appeler système d'information ce qui ne concerne qu'un individu isolé : par exemple, une personne utilisant son téléphone portable pour accéder à Internet, tenir son agenda, suivre son budget, gérer ses contacts... (Rowe et al., 2023). Cependant les systèmes d'information auxquels s'intéressent principalement les sciences de gestion fonctionnent

pour les organisations : il s'agit de systèmes individuels (mais utilisés pour les tâches professionnelles), de systèmes organisationnels multi-utilisateurs (la très grande majorité des réalisations), de systèmes interorganisationnels (imbriquant le fonctionnement de plusieurs organisations) et de systèmes extra-organisationnels (ouverts sur l'extérieur par le Web). Tous ces différents types de systèmes ont une dimension organisationnelle qui peut être analysée, de manière classique, selon une double perspective :

- celle du fonctionnement de l'organisation, c'est-à-dire du déroulement des processus de travail, à l'intérieur et aux frontières de l'organisation ;
- celle de la structure de l'organisation, qui concerne les caractéristiques relativement stables de toute organisation.

Dans cette double perspective, le système d'information apparaît à la fois comme l'élément déterminant du **fonctionnement de l'organisation** (4.1) et comme un élément constitutif important de la **structure de l'organisation** (4.2).

4.1 Le SI, élément déterminant du fonctionnement de l'organisation

L'organisation est la base de l'action collective. Dès qu'une activité dépasse la capacité d'un seul individu, l'organisation constitue la réponse appropriée. Elle se caractérise alors par :

- un ensemble d'**individus** (participants, acteurs), avec un accord, implicite ou explicite, sur un ou plusieurs **objectifs partagés** ;
- une **division du travail**, définissant le rôle de chaque participant (par exemple production, vente, administration...) ;
- et donc un **mode de coordination**, qui doit assurer la circulation des informations et la cohérence des comportements.

Pour mieux comprendre l'articulation entre le SI et le fonctionnement de l'organisation, nous procéderons en deux étapes : tout d'abord, nous mettrons en évidence le rôle du système d'information dans les **processus** qui traversent l'organisation (4.1.1), ensuite, nous mettrons en évidence le rôle structurant et intégrateur du SI dans les grandes **fonctions** de l'organisation (4.1.2).

4.1.1 Le système d'information et les processus de l'organisation

Une première vision de l'organisation consiste à la décrire comme un ensemble de PROCESSUS, ce qui permet de mieux appréhender à quels besoins fondamentaux doit répondre tout système d'information. Une représentation des processus, en termes d'activités et flux, permettra notamment de mener une réflexion sur la façon d'obtenir un atout concurrentiel (être plus rapide que les concurrents, par exemple : nature des activités, configuration globale des flux, vitesse et fréquence des flux...). Tout système d'information est alors concerné d'une part par le **déroulement** de chaque processus (les événements, les activités, les résultats) et d'autre part par la **coordination** entre les processus (par les flux de données ou l'architecture de données).

SYSTÈMES D'INFORMATION ET MANAGEMENT

8^e édition

Robert Reix (1934-2006) était professeur émérite de l'université de Montpellier. Il a fortement influencé la discipline du management des systèmes d'information. Ce manuel, dont la première édition est parue en 1995, fut son principal ouvrage.

Bernard Fallery est professeur émérite de l'université de Montpellier. Il est auteur ou coauteur de communications, d'articles et de chapitres d'ouvrages sur l'appropriation des technologies de l'information et de la communication. Il est créateur et responsable du site Sietmanagement.fr.

Michel Kalika est professeur émérite IAE Lyon, président du Business Science Institute qui développe un *Executive Doctorate in Business Administration* (DBA) internationalement. Il est l'auteur de « la théorie du millefeuille » et travaille sur la surcharge informationnelle.

Jean-Loup Richet est maître de conférences à l'IAE de Paris 1 Panthéon-Sorbonne, co-directeur de la Chaire Risques, directeur du master MQSE et du MBA Data Science. Ses thématiques de recherche portent sur la cybersécurité et la cybercriminalité.

Frantz Rowe est professeur à l'IAE de Nantes Université. Ancien président de l'AIM, il est cofondateur de la revue *Systèmes d'information et management*, membre de l'Institut Universitaire de France et fellow de l'Association for Information Systems.

Avec les contributions de :

A. Mlaïki, M. Bia Figueiredo, T. Tounkara, F. Deltour, A. Mourrain, P. Leconte, J. Pallud, C. Élie-Dit-Cosaque, M. Lesueur, L. Bironneau, T. Morvan, O. Simoes.

- ➔ **Un livre de référence** sur l'ensemble des concepts liés aux technologies de l'information.
- ➔ **Une analyse claire et accessible** des principales problématiques managériales: la définition des usages, la gestion des ressources, les choix stratégiques, le contrôle des SI...
- ➔ **Une nouvelle édition**, parfaitement à jour, qui intègre les dernières évolutions: **la data science, les systèmes d'IA, la cybersécurité, les blockchains, l'éthique...**
- ➔ **Illustré par de nombreux exemples, des figures et des tableaux**, chaque chapitre s'achève sur un mini-cas afin de mettre en pratique ses connaissances et compétences.

SOMMAIRE

1. La notion de système d'information
2. Système d'information et décision
3. Système d'information et communication
4. Système d'information et management des connaissances
5. Le management stratégique des systèmes d'information
6. L'animation des systèmes d'information
7. Conception, contrôle et audit des systèmes d'information
8. La sécurité du système d'information



www.sietmanagement.fr

Avec plus de deux millions de connexions, le site de référence sur le management des SI :

- Des études de cas supplémentaires
- Un panorama des théories mises en œuvre
- Une médiathèque avec plus de 2 000 liens

PUBLIC :

- Étudiants et élèves en école de management, IAE, université
- Responsables des systèmes d'information
- Consultants en SI

ISBN : 978-2-311-41220-8



9 782311 412208