

Documents 1998

Michel Volle

5 décembre 2020

Table des matières

Introduction	5
1998	7
Les origines de volle.com	7
Le « cheval qui a tout faux »	13
Mise en perspective	29
Quelques indications sur les systèmes d'information	58
Obstacles au changement	78
La téléinformatique dans l'entreprise	108
Ivar Ekeland, « La répartition des ressources rares », <i>La Recherche</i> , n° 65, mars 1976	135
Approche du système d'information par les processus	136
Un message d'Alain Desrosières	181
Système de pilotage de l'entreprise	183
Table des matières du cours Techniques des télé- communications de l'ENSPTT	250
Introduction générale du cours sur les télécommu- nications	252
Introduction aux télécommunications	260
Transmission analogique et transmission numérique	268
Lexique du système d'information	282

Classement thématique 315

Introduction

5 juin 2020

J'ai jugé utile de publier au format pdf¹ les travaux qui se sont accumulés sur mon site Web depuis 1998, puis de les mettre à disposition sur papier sous la forme de volumes comme celui-ci.

Ces textes très divers obéissent à une même orientation : j'ai voulu élucider la situation historique que fait émerger l'informatisation.

Il fallait pour cela n'avoir aucune complaisance envers le « politiquement correct » comme envers les habitudes et modes intellectuelles : toutes les dimensions de l'anthropologie (économie, sociologie, psychologie, pensée, technique, organisation) sont en effet touchées par ce phénomène qui, exigeant de tirer au clair ce que nous voulons *faire* et ce que nous voulons *être*, interroge jusqu'à nos *valeurs*.

Si ces textes peuvent sembler disparates, l'orientation qui leur est commune leur confère l'unité d'une architecture dont les parties se soutiennent en se complétant mutuellement.

Avec mes autres ouvrages ils proposent au lecteur attentif de quoi se bâtir une intuition exacte du phénomène, interpréter la situation historique présente et orienter son action de façon à tirer parti des possibilités que cette situation comporte en maîtrisant les dangers qui les accompagnent.

Ce travail, inévitablement incomplet, ne pourra trouver sa conclusion que dans l'esprit de ce lecteur.

1. Les textes de l'année 2005, par exemple, sont à l'adresse <http://volle.com/travaux/Documents2005.pdf> et l'adresse des autres années se compose de façon analogue.

1998

Les origines de volle.com²

19 septembre 1998 *Commentaires*

J'ai créé ce site le 28 août 1998. Pour le développer j'ai dû passer par quelques péripéties informatiques imprévues et improbables : il n'y a pas plus de PC sans pépins que de roses sans épines.

Les personnes qui regardent le site disent qu'il prend forme, même s'il n'est pas beau sur le plan graphique (je l'embellirai plus tard). Elles apprécient sa simplicité et disent qu'il présente du « contenu ». C'est pour cela que je l'ai ouvert : j'y mets des textes que j'ai écrits avec soin et qui me semblent pouvoir intéresser quelqu'un ; les utilisateurs seront libres d'en faire ce qu'il veulent, les copier, les reproduire etc. Sur le Web, il faut donner ce que l'on a de mieux : il sera ainsi plus intéressant, nous y gagnerons tous. Je demande seulement que l'on cite la source quand on me copie ; je serais par ailleurs heureux d'être informé par un message.

2. www.volle.com/contenu/priorites.htm

Priorités du site

« Ce n'est pas un droit, c'est un devoir, étroite obligation de quiconque a une pensée, de la produire et mettre au jour
pour le bien commun »

Paul-Louis Courier (1777-1826), « Le pamphlet des pamphlets » (1824), *Œuvres*, Firmin-Didot 1877, p. 243.

Ce site est comme une maison d'édition personnelle qui publie mes travaux.

Je m'occupe des systèmes d'information et des questions d'organisation et d'efficacité qui leur sont associées.

Quand on parle de « système d'information », on mélange souvent deux choses :

- le système d'information proprement dit, essentiellement sémantique, conceptuel et en même temps articulé à la pratique des utilisateurs qu'il enrichit et assiste ;

- le système informatique, qui fournit au système d'information la plate-forme technique (mémoires, processeurs, réseaux, langages) sans laquelle il ne pourrait pas fonctionner.

Le système informatique, c'est l'affaire du maître d'œuvre. Le système d'information, c'est l'affaire du maître d'ouvrage, du client, de l'utilisateur.

La technique est désormais puissante et diversifiée et la difficulté principale, autrefois située dans la plate-forme informatique, se trouve maintenant dans les usages : modéliser les processus des métiers, tirer parti de l'Intranet, articuler maîtrise des processus et contrôle de la qualité, voilà quelques-uns des enjeux essentiels. La plupart des échecs en informatique sont causés par une carence du maître d'ouvrage (lorsqu'il ne sait pas ce qu'il veut, qu'il ne contrôle pas ce que fait le maître d'œuvre, etc.).

Au début de l'automobile, le conducteur s'appelait « chauffeur », ou encore « mécanicien ». Il devait savoir réparer une machine fragile, régler à tout moment la richesse du carburant, etc. Les automobiles d'aujourd'hui ne nécessitent plus cette compétence. L'art de la conduite s'est émancipé de la mécanique ; c'est devenu une technique d'un autre niveau.

Donner la priorité à l'usage du système d'information, c'est tirer les conséquences d'une évolution du même type dans l'informatique.

* *

Si l'on cherche le fil conducteur de mes travaux, on le trouvera dans ma curiosité sur la relation entre information et action. Cette curiosité s'explique par des raisons personnelles que je ne détaillerai pas ici.

Elle anime mes travaux en statistique, dont la conclusion est mon article dans la revue *Études* en 1982³. J'avais cru trouver dans la statistique un réalisme exempt d'idéologie alors que je croyais la théorie économique totalement pénétrée par l'idéologie, que ce soit celle du marché ou de l'étatisme. J'étais alors assez proche de Jean-Paul Benzécri, qui croyait approcher par l'analyse des données « le pur diamant de la véridique nature ».

Cependant les difficultés pratiques, les erreurs auxquelles peut conduire l'interprétation des statistiques m'ont convaincu vers 1980 que mes réticences envers l'économie m'égarèrent, et qu'il fallait pour conférer un sens aux observations accompagner le constat empirique d'une mise en forme théorique.

3. Michel Volle, « Enjeux de la statistique », *Études*, janvier 1982.

Un article d'Ivar Ekeland paru dans *La Recherche*⁴ a joué le rôle d'un catalyseur en plaçant sous mes yeux une chose alors nouvelle pour moi : un texte d'économie construit rigoureusement et sérieusement. J'en ai lu d'autres depuis, notamment les ouvrages de John Hicks.

* *

Lorsque François du Castel m'a proposé en 1983 de monter une mission d'études économiques au CNET⁵, j'ai sauté sur l'occasion : je voulais faire de l'économie et pensais que la façon dont elle rendait compte du progrès technique (par un coefficient tendanciel d'accroissement de la productivité) était insuffisante. J'ai passé au CNET des années passionnantes et chaleureuses, les discussions et travaux avec les chercheurs constituant l'équivalent d'une formation dans une bonne université doublée d'un laboratoire. J'ai pu ainsi aborder les questions à la charnière entre traitement des données et utilisation de l'information, et commencer à percevoir la diversité des usages des nouvelles technologies.

L'outillage conceptuel acquis lors de mes recherches en statistique m'a été utile pour représenter les architectures de l'acquisition, du traitement, du stockage et de l'utilisation de l'information ; étant au CNET, je les ai abordées du point de vue des réseaux et protocoles de communication, et non de celui plus habituel des langages que je n'ai adopté que plus tard. Mes habitudes en informatique étaient d'ailleurs traditionnelles : je programmais en Fortran les calculs économiques pour les télécoms. Je ne me suis « mis au micro »

4. Ivar Ekeland, « La répartition des ressources rares », *La Recherche* n° 65, mars 1976.

5. Centre National d'Études des Télécommunications.

qu'en 1987. Ce fut une épreuve dure mais féconde et le début d'un apprentissage qui n'en finira pas : ces petites machines, qui remplacent les grosses machines de jadis, ne sont pas simples à l'intérieur...

Lorsqu'on travaillait au CNET dans les années 80, et si l'on était familier des laboratoires et « paillasses » des chercheurs, on avait dix à quinze ans d'avances sur les techniques usuelles les plus pointues. J'ai découvert en laboratoire la carte rayonnante, le visiophone, le protocole ATM, sans parler des réflexions sur l'audiovisuel à l'occasion de la modélisation des réseaux câblés, ni des réflexions sur l'interconnexion des réseaux locaux à l'occasion du RNIS. L'Internet, qui a pris par surprise les télécommunicants français, a permis de concrétiser plus vite que prévu certaines de ces réflexions.

Les possibilités ainsi offertes étaient cependant largement méconnues des acteurs économiques. Le moins que l'on puisse dire, c'est que l'on était en régime d'information imparfaite. Leur pleine utilisation supposait une conscience de l'évolution du possible et la reformulation correspondante de la stratégie des entreprises. J'ai donc monté des entreprises de conseil avec quelques autres ingénieurs du CNET : ce furent Arcome en 1989, Eutelis de 1990 à 1997. Nous y avons fait du bon travail et appris beaucoup de choses en compagnie de nos clients. Par ailleurs, passer de la fonction publique à la vie d'entreprise a été instructif.

Durant ces dernières années je me suis spécialisé sur l'architecture des systèmes d'information que je pratique désormais en « *free lance* ». J'ai découvert sans trop m'étonner ces obstacles que l'on qualifie pudiquement de « culturels », et qu'il faut traiter sans complaisance mais avec pondération.

L'évolution actuelle de l'informatique me satisfait : avec UML, les langages objet comme Java, le middleware Corba,

les outils d'administration des données, le nouveau partage des responsabilités entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, le groupware, nous voyons se mettre en place des formes d'organisation qui permettent une adéquation fine et souple aux stratégies des entreprises. Le mythe de l'automatisation totale est révolu ; nous vivons dans le monde de l'assisté par ordinateur. Il fournit des outils puissants au discernement et à la volonté ; seule est automatisée la partie du travail qui correspond aux talents de l'ordinateur (tris massifs et rapides, tâches répétitives, chaînes de calcul etc.), l'autre s'accomplissant dans le cerveau d'êtres humains responsables. Réussir cette articulation délicate et puissante, tel est l'enjeu.

Cela se fera : la maturité des réflexions est remarquable, et l'on est frappé par exemple par les progrès qu'a faits le CIGREF⁶.

Il faut toutefois que cela se fasse pour un coût d'apprentissage minimal, sans trop perdre de temps, et que la nouvelle économie qui en résultera soit vivable. Ici les préoccupations économiques et techniques s'enrichissent des dimensions civique et éthique.

6. Club informatique des grandes entreprises françaises.

Le « cheval qui a tout faux » ⁷

19 septembre 1998 *Informatisation Entreprise*

(Article publié par la revue *Télécoms Magazine*, numéro 36 de juin 1990. Il a été repris dans l'ouvrage *Entreprises et territoires en réseau*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées 1991 (sous la direction de Frantz Rowe et Pierre Veltz).

J'ai écrit cet article en 1989 pour réagir contre les *success stories* que l'on entend dans les colloques. La réalité sur le terrain me semblait plus modeste, et l'enfer est tellement plus intéressant que le Paradis...

J'ai cru amusant et instructif de décrire une entreprise qui accumulerait toutes les erreurs dans les télécoms. Ce texte évoque le contexte technique de l'époque, j'aurais donc à y changer des détails, mais son esprit reste d'actualité : on s'instruit plus par l'analyse des erreurs que par la contemplation de réalisations exemplaires.

Cela s'applique aussi aux systèmes d'information. D'autres textes décriront les mécanismes de l'erreur dans ce domaine, mécanismes aussi féconds qu'implacables.

* *

Lors des colloques consacrés aux télécommunications d'entreprise, les intervenants aiment à décrire les prouesses de quelques pionniers. Un tel discours est utile : dans la période actuelle, caractérisée par la transition entre « téléphonie pure » et « télécommunications multi-services », le domaine du possible ne cesse de s'élargir. Il est donc instructif

7. www.volle.com/articles/cheval.htm

de voir ce que font ceux qui sont parvenus à sa frontière et s'y livrent à des expériences.

Cependant cette pédagogie par l'exemple peut se révéler décourageante : celui qui compare quelques réalisations exemplaires à la situation des télécommunications dans sa propre entreprise - situation qu'il juge déplorable - risque de croire son cas extrême, et la distance qui le sépare des pionniers infranchissable.

Nous prendrons donc le contre-pied de ces descriptions en présentant, dans le domaine des télécommunications, l'équivalent de ce « cheval qui a tout faux » dont on trouve le portrait dans certaines encyclopédies. Le dessinateur a fait de la pauvre bête un catalogue de toutes les tares ; des flèches l'entourent, indiquant un « dos ensellé », des « genoux cagneux », des « lèvres pendantes », une « queue râpée » etc. De même, nous allons accumuler ci-dessous, pour décrire une entreprise imaginaire (« toute ressemblance avec une entreprise existante ou ayant existé ne pourrait être que le résultat d'une coïncidence », etc.), quelques-unes des tares que l'on peut rencontrer en pratique. Nous nous livrerons ainsi sans retenue aux plaisirs de la caricature.

Cette caricature sera complétée par un petit dictionnaire des idées reçues « à la Flaubert », dans lequel nous accumulons les phrases les plus banales et les plus ressassées que l'on puisse entendre sur les télécoms. Chacun pourra prolonger ce dictionnaire en puisant dans ses propres souvenirs.

L'ambition de ce texte est modeste : il ne s'agit que de montrer, sous une forme humoristique, certains des défauts les plus grossiers que l'on rencontre en pratique. Espérons qu'il sera utile : chacun sait que dans les églises médiévales les fresques décrivant l'enfer sont passionnantes, tandis que celles qui décrivent le paradis sont tellement ennuyeuses.

Une grosse entreprise

Il serait trop facile de considérer une petite entreprise qui aurait l'excuse du manque de moyens et d'informations. Notre cheval sera donc une entreprise de services qui emploie quelques milliers de personnes dans plusieurs dizaines d'établissements répartis sur le territoire français. Elle possède plusieurs centres informatiques, auxquels les établissements sont reliés par des Liaisons Spécialisées (LS) ou via Transpac. Les établissements utilisent des commutateurs privés (ou PABX, pour « Private Automatic Branch Exchange ») plus ou moins modernes. La facture télécom totale, y compris Transpac, est de plusieurs dizaines de millions de francs par an.

Méconnaissance du trafic

Cependant l'entreprise ignore le détail de cette facture et même son montant global. En effet, les services de transmission de données sont gérés par la direction informatique, seule à connaître les dépenses dues à l'usage des LS ou de Transpac. En outre, comme l'immeuble du siège social est propriété du principal actionnaire, le service télécom du groupe garde jalousement pour lui les informations sur le trafic issu de son PABX (il n'est d'ailleurs pas certain qu'il se donne la peine de les établir), ainsi que sur la facture téléphonique correspondante. Le service télécom de l'entreprise ne connaît donc que les dépenses télécom des établissements secondaires.

La place du service télécom

Pauvre service télécom ! Il est animé par deux ingénieurs compétents, qui tiennent soigneusement à jour leurs connaissances. Mais ils sont sortis d'écoles dont le rang est modeste sur l'échelle du prestige, alors que l'entreprise emploie plusieurs polytechniciens, Sup-élec et autres ingénieurs au pedigree comparable. Ils sont par ailleurs enfouis dans le service de l'immobilier. Comment pourraient-ils faire entendre leur voix auprès de la direction ?

L'ignorance de cette direction en matière de télécommunications est notoire, et ils ont encore dans l'oreille la question posée par le secrétaire général un jour où on lui parlait de Transcom : « C'est un nouveau modem » ?

Ils sont considérés dans l'entreprise comme des dépanneurs : on ne leur demande pas d'avoir des idées sur ce que l'installation devrait être, mais de faire en sorte qu'il n'y ait pas de pannes ou qu'elles soient aussi brèves que possible. On voit en eux des techniciens obscurs qui maîtrisent une technique facile et donc peu considérée ; personne ne pense nécessaire de leur faire connaître les besoins des services pour établir les spécifications fonctionnelles de l'installation.

Le choix des PABX

Le renouvellement du PABX d'un établissement est pour le service télécom l'occasion d'une bataille le plus souvent perdue. La tradition veut en effet que le choix du matériel relève de la responsabilité du directeur régional, lequel est soumis par ailleurs à des contraintes budgétaires sévères. Le service télécom s'efforce d'orienter l'entreprise vers les PABX multi-services ; mais le directeur régional choisit presque tou-

jours l'offre du moins disant, et non celle qui comporte le meilleur rapport qualité/prix.

Le directeur régional ignore en effet ce que peut signifier le mot « qualité » dans le domaine des télécoms ; il n'anticipe pas non plus sur une évolution technique qui l'obligera par la suite à de coûteuses adaptations. Il arrive aussi qu'il se laisse séduire par l'inflation des facilités et passe commande sur son PABX d'options onéreuses que personne n'utilisera jamais.

Il résulte de cette procédure que le parc de PABX est hétéroclite, ce qui promet bien des difficultés pour le jour où l'on s'efforcera de les mettre en réseau.

Les relations avec l'informatique

Les relations du service télécom avec la direction informatique sont difficiles. Celle-ci affecte de n'éprouver que du mépris pour la « téléphonie », et s'est fait une religion du « tout X25 » et du « tout LS ». En fait elle considère avec méfiance le développement des réseaux commutés numériques ; elle y voit le cheval de Troie d'une micro-informatique communicante qui pourrait s'émanciper de l'organisation centralisée dont dépend son pouvoir.

Observons en passant que la direction informatique est minée par le conflit entre ceux (majoritaires) qui défendent l'organisation centralisée, et une vigoureuse minorité qui joue au contraire la carte de la décentralisation ; mais pour le moment cette minorité n'a pas voix au chapitre. Le débat porte sur une question de fond : pour les uns, toute l'« intelligence » doit résider dans l'ordinateur ; d'autres admettent qu'une partie de l'« intelligence » peut résider dans le réseau.

Jalouse de l'information sur son réseau, la direction informatique a eu recours au moyen le plus sûr pour empêcher toute fuite : elle a fait en sorte que l'information n'existe pas. Elle ignore donc quel trafic passe sur les LS ou par les raccordements à Transpac. Comme les utilisateurs ne se manifestent que lorsqu'ils sont gênés par les blocages dus à un sous-dimensionnement, les équipements sont sur-dimensionnés. Les abonnements, qui représentent presque le tiers des dépenses télécom totales, sont d'un montant excessif par rapport aux besoins.

La direction informatique veut maintenir des « cloisons étanches » entre les divers moyens de communication. Il ne sera pas question pour elle d'accéder à Transpac via le PABX même si celui-ci est capable de faire de la commutation ou de la concentration de paquets. Elle veut par ailleurs ignorer le plus longtemps possible Numéris, qu'elle s'entête à qualifier d' « expérimental », de « potentiel », etc. ; elle espère sans doute ainsi retarder l'intégration des services de données et du téléphone. Elle a organisé des messageries accessibles uniquement sur le réseau informatique, et ne souhaite pas qu'une organisation générale du courrier électronique vienne ouvrir à d'autres cet outil de communication.

Un téléphone « moral »

Un moralisme étroit règne dans les directions régionales en ce qui concerne le téléphone, considéré comme une perte de temps et d'argent - et non comme un outil de travail. Sous couvert d'économie et pour combattre les « abus » du personnel, la plupart des directeurs régionaux ont instauré des discriminations et surtout des contrôles par opératrices plus onéreux que les dépenses qu'il s'agit d'éviter : ils ne se

sont pas avisés, par exemple, que le temps de travail d'une opératrice coûte plus cher que des communications locales.

D'autres réticences d'ordre « moral » ou sociologique s'opposent à la constitution d'annuaires qui permettraient une utilisation efficace du réseau : chaque établissement a un annuaire distinct, diffusé avec parcimonie, et il n'existe d'ailleurs pas de plan de numérotage homogène ni de numérotation abrégée entre les divers établissements. Toujours pour des raisons « morales », nombre d'établissements n'ont pas la SDA (Sélection Directe à l'Arrivée) ; on estime qu'elle faciliterait à l'excès les appels provenant de l'extérieur. Tous les appels arrivée doivent donc passer par le standard : ceci entrave l'utilisation des services qui, comme la télécopie, fonctionnent mieux sans intermédiaire humain.

Une téléphonie sans organisation

On semble considérer que la téléphonie « va de soi ». La gestion budgétaire du réseau est donc improvisée, les décisions éclatées, la cohérence d'ensemble non assurée, alors que les sommes en jeu sont considérables. Les décisions obéissent aux règles de l'optimisation « sous contrainte budgétaire » (bien éloignée de l'optimisation tout court) : on n'hésitera pas à dépenser si l'on peut imputer la dépense à un poste budgétaire « à l'aise », et l'on sera au contraire d'une avarice sordide si l'on doit l'imputer à un poste « serré ».

Toujours parce que la téléphonie « va de soi », on croit l'utilisateur capable de se débrouiller face à des terminaux inconfortables et à des notices incompréhensibles ; il en résulte que les facilités sont peu utilisées, et on en déduit souvent un peu vite qu'elles étaient inutiles. Ainsi les divers types de renvoi, de filtrage ou de groupement d'appel sont ignorés.

Les opératrices sont certes aimables mais peu nombreuses, mal formées et dotées d'un matériel non ergonomique. Elles sont d'ailleurs surchargées de travail : les correspondants extérieurs passent souvent par le standard en raison de l'absence ou de la méconnaissance de la SDA, et ils ont du mal à joindre leurs correspondants à cause du mauvais usage des facilités téléphoniques ; le répondeur est en outre peu répandu, la messagerie vocale ignorée.

Comme les correspondants intérieurs ne disposent pas d'un annuaire électronique, et que les Minitels sont rares dans l'entreprise, le standard reçoit souvent des questions du genre : « Comment faut-il faire pour appeler l'Espagne ? ». En raison de ses horaires, il est pratiquement impossible pour quelqu'un de l'extérieur de joindre après 17 heures 30 un correspondant dont il ignore le numéro SDA.

L'accueil des appels extérieurs est en définitive inefficace sinon rebutant, et l'image de l'entreprise s'en ressent.

Sous-utilisation des possibilités

Des possibilités techniques et tarifaires avantageuses offertes par le réseau public sont ignorées : l'entreprise n'utilise ni « Trafic + », ni « Colisée », ni les LS téléphoniques ; en fait, elle n'a pas même étudié ces services.

Les applications communicantes (messagerie électronique, télécopie, audio- et visioconférence, archivage électronique, télésurveillance, transferts de fichiers entre micro-ordinateurs etc.) sont peu utilisées, soit parce que l'on surestime leur coût, soit parce qu'on leur attribue des effets pervers, soit enfin parce qu'on en ignore l'existence. Leur mise en place, toujours partielle, se fait par initiative individuelle, loin des yeux des décideurs et dans le désordre.

Plusieurs applications télécom sont entourées en outre de connotations sociales qui en faussent l'usage et contribuent à le limiter : ainsi la télécopie a longtemps été considérée comme un instrument prestigieux, et, à ce titre, elle était réservée aux secrétariats des directeurs ; puis, dans un élan d'ouverture occasionné par un changement de personne, on a jugé qu'il convenait de lui donner un caractère « convivial » : on a alors installé des télécopieurs dans les couloirs, à côté des distributeurs de boisson. On vient de s'apercevoir que cette disposition induisait des déplacements inutiles et des pertes de temps, et l'on s'interroge sur la façon d'organiser l'utilisation de cet outil décidément difficile à assimiler.

La recherche de personnes est un autre exemple de service « connoté » : selon les établissements, elle est « chic » ou non. Il est chic de porter un « bip » au siège social, parce que cela vous fait passer pour l'un des dirigeants suprêmes. En revanche, certains cadres des établissements techniques refusent de le porter, parce que cela les « classerait » comme des membres du service de sécurité.

La tour de Babel de la micro-informatique

L'équipement en micro-ordinateurs avance à la vitesse d'une épidémie : un agent sur trois sera équipé prochainement. L'entreprise n'est donc pas en retard dans ce domaine ; mais comme elle n'a pas mis en place les moyens permettant de faire communiquer ces appareils, la microinformatique est devenue une tour de Babel de logiciels incompatibles. Des amateurs passionnés et têtus se lancent dans la mise au point d'applications originales (mais souvent redondantes) entre lesquelles les échanges sont impossibles, notamment parce qu'elles sont fondées sur des nomenclatures différentes.

Cette situation fait dans l'entreprise l'objet d'un vif débat. Certains la jugent positive : ils disent qu'une certaine dose de désordre et d'indiscipline est inévitable - voire nécessaire - dans une phase d'apprentissage durant laquelle chacun doit apprendre à maîtriser un nouvel outil et à s'en servir à sa façon.

D'autres pensent au contraire que ce désordre sera d'autant plus fécond qu'on utilisera les moyens fédérateurs lui permettant de porter ses fruits ; ils disent que, s'il est difficile d'imposer la compatibilité des traitements de texte ou des tableurs, on peut confronter chacun à la nécessité d'une telle compatibilité en mettant les micro-ordinateurs en communication.

La vivacité et l'intérêt de ce débat n'ont pas suffi, jusqu'à présent, à faire avancer la solution du problème.

L'écart entre les réflexions et la mise en œuvre

La situation ci-dessus est caractéristique d'un aspect de notre entreprise : les questions techniques y sont discutées, parfois âprement, mais les décisions ne suivent pas.

La préparation des décisions obéit d'ailleurs à une méthode un peu étrange : tout se passe comme si un examen superficiel, suivi d'une discussion rapide, pouvait tenir lieu d'étude et même d'expérimentation. Il convient donc de traduire le discours technique de l'entreprise :

« L'archivage électronique, nous connaissons ça » ne signifie pas : « Nous avons fait réaliser une étude approfondie de ce service », mais : « Untel (un cadre de l'entreprise) a lu un article sur le sujet », ou encore : « Untel a assisté à une démonstration sur un stand et nous en a parlé ».

« Nous avons essayé l'EDI (EDI : échange de données informatisé) et ça ne marche pas » ne signifie pas : « Nous avons fait une expérience en utilisant un protocole d'interprétation qui tenait compte des effets taille et autres, et elle a donné un résultat négatif », mais : « Nous avons fait un essai ; comme il était rapide et superficiel, il n'a pas donné de résultat probant ».

L'enchevêtrement des câbles

Le câblage des divers établissements se fait au coup par coup ; partout l'installateur est maître de la documentation, qu'il se garde bien de conserver sous forme écrite : il a, paraît-il, « tout dans la tête » et l'on est obligé de passer par lui pour tous les travaux.

Chaque implantation d'un réseau supplémentaire (liaisons point à point, RLE, modifications des raccordements téléphoniques) occasionne de nouveaux câblages qui se superposent aux anciens. Les gaines techniques sont saturées, et on ne sait plus à quoi servent les câbles qui s'y trouvent (beaucoup sont d'ailleurs débranchés). Il faudra pratiquement tout refaire, à grands frais, lorsqu'on voudra améliorer le réseau.

L'évolutivité des équipements (PABX, câbles), notamment dans la perspective du RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services), n'est pas assurée : les câbles ne permettront pas de transmettre 64 kbit/s, que ce soit parce que leur diamètre est trop faible, qu'ils ne respectent pas les normes garantissant leur protection contre les perturbations électromagnétiques (notamment celles provenant des réseaux électriques), ou que le nombre des points de coupure est trop élevé ; les PABX nécessiteront des équipements coûteux le jour où l'on voudra passer au RNIS.

Conclusion

Évidemment notre cheval est irréaliste ! Aucune entreprise ne présente toutes ces tares à la fois. Mais nombreuses seront celles qui pourront se reconnaître, au moins en partie, dans le portrait que nous avons dressé.

Si l'on ressemble à ce pauvre animal, comment se tirer d'affaire ? Pas d'autre méthode, nous semble-t-il, que *d'aider à se rejoindre la compétence et le pouvoir de décision*. Rien ne peut se faire tant que la compétence ne sort pas d'un cercle de techniciens dépourvus du pouvoir de décider.

Pensons aux prouesses, si souvent décrites, auxquelles nous avons dans ce texte voulu tourner le dos. Leur examen attentif montre qu'elles ont *toutes* résulté d'une action conjointe de la direction de l'entreprise et de l'équipe technique chargée de la réalisation. Souvent, la direction a dû peser de tout le poids de son autorité (et même « faire tomber des têtes », dit-on parfois) pour faire passer des décisions qui bousculaient les habitudes.

Le succès suppose l'accord de trois pôles dans l'entreprise : le pôle stratégique (la direction) ; le pôle organisationnel (la couche « intermédiaire » des chefs de service) ; le pôle technique (les détenteurs des divers savoir-faire concernés). Ces trois pôles existent partout et, sauf cas pathologique, chacun d'eux ne demande qu'à travailler au mieux. Les mettre d'accord sur l'importance et l'urgence de progrès en télécom est cependant un art dont la description demanderait une autre histoire.

Contrairement à d'autres êtres vivants, une entreprise est toujours capable, si elle le veut, de se transformer pour s'adapter à son environnement. La suppression des défauts élémentaires que nous avons signalés est alors rapide. Ensuite, certes, le perfectionnement reste ardu : comme les

transmetteurs le savent bien, les premiers décibels sont plus faciles à gagner que les suivants...

Petit dictionnaire des idées reçues sur les télécoms

(Un dictionnaire « à la Flaubert » cite des phrases que l'on peut vraiment entendre prononcer, ce qui ne veut pas dire que leur contenu soit vrai.)

Annuaire : Pas question de faire un annuaire de l'entreprise : si les numéros de téléphone des gens sont connus, ils recevront des appels et ne travailleront plus.

Annuaire (bis) : Les syndicats s'opposent à ce que l'on mette sur l'annuaire, en face du nom d'une personne, l'indication de sa fonction. Qu'y faire ?

Archivage électronique : Ces services d'images, c'est très joli mais ça ne fait pas sérieux.

Compléments de service : je vais essayer de vous transférer.

Consultants : Tous incompetents et vendus aux constructeurs. D'ailleurs, ils rédigent leurs études en recopiant la documentation technique donnée par les constructeurs (un installateur ; voir « installateurs »).

Discrimination : Depuis qu'on leur a enlevé le 19, les gens défilent dans le bureau de leur chef de service pour pouvoir appeler l'étranger.

Informatique : je ne veux pas savoir ce qui se passe du côté de la téléphonie : moi, avec les LS et X25, j'ai exactement ce qu'il me faut et ça marche très bien (un informaticien ; voir « téléphonie »).

Installateurs : Tous incompetents et vendus aux constructeurs. Ils ne cherchent qu'à vendre du matériel et câblent n'importe comment (un consultant ; voir « consultants »).

Marche à pied : Les gens ont trop tendance à rester confinés dans leurs bureaux. C'est pour cela que nous ne leur donnons pas de moyens télécom évolués : ça les oblige à sortir, à marcher, à se voir.

Messagerie électronique : Personne n'utilisera la messagerie électronique (voir « messagerie électronique (bis) »).

Messagerie électronique (bis) : Si l'on installe une messagerie électronique, il faudra mettre comme sur le téléphone des filtrages pour ne pas être submergé par les messages.

Messagerie rose : Pas de Minitel chez nous : les gens passeraient leur temps sur les messageries roses.

Micro-ordinateur : jamais un directeur ne se mettra à la dactylographie. C'est ma secrétaire qui se sert du micro-ordinateur. Il lui est d'ailleurs très utile.

Micro-ordinateur (bis) : J'estime que le micro-ordinateur doit marcher tout seul. Si je ne comprends pas la machine, c'est la machine qui a tort.

Micro-ordinateur (ter) : C'est vrai qu'il faut faire communiquer les micro-ordinateurs. Mais moi, ce qu'il me faut, c'est des LS et X25 (le même informaticien).

Micro-ordinateur (quater) : Pourquoi chercher la cohérence ? Que chacun fasse comme il veut, qu'il y ait un peu de pagaïe, c'est super ! (un second informaticien).

Notice d'utilisation : « Votre correspondant est occupé. Vous pouvez obtenir le rappel automatique : consultez la notice » (message enregistré sur le PABX d'un centre de recherches spécialisé dans les télécoms).

Notice d'utilisation (bis) : Les gens ne liront pas la notice, et il sera impossible de les faire venir à une réunion dont l'objet serait d'apprendre à se servir du téléphone. On n'aura que les secrétaires : les chefs ne veulent pas passer pour des ignorants.

Numéris : A quoi ça sert, le RNIS, en dehors de la télécopie groupe 4 ? J'aimerais bien qu'on me l'explique (un installateur).

Numéris (bis) : je ne veux même pas entendre parler de Numéris : c'est de la téléphonie, ça ne m'intéresse pas (le premier informaticien ; voir « téléphonie »).

Recherche de personnes : Pas question de porter un « bip » sur moi : je ne veux pas que l'on me prenne pour le pompier de service.

Répondeur : A quoi ça sert, les répondeurs ? Moi, quand je tombe sur un répondeur, je raccroche aussitôt.

Responsabilité : Les gens sont irresponsables. Si vous ne les faites pas passer par le standard, ils téléphoneront tout le temps à l'étranger pour avoir des nouvelles de leur famille qui est en vacances.

RNIS : RNI quoi ? (un dirigeant d'une grande entreprise).

RNIS (bis) : La Banque Nationale m'a dit que vous n'aviez pas le RNIS en France, parce que Numéris ce n'est pas tout à fait le RNIS (un industriel étranger).

Télécopie : Les gens envoient déjà des notes sans enregistrement, sans signature, sans date et sans liste de destinataires : imaginez la pagaïe si, en plus, on leur donne la télécopie !

Télécopie (bis) : On ne va tout de même pas mettre des télécopieurs dans les ateliers. C'est réservé aux directeurs.

Téléphonie : Moi, mon téléphone, tout ce que je lui demande c'est de ne pas tomber en panne. D'ailleurs personne ne sait utiliser les compléments de service.

Mise en perspective⁸

19 septembre 1998 *Économie Philosophie*
(Chapitre 15 de *e-conomie*, *Economica*, 2000).

Ce chapitre résume une réflexion qui, partie de la critique des apports de la théorie économique, a abordé par étapes des domaines qui lui sont complémentaires. Il s'agit de relativiser la théorie économique : il faut donc la placer dans un cadre qui la dépasse, et recourir à des méthodes qui sortent du cadre technique dans lequel nos autres travaux se sont situés. Cependant la mise en perspective ainsi obtenue contribue à leur interprétation.

Pour délimiter l'économie, et notamment pour répondre à sa prétention d'assurer le bonheur des gens, nous avons dû identifier les principes qui sont à la racine respectivement de la réflexion économique et de la réflexion éthique, principes auxquels nous associons les noms de Pareto et de Rawls⁹. La théorie de l'équité a subi à son tour la critique : si la justice est condition nécessaire du bonheur, elle n'en est pas condition suffisante. Il faut donc aller au-delà de l'équité, pénétrer le territoire délicat de la vie relationnelle et examiner ce qui s'y partage. Ici la référence à Husserl est précieuse.

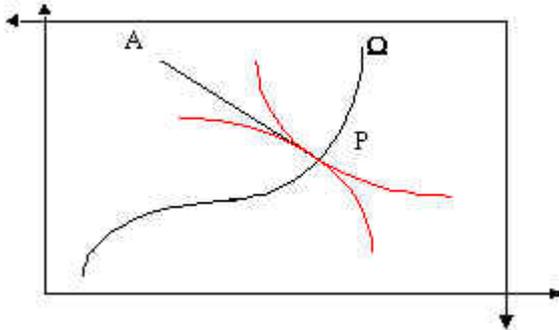
8. www.volle.com/ouvrages/e-conomie/perspective.htm

9. Ceci suppose de rattacher d'abord chaque discipline intellectuelle à son principe, démarche qui suscite le débat. Certains ont une intuition qui réclame l'ordre déductif ; elle ne se satisfait que lorsqu'elle a rangé un domaine de connaissance sous un principe unique à partir duquel elle peut procéder *more geometrico*. D'autres ont plutôt l'intuition du naturaliste, qui classe les phénomènes selon une sorte de cartographie. Chacune de ces intuitions est utile à une phase spécifique de la réflexion mais, lorsqu'il s'agit de comparer des disciplines et de délimiter leurs apports, c'est bien à leurs principes qu'il faut se référer.

Efficacité

L'optimum de Pareto est au cœur du raisonnement économique. Cette référence est tellement présente que parfois on l'oublie, de même que l'on pense rarement aux fondations de la maison que l'on habite. C'est elle qui soutient les raisonnements en termes d'offre et de demande, de prix d'équilibre, d'échange etc.

La « boîte d'Edgeworth » en fournit une représentation commode lorsque l'on considère le cas le plus simple : une économie à deux agents et à deux biens. Les deux agents, dotés chacun d'une fonction d'utilité quasi concave, se partagent les biens disponibles. La « boîte » est un rectangle, la longueur des côtés représentant les quantités disponibles de chaque bien. On associe à chaque agent deux axes ayant pour origine un sommet de la boîte, de sorte que chacun détient une « dotation initiale » représentée par le point A . On dessine dans la boîte les courbes d'indifférence de chaque agent. Le prix d'équilibre est le rapport d'échange qui leur permet d'atteindre un optimum de Pareto P , c'est-à-dire une situation telle que l'utilité de l'un des agents ne pourrait pas être accrue sans diminuer l'utilité de l'autre. L'ensemble des optima de Pareto est la courbe W .



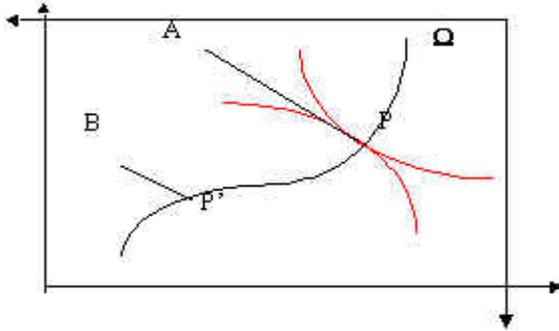
Cette représentation graphique n'est utilisable que si l'on se limite à deux biens et deux agents. Mais le modèle peut s'étendre à un nombre quelconque de biens et d'agents ; il peut assimiler l'aspect temporel, et donc les comportements d'épargne ; il peut assimiler le fait qu'un agent détienne une fonction de production, et donc la transformation des facteurs de production en produits, ainsi que l'investissement ; il peut assimiler l'incertitude propre aux anticipations, et donc le traitement du risque, ainsi que celui des erreurs d'anticipation.

La richesse de ces extensions témoigne de la fécondité de ce modèle dont les fondements mathématiques ont été définitivement établis par Arrow et Debreu¹⁰. Il sert de référence, même si l'on renonce à certaines des hypothèses qui lui sont souvent associées (comme l'hypothèse des rendements décroissants de la fonction de production, qui conduit à ne considérer que les marchés en situation de concurrence parfaite, et qui n'est pas vérifiée par l'économie à coûts fixes).

En partant de la boîte d'Edgeworth, on peut voir clairement la différence entre efficacité et équité. Si la dotation initiale avait été B et non A , l'optimum de Pareto serait P' et non P . En P' , la répartition des biens entre les deux agents est plus avantageuse pour l'un, et moins pour l'autre, qu'elle ne l'aurait été en P . C'est la dotation initiale qui détermine, parmi les optima de Pareto, celui auquel conduira l'équilibre économique ; et le long de la courbe W l'utilité de l'un décroît pendant que celle de l'autre augmente. L'optimum, qui assure l'efficacité de l'économie, est indifférent à la façon dont les agents se partagent les richesses, ou plutôt

10. Gérard Debreu, *Theory of Value. An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium*, 1959.

sa recherche se fait après une répartition initiale qui a déjà tranché la question ¹¹.



Si l'on prend l'une ou l'autre des extrémités de la courbe W , on obtient des points où l'un des deux agents est fortement désavantagé par rapport à l'autre : le maximum de l'iniquité - c'est-à-dire l'esclavage - peut donc être économiquement efficace, et le modèle de Pareto ne donne aucun argument contre cette forme d'organisation sociale.

Principe de Pareto

L'économie est le domaine de l'efficacité. Elle est fondée sur la règle : « faire au mieux avec ce que l'on a ». Le « mieux » désigne ici l'utilité des divers individus qui composent la société considérée, « ce que l'on a » désigne les dotations initiales (biens de consommation, facteurs de production, fonctions de production) de chacun des individus.

11. Cette conclusion reste valable même si l'on tient compte du fait que le prix d'équilibre ne s'établit pas spontanément, mais après un tâtonnement : dans ce cas le chemin entre les points A et P n'est plus une droite, mais une ligne brisée qui serpente entre les deux courbes d'indifférence passant par A .

« Faire au mieux » avec « ce que l'on a », c'est prendre les décisions de production et d'échange qui permettent d'arriver à une situation telle que toute autre impliquerait la diminution de l'utilité d'au moins un agent, à un « optimum de Pareto ».

Cependant l'économiste ne se demande pas si les dotations initiales (« ce que l'on a ») dont part l'économie sont équitables ou non. Il est vrai que l'économie exclut les rapports de prédation où un agent s'emparerait des biens d'un autre sans rien donner en échange : elle ne considère que des rapports d'échange équilibrés. Mais la dotation initiale peut résulter d'une prédation. Si un peuple s'est emparé des biens d'un autre peuple, sans doute le peuple qui a été dépouillé cherchera à reconquérir ce qui lui a été pris plutôt qu'à échanger avec le prédateur pour atteindre un optimum de Pareto.

On atteint donc ici une limite du modèle économique. Faut-il l'élargir pour qu'il puisse prendre en compte les exigences de l'équité et de la cohésion sociale, ou faut-il considérer qu'elles lui sont étrangères ? Nous préférons faire le second choix pour deux raisons :

– l'efficacité apporte un enrichissement qui résout des problèmes de société : quand l'ensemble de la société dispose de plus de richesses pour se loger, se nourrir, se vêtir, se déplacer et communiquer, cette richesse profite à chacun, souvent (mais pas toujours) aux plus pauvres, et les plus pauvres d'un pays riche sont souvent (mais pas toujours) plus riches que la classe moyenne d'un pays pauvre. Cependant la tendance actuelle à l'accroissement de l'inégalité des revenus dans les pays industrialisés, l'indifférence (teintée justement

d'économisme¹²⁾ envers les laissés pour compte, montrent que l'économie ne résout pas tout. Il est donc sain de délimiter le domaine dans lequel elle apporte des leçons utiles, et celui dans lequel elle n'apporte rien ou, pis encore, des illusions de solution.

– il est en général salubre de délimiter la portée d'une discipline. On ne doit pas tout attendre d'un ensemble de propositions abstraites visant à outiller ceux qui s'occupent d'un domaine spécial. L'efficacité est respectable, mais n'est pas le tout de la vie humaine. Laissons à l'économie la tâche de traiter les questions d'efficacité, ne lui demandons pas de régler en outre les questions d'équité.

La « théorie du bien-être » règle, semble-t-il, la question de l'équité en définissant une fonction $W(U_1, U_2, \dots, U_n)$ des utilités individuelles, l'équité étant atteinte lorsque l'on choisit celui des optima de Pareto qui maximise W . Mais, comme dit Intriligator, « *this remaining choice is a social, political, and ethical problem rather than an economic problem since it raises the issue of comparing utilities or 'desservingness'*¹³ ». La théorie économique implique en effet une définition ordinale de l'utilité qui interdit la comparaison entre les utilités atteintes par deux consommateurs ; or la définition de W implique une telle comparaison.

Utiliser une fonction W des utilités permet certes de « faire avancer le calcul » et d'établir des résultats intéressants, mais présente aussi des inconvénients sérieux : sur le plan des principes, en rompant avec la règle de non comparabilité des utilités individuelles ; sur le plan théorique, en introduisant une ambiguïté sur la frontière entre l'écono-

12. Attitude qui consiste à affirmer que l'économie a réponse à tout.

13. Michael D. Intriligator, *Mathematical Optimization and Economic Theory*, Prentice Hall, 1971.

mique et l'éthique ; sur le plan pratique, en supposant que la répartition des droits de propriété sur le stock de capital peut s'ajuster aussi soupagement que les prix des flux de biens échangés – alors que si le marché sait déterminer paisiblement les prix, seule une prédation peut modifier des droits de propriété.

Dire que l'économie a des limites ne veut pas dire qu'elle ne vaille rien, mais qu'elle répond - d'ailleurs correctement - à une ambition limitée. Ceux qui prétendent qu'elle répond ou devrait répondre à tout commettent l'une ou l'autre des deux erreurs suivantes :

– ils croient qu'une pensée incomplète dans son extension serait une pensée sans valeur ; c'est ignorer que la pensée procède en faisant abstraction de certains aspects du réel ou de l'expérience dont l'existence n'est pas supprimée pour autant, et qu'elle est donc toujours incomplète. – ils estiment que seuls les buts économiques méritent d'être poursuivis, et nient l'existence des questions non économiques ; c'est étendre la portée de l'économie bien au delà de ce qu'elle peut et sait faire.

Hayek¹⁴ estime que l'économie règle tous les problèmes, à condition que chacun perçoive que le jugement porté par le marché sur son activité ne concerne pas sa personne : ce n'est pas selon lui parce que votre entreprise ferme, vous licencie et vous met au chômage, que vous ne valez rien. Vous devez, dit-il, supporter sereinement les décisions du marché car elles ne vous visent pas personnellement ; c'est en laissant le marché fonctionner que l'on atteindra au mieux le bien-être de tous. Il ne faut pas y mettre d'amour propre.

14. Friedrich Hayek, *The Constitution of Liberty*, 1960.

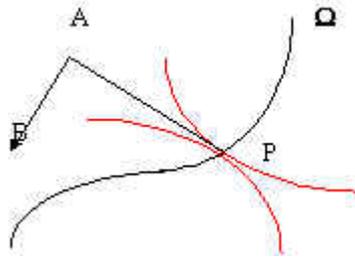
Tout cela est fort bien - et il n'y a pas lieu en effet de se sentir visé par le fonctionnement mécanique et anonyme du marché -, mais la question de l'équité reste posée et ce n'est pas cette mécanique qui lui répondra.

Échange et prédation

Il est donc utile d'examiner les relations entre les rapports d'échange (économie) et les rapports de prédation, la prédation étant la négation de l'échange - et donc une dimension de la vie réelle que l'économie ne prend pas en considération.

Certains agents peuvent juger inéquitable la situation qui leur est faite. Cette injustice ne peut pas être corrigée par l'échange, c'est-à-dire par l'économie. Ils peuvent alors chercher à sortir du jeu économique pour modifier, par la force, le partage des dotations initiales. Une des méthodes utilisée pour amorcer la dynamique guerrière est de se mettre délibérément en situation de déséquilibre.

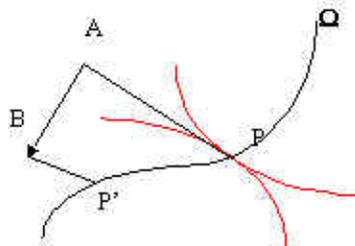
Dans *La guerre des Gaules* César décrit comment les Helvètes brûlent leurs maisons et leurs stocks de nourriture pour s'ôter tout espoir de retour avant de se lancer à la conquête de la Gaule. Hitler, en conduisant un gigantesque programme d'armement, mit délibérément l'Allemagne en faillite ; ainsi seul le butin pouvait redresser la situation. Les croisés qui mirent Constantinople à sac n'établissaient pas par tâtonnement le prix des biens qu'ils convoitaient, mais s'en emparaient à la pointe de l'épée.



La prédation peut prendre des formes non guerrières, donc moins visibles : les Japonais âgés, dont les caisses de retraite se sont gavées d'actifs américains, ont subi du fait de la baisse du dollar une importante perte de pouvoir d'achat. Agir de sorte que la valeur d'une dette soit diminuée, c'est une forme sournoise de prédation.

Pendant une guerre, la recherche de l'efficacité économique passe au second plan. Lorsque la prédation est sournoise (non militaire), on est également loin de l'optimum. Il en résulte des situations qui étonnent les économistes accoutumés à raisonner tout près de l'optimum.

Après une guerre, les relations d'échange reprennent le dessus. Les agents partent de la dotation initiale résultant du conflit, et se dirigent par tâtonnement vers l'optimum correspondant. Le vainqueur est celui qui a réussi à accroître son utilité au détriment de l'autre.



Équité

L'apport de Rawls à la théorie de l'équité semble aussi solide, aussi définitif et aussi fécond que celui de Pareto à la théorie économique. Pour l'évaluer, il est utile d'examiner d'abord les apports de la théorie du contrat social.

Limites du contrat social

L'éthique, c'est le domaine de la règle, du droit. Elle considère non pas tel ou tel match de rugby, mais les règles du rugby. Elle est donc abstraite, moins intéressante sans doute qu'un match, mais utile : si les règles du rugby sont mal définies, les matchs seront moins intéressants tant pour les joueurs que pour les spectateurs.

Rousseau¹⁵ a traité la question du droit par une fiction historique ingénieuse, le contrat social, qui aurait été conclu dans le passé entre l'individu et la société. Par ce contrat, l'individu renonce à son droit naturel, c'est-à-dire au droit de satisfaire son appétit sans se sentir solidaire ni responsable envers autrui. Il accepte les règles que la société lui impose parce qu'il a compris qu'une société fondée sur le droit était préférable à une société fondée sur la force. Il cesse d'être « naturel », c'est-à-dire prédateur, et admet par avance d'être sanctionné s'il contrevient à la loi.

La loi, dit Spinoza¹⁶, est édictée par le « souverain » (qui peut être un monarque, une classe dirigeante constituée en aristocratie, ou encore une assemblée élue représentant l'ensemble de la population). Le « souverain » est aussi le juge qui détermine les sanctions en cas de manquement à la loi.

15. Jean-Jacques Rousseau, *Du contrat social*, 1762.

16. Baruch de Spinoza, *Traité théologico-politique*, 1670.

La séparation des pouvoirs recommandée par Montesquieu ¹⁷ entre législatif et exécutif établit au sein du souverain une distinction qui n'altère pas son unité ; elle a pour rôle d'empêcher que le législateur ne soit capricieux et opportuniste, et ne taille des lois sur mesures pour régler ses comptes.

Le citoyen qui s'est dépouillé de son droit naturel confie au souverain le monopole de la violence. Seul le souverain a le droit d'utiliser les armes, de punir ; il détient la justice à l'intérieur, la force armée vers l'extérieur. Mais ce système laisse entière la question du droit auquel le souverain doit lui-même obéir dans ses rapports avec d'autres souverains. Pour Spinoza le souverain est un « individu » naturel par rapport aux autres souverains ; le droit n'existe pas entre les nations, qui ont donc des rapports de pure prédation. La seule abdication du droit naturel est celle du citoyen envers le souverain, envers la cité.

L'émergence d'institutions internationales, d'une police internationale, des forces armées des Nations Unies, ainsi que d'un tribunal international et d'une opinion publique internationale, inaugure l'ère où les souverains sont eux-mêmes citoyens d'une cité plus vaste, où le monde devient un seul pays du point de vue du droit. Dès lors l'individu naturel, le droit naturel ont disparu, la prédation n'a (juridiquement, sinon en fait) plus sa place sur terre. Tout souverain a au-dessus de lui un souverain supérieur, qui n'est pas un Dieu mais une institution mondiale, et qui ne rend de compte à personne - mais elle n'a personne à opprimer, puisqu'il n'existe pas d'autre monde à conquérir.

Le contrat social décrit la relation entre le citoyen et la cité, mais ne fournit pas de critères au nom desquels on pour-

17. Montesquieu *De l'esprit des Lois*, 1748.

rait dire qu'une loi est équitable ou non. Il repose sur une hypothèse, celle de l'infailibilité du souverain qui représente, chez Rousseau, la volonté collective. Or cette infailibilité est une fiction : il ne suffit pas qu'une idée soit soutenue par une autorité souveraine, fût-ce celle de la majorité, pour qu'elle soit juste, que l'on prenne cet adjectif au sens de justesse comme de justice.

Principe de Rawls

Reste donc à définir le critère qui permettra de juger les lois. Rawls apporte ici une innovation essentielle, celle du « voile d'ignorance », dont il déduit le « principe du maximum » et la hiérarchie des exigences de l'équité¹⁸.

Le « voile d'ignorance » n'est pas, comme le contrat social, une fiction historique, mais une abstraction fondatrice de la réflexion éthique¹⁹. Il s'agit du dispositif suivant : supposons qu'un individu ignore sa place dans la société, son âge, son sexe, la couleur de sa peau, bref les particularités génétiques et sociales qui le caractérisent en tant qu'individu ; il sait seulement que de telles particularités existent, qu'il sera invité à participer au jeu social après avoir été doté d'un ensemble de ces particularités, mais rien ne les lui laisse prévoir. Et c'est à cet « individu » là que l'on demande de définir les lois qui vont régler les relations entre personnes, et en particulier de déterminer, avant que le jeu économique ne commence, la dotation initiale dont chacun est pourvu.

Seront par définition équitables les lois construites par cet individu (ou par un individu qui se mettrait derrière le voile

18. John Rawls, *A Theory of Justice*, 1971.

19. Il est vrai que chez Rousseau la fiction historique joue le rôle d'une abstraction fondatrice.

d'ignorance par un effort d'abstraction), seront inéquitables les lois qu'il refuserait.

Comme l'individu placé dans cette situation ne sait pas s'il sera blanc ou noir, femme ou homme, jeune ou vieux, stupide ou intelligent, il ne prendra pas de dispositions juridiques qui opprimeraient les personnes selon la couleur de leur peau, leur sexe, leur âge, leur talent. Sont donc inéquitables les dispositions racistes, sexistes, le système des castes, ainsi que l'esclavage et l'appropriation de tous les biens par une minorité. L'individu placé derrière le voile d'ignorance sait qu'il existe une probabilité non nulle pour qu'il ait dans la société, une fois les cartes distribuées, une place défavorisée ; il est donc attentif au sort du moins favorisé, ne serait-ce que par prudence. Les dispositions équitables seront celles qui assurent au plus défavorisé le meilleur sort possible : c'est le *principe du maximin*.

Par ailleurs, parmi les règles qui déterminent les rapports sociaux, certaines seront jugées plus fondamentales que d'autres : il est exclu que quelqu'un puisse aliéner sa liberté, qui doit être préservée dans la limite des libertés des autres ; puis l'égalité des chances doit être respectée ; enfin, l'égalité économique. Les obligations vont en décroissant de la première à la troisième.

L'individu placé derrière le voile d'ignorance n'est d'ailleurs pas nécessairement un égalitariste, car chercher le bien-être du plus défavorisé ne signifie pas que la société garantisse l'égalité. Une certaine inégalité des conditions peut en effet favoriser l'épanouissement des talents qui contribuent au bien-être, y compris à celui du plus pauvre, alors qu'un égalitarisme absolu peut aboutir à l'égalité, certes, mais dans la misère. L'équité n'implique donc pas nécessairement l'égalité absolue des conditions.

Le critère de Rawls permet de fonder l'équité avec rigueur. La recherche de la justice ne se fonde plus alors sur des aspirations généreuses mais vagues, des indignations et des coups de cœur, mais sur la raison. Elle a des conséquences pratiques précises : en effet, tout comme le critère de Pareto, le critère de Rawls se décline en applications d'une grande diversité.

Efficacité, équité et STC

Les formes d'emploi endogènes au STC (Système technique contemporain) introduisent une dissymétrie forte entre ceux qui occupent des postes de conception et représentent l'actif le plus précieux des entreprises, ceux qui réalisent la distribution, et ceux qui n'ont pas d'emploi. Par ailleurs, la concurrence monopolistique est porteuse de violence.

Le risque d'une rupture de la cohésion sociale est donc endogène au modèle. Or la répartition de la richesse dans le STC pose deux problèmes résultant de la forme de la fonction de production.

Il faut d'une part savoir comment indexer la redistribution des revenus alors que la productivité marginale du travail n'a plus de sens. Il faut donc remplacer, dans le rôle d'index de distribution des revenus, la quantité de travail (plus ou moins homogène) par d'autres index du type « rente d'innovation ».

Puis se pose le problème de la régulation. Il existe dans notre société des formes de salaires liées au rendement qui incitent à l'effort et à la productivité. Par quel type de régulation pourra-t-on, dans l'économie du STC, inciter les producteurs à innover, à faire des efforts pour améliorer la productivité d'ensemble ? Une première réponse réside dans la

pratique des stocks options données ou promises aux cadres des « start ups » californiennes qui anticipent une plus-value sur les actions de l'entreprise. Des salariés qui, en capitalisant leur savoir-faire, contribuent au stock d'actifs immatériels de l'entreprise, sont ainsi rémunérés par une quote-part de son capital. Cette anticipation sur les plus-values joue un rôle décisif dans les décisions d'embauche et de carrière de ces cadres.

Par ailleurs la concurrence monopolistique découpe le marché en zones à l'intérieur desquelles règne un monopole de fait, et sur les frontières desquelles se mène une guerre de concurrence. Cela impose l'analogie avec l'organisation de la société féodale où le château fort domine un fief qui, sur ses frontières, fait la guerre avec les fiefs voisins. La société féodale réalisait ainsi l'équilibre d'une économie agricole, un équilibre militarisé, conflictuel. De même en concurrence monopolistique les entreprises se font la guerre.

La concurrence parfaite est un régime plus paisible : le marché impose un prix, l'entrepreneur s'occupe surtout de minimiser son coût de production. En concurrence monopolistique, l'entrepreneur a avancé le coût de production avant de commencer à vendre, dans un contexte d'économie mondiale où l'innovation est forte, où les coûts de transport sont négligeables. Il peut être évincé par un concurrent du bout du monde. Les frontières que la concurrence monopolistique dessine dans l'espace des besoins doivent être défendues en permanence.

Complétons le modèle schématique que nous avons fourni. Pour endogénéiser l'équilibre, définir les alvéoles etc., nous avons supposé que toutes les entreprises avaient la même fonction de coût. C'est une vision simplifiée. Si une innovation technique permet à l'un de vos concurrents de baisser son coût fixe, s'il est en mesure de pratiquer un prix inférieur

au vôtre, vous pouvez être évincé du marché. En témoignent l'économie du logiciel, du transport aérien, des télécoms.

Dans cette situation risquée, l'entrepreneur cherche à s'allier à d'autres pour limiter les risques, à s'adosser à des partenaires pour faire front. La stratégie de partenariat est endogène au modèle, ainsi d'ailleurs que son instabilité. On retrouve l'analogie avec la société féodale où les seigneurs passaient des alliances sanctionnées par des serments terribles qu'ils violaient d'ailleurs peu après : les serments sont d'autant plus solennels que les alliances sont plus instables.

Les entrepreneurs, soumis à des incertitudes et à des risques angoissants, vont être tentés d'acheter les acheteurs. La corruption²⁰, ou au moins la tentation de corruption, est endogène à la concurrence monopolistique. Il ne faut pas s'étonner si l'économie actuelle est caractérisée par les « affaires », les « caisses noires », et si les mises en examen pour corruption active pleuvent sur les responsables des grandes entreprises. Il est d'ailleurs difficile de faire ici la part des choses : sur un marché où tous les concurrents achètent les acheteurs, celui qui respecterait la loi serait éliminé. L'entrepreneur a le choix entre quitter le marché ou violer la loi.

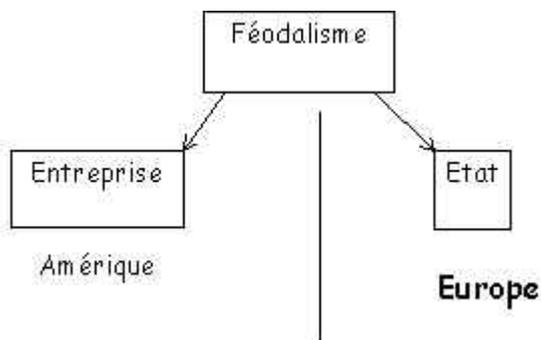
Dans un contexte de concurrence exaspérée, il est relativement facile d'acheter quelques salariés d'un concurrent. Ils dénonceront vertueusement les pratiques illégales de leur patron, qui sera déstabilisé par une mise en examen au moment d'un appel d'offres important... La presse se fait régulièrement l'écho de ces affaires, et il est inutile de citer ici des noms d'entreprises, d'entrepreneurs, d'hommes politiques et de magistrats ; le modèle de concurrence monopolistique per-

20. Mais où il y a tentation il y a faute, statistiquement parlant.

met d'interpréter ces événements et de moins s'en étonner, sinon de moins s'en inquiéter.

Les comportements mafieux, qui ne sont rien d'autre que des comportements de type féodal, les « affaires », sont endogènes à l'économie de concurrence monopolistique. Le glissement vers l'enrichissement personnel sera ensuite d'autant plus tentant qu'il est plus discret. La pointe de la modernité (l'économie automatisée issue du STC, des NTIC (Nouvelles technologies de l'information et de la communication) etc.) redécouvre des formes d'organisation que l'on croyait archaïques, mais qui semblaient telles parce qu'elles n'étaient pas endogènes à l'économie mécanisée du système technique antérieur.

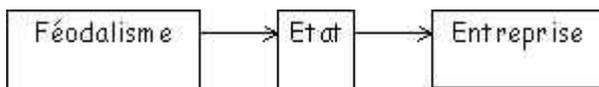
Il est intéressant ici de reprendre les méditations de Saint-Simon et Gramsci sur la succession des formes d'organisation²¹. Pour Gramsci, l'« hégémonie » - c'est-à-dire la direction politique et intellectuelle de la société - a quitté l'aristocratie pour passer en Europe à l'État, en Amérique à l'Entreprise²². Le schéma de l'évolution serait donc le suivant :



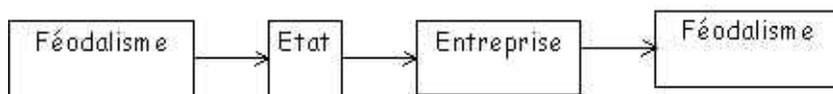
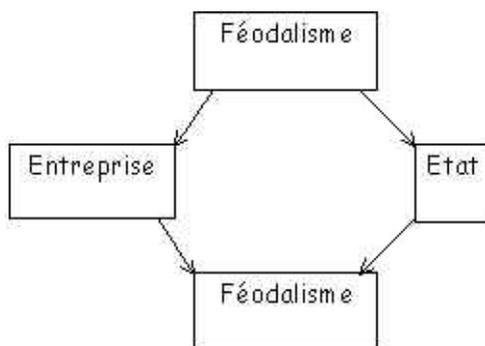
21. Pierre Musso, *Télécommunications et philosophie des réseaux : la postérité paradoxale de Saint-Simon*, PUF, 1997.

22. Gramsci, *Note sul Machiavelli*, 1975.

Pour Saint-Simon, le schéma serait plutôt celui d'une succession d'étapes impliquant une « américanisation » de l'Europe²³ :



Ces deux auteurs étaient les témoins de l'émergence d'une société industrielle mécanisée. Que l'on prenne l'une ou l'autre de ces deux représentations, le STC impliquerait sous une forme moderne un retour au féodalisme :



Le ver est dans le fruit. Le risque est élevé : aucun citoyen ne souhaite vivre dans une société dominée par des entreprises qui auraient érigé la corruption en système et tirant parti d'un monopole consolidé par des pratiques illégales. Par

23. Saint-Simon, *Le catéchisme des industriels*, 1824.

ailleurs, la violence guerrière de la concurrence, l'escrime rapide, nerveuse, complexe entre entrepreneurs, risque de susciter une déperdition d'énergie par rapport aux enjeux économiques (innovation technologique et technique, pertinence de la différenciation, qualité des modes de distribution). Les entrepreneurs deviennent trop « politiques » et trop peu « économiques ». L'instabilité des partenariats nuit à la qualité de l'offre et à la clarté des médiations commerciales.

L'équilibre de concurrence monopolistique porte le germe de sa propre mort si des mesures médicales appropriées ne sont pas prises. Le développement des réflexions éthiques et déontologiques dans les entreprises et les organisations patronales, ainsi d'ailleurs que la production théorique de Rawls et de ses collègues, sont une première réponse à ce danger.

Le législateur et l'appareil judiciaire sont confrontés à un défi. Le STC a besoin d'un cadre juridique pour limiter les tentations, graduer les sanctions selon la nature des fautes, stabiliser les contrats, protéger les faibles ou les « naïfs » qui pensent d'abord en termes d'efficacité économique. Rien ne peut être résolu si les lenteurs de la justice protègent de facto les escrocs, si l'engagement des poursuites obéit à la recherche du sensationnel, etc. Il faudra que le législateur use d'expérience et de discernement pour prendre les dispositions pertinentes, et que les magistrats soient mûrs et pondérés dans leur application. Une claire perception du jeu mutuel des principes d'efficacité et d'équité peut aider à cette élaboration.

Si l'on accepte l'hypothèse selon laquelle efficacité et équité doivent être considérées séparément, l'addition « en couches » des théories de Pareto et de Rawls peut éclairer ces questions. Parler de couches conduit d'ailleurs naturellement à s'interroger sur leur « interface » - ce qui est sans doute plus fécond que de les supposer indépendantes.

Une situation inefficace est logiquement intolérable, puisqu'il serait possible de faire mieux avec les mêmes ressources, sans réduire la satisfaction de quiconque. La recherche de l'efficacité est donc un préalable logique (mais pas forcément chronologique) à la recherche de l'équité.

La recherche de l'équité s'arrête au point où elle commencerait à devenir inopérante du point de vue de l'équité même, c'est-à-dire à engendrer une inefficacité qui dégraderait le sort des moins favorisés ; la recherche de l'efficacité s'arrête au point où l'iniquité qu'elle engendre ou qu'elle consacre susciterait des réactions (grèves, insurrections, guerres civiles etc.) susceptibles de compromettre l'efficacité même.

Ceci délimite clairement ce que l'on doit attendre de la théorie économique : si la recherche de l'efficacité n'implique pas l'équité, il est naïf de s'étonner que l'efficacité puisse être compatible avec l'iniquité, ou encore que le progrès économique n'apporte pas automatiquement une amélioration de l'équité. Il est très risqué de laisser l'économie déterminer le social, et de lui faire jouer le rôle dominant dans la définition de la politique : une politique « économiste », aveugle aux exigences de l'équité, peut faire exploser la cohésion sociale avec en retour des dommages importants pour l'efficacité elle-même.

Cependant rien n'autorise à penser que l'on a, en associant les deux modèles de Rawls et de Pareto, traité l'ensemble des questions qui se posent à une collectivité humaine. Ni l'un ni l'autre de ces modèles, ni celui obtenu en les conjuguant, ne traitent du courage nécessaire devant les exigences du destin individuel (responsabilité, anticipation de la mort), ni du fait qu'autrui est non seulement un semblable (ce dont

tient compte le principe maximin), mais aussi un autre, avec la fécondité et les difficultés de la relation d'altérité²⁴.

Relationnel

L'équité est un jugement porté sur des règles, sur des lois, non sur les comportements qui concrétisent les rapports entre individus. Pour juger un comportement concret et daté, on peut d'abord le confronter avec la loi : il est licite ou non. Mais la loi n'épuise pas la diversité des situations, et un jugement qui se fonde uniquement sur elle ne peut pas répondre à tous les cas particuliers. Il faut dépasser le couple formé par l'efficacité et l'équité si nous voulons penser les relations entre individus concrets dans la vie quotidienne, et leurs échanges qui passent par des paroles, des actes, des attitudes de respect ou de mépris.

Nous ne pouvons entrer en relation avec autrui que dans la mesure où nous avons avec lui une communauté de langage et de représentations, et où nous lui sommes semblables à cet égard. Mais par ailleurs le dialogue ne peut présenter un intérêt mutuel que dans la mesure où nous sommes différents, car la discussion entre deux personnes identiques ne serait qu'un rabâchage d'idées partagées. Ces deux conditions, quoique contradictoires, peuvent être respectées simultanément car elles portent sur des couches différentes de l'individu.

Ce que nous partageons tous avec tous, c'est la condition humaine. C'est elle que l'on découvre en soi lorsqu'on s'efforce, pour atteindre l'essentiel, de dépouiller les caractéristiques accidentelles de l'individualité. Qu'ai-je en moi d'essentiel ? ce ne sont ni le lieu, ni la date de ma naissance,

24. Edmund Husserl, *Cartesianische Meditationen*, 1931.

qui sont des événements fortuits ; ce ne sont pas mon nom, mon sexe, la langue que je parle, la culture qui me fournit mes repères, ma famille, ma patrie, quelles que soient les relations affectueuses et profondes que je puis avoir avec ces deux dernières qui m'ont nourri et formé. Ce ne sont ni ma santé, ni mon intelligence, ni ma force, ni mes infirmités. Ce que j'ai de plus profond, c'est d'être un être humain, qui est né, se développe, entre en relation amicale ou en conflit avec d'autres êtres, pense (c'est-à-dire, comme dit Descartes, « qui doute, qui conçoit, qui affirme, qui nie, qui veut, qui ne veut pas, qui imagine aussi, et qui sent »²⁵). Cet être est confronté à la diversité de la nature, parcourt son destin, et mourra après avoir rempli une part des possibilités qui lui étaient initialement offertes.

Mon destin me met en rapport avec des personnes qui, comme moi, sont revêtues des accidents d'une individualité, et comme moi parcourent une trajectoire à la fois limitée et riche de tout le concret d'une vie particulière.

Principe de Husserl

« L'homme à la recherche de son humanité²⁶ » : quel programme que de chercher, au plus profond d'une personne abordée à travers ses caractéristiques individuelles, l'universalité d'un destin qu'elle partage avec tout être humain ! Husserl invite à « prendre une conscience universelle de soi-même » ; cette ambition a été aussi celle de la sagesse orientale : on la rencontre chez les confucéens (« apprendre, c'est

25. René Descartes, *Méditations métaphysiques*, 1641.

26. Marcel Légaut, *L'homme à la recherche de son humanité*, 1970.

apprendre à faire de soi un être humain²⁷ ») comme chez les taoïstes, qui estiment l'humanité supérieure à l'équité²⁸.

L'être humain universel, qui se trouve entièrement en chacun de nous, nous l'appellerons « personne »²⁹), pour le distinguer de l'« individu » qui revêt cette personne des qualificatifs de date, lieu, sexe, apparence physique etc. Ce qui caractérise le mieux cette « personne », c'est l'aptitude à apprendre, à s'assimiler toutes les langues, les métiers, les arts, les savoir-faire. Cependant un individu ne maîtrisera qu'une ou quelques langues, qu'un ou quelques métiers etc. Ses réalisations ne représentent qu'une petite partie de ce qu'il aurait pu faire : nos aptitudes restent, pour la plupart, stériles comme les œufs de certaines espèces dont seule une petite minorité parvient à maturité.

Le contraste entre le caractère limité de toute réalisation individuelle et le caractère illimité de nos potentialités provoque chez chacun un pénible sentiment d'échec, même chez ceux qui sembleraient avoir le mieux réussi. Prenez Napoléon au sommet de sa gloire, dites-lui d'un air convaincu : « Tu n'es qu'un raté », et il vous donnera raison parce que cette phrase est l'écho d'une conviction qu'il partage.

Ce sentiment d'échec, c'est le « mal métaphysique », maladie dont souffrent tous les êtres humains et qui est inséparable de la nature humaine. Elle est à l'origine de l'« envie », dans lequel Dupuy voit « cette perte radicale de l'estime de

27. Laozi, *Dao De King*, VI^e siècle avant JC.

28. Cette acception du terme « personne » n'est pas conforme à l'étymologie, puisque « persona » désigne un rôle dans une pièce de théâtre et non l'humanité dans un individu. Cependant elle est conciliable avec l'usage actuel de ce terme.

29. Nicolas Journet, Rencontre avec Jean-Pierre Dupuy, *Sciences Humaines*, n° 74, juillet 1997.

soi qui nous saisit lorsque nous comparons notre sort à celui d'autrui »³⁰. En effet, l'autre n'a pas plus que moi accompli la totalité de ses possibilités, il est donc autant que moi un « raté » ; mais il a accompli des possibilités que j'ai laissées en friche, et comme elles ne sont pas miennes je leur donne, par une déformation due à la perspective, plus de valeur qu'à mes propres réalisations. De sorte que deux personnes s'envieront mutuellement, chacune estimant supérieures les réalisations de l'autre.

Pour soigner le mal métaphysique, il faut d'abord prendre conscience de son universalité et de sa banalité. Alors peut se développer une sagesse : je comprends que mes lacunes sont non signe d'infériorité, mais conséquence de ma nature ; je comprends que le sentiment d'inachèvement ne m'est pas propre, mais que je le partage avec tous les êtres humains, même ceux qui me semblent les plus « réussis ». Dès lors ce n'est plus de l'envie que j'éprouve devant les réalisations des autres, mais de la fierté devant ce dont est capable l'espèce à laquelle nous appartenons tous ensemble. Leurs créations me font mesurer l'ampleur des possibilités que je porte en moi. Toutes les œuvres des hommes sont miennes, toutes les langues qu'ils parlent, tous leurs savoir-faire, car si les limites de mon destin ne me permettent pas d'y participer en tant qu'individu j'y participe en tant qu'être humain. Je ne peux certes pas en nourrir un orgueil individuel, mais je peux en nourrir mon respect pour notre espèce et pour les individus porteurs de ses potentialités.

Cette solidarité ne se limite pas à l'espèce humaine : nous sommes génétiquement proches parents des mammi-

30. Cette approche peut donner à l'écologie un fondement plus solide que la misanthropie, le refus de l'autre, qui se déguisent parfois en amour de la nature.

fères, chez qui se rencontrent beaucoup de nos comportements ; en remontant la phylogenèse nous sommes cousins de tous les animaux, et des plantes même avec lesquelles nous partageons les mécanismes de la reproduction, de la naissance, de la croissance et de la mort. La fraternité de destin qui nous unit aux autres êtres humains s'étend donc, sous des formes moins complètes mais tout aussi respectueuses, à l'ensemble du vivant, et même au monde minéral et chimique d'où la vie est issue. La sagesse, remède au mal métaphysique, me sort ainsi de l'angoisse suscitée par mon incomplétude, et me conduit vers une relation fraternelle avec le monde lui-même, auquel me relie des cousinages et fraternités de destin.

Cette sagesse apporte aussi un point de vue nouveau sur l'individu. Si l'étroitesse de mes propres réalisations me faisait souffrir - souffrance dont je viens de me libérer - la diversité des réalisations que me présente l'ensemble des individus illustre les possibilités de mon espèce, donc les miennes en tant que membre de cette espèce. Ces possibilités couvrent tout l'éventail, du mal au bien, du discernement à la bêtise. Qui n'a pas été surpris par la fécondité des hommes dans l'ingéniosité comme dans l'erreur, dans la générosité comme dans la cruauté ?

La même personne, la même nature humaine que nous partageons tous, se manifeste ainsi dans la diversité des destins individuels. Cette diversité résulte soit du hasard (pays, langue), soit d'un choix individuel. C'est par l'observation des autres individus que je peux explorer les choix qui me sont offerts et m'y préparer avant que l'expérience ne m'enjoigne de choisir. Si je ne mûris pas mon jugement, ce ne sera pas moi qui choisirai d'être collaborateur ou résistant : les circonstances me conduiront par la main. On ne pourra pas alors me reprocher mon choix, mais on pourra me faire

un reproche plus grave : celui d'avoir laissé les événements choisir à ma place et de leur avoir obéi mécaniquement.

L'abdication, le sommeil de la responsabilité, sont des réponses très répandues au mal métaphysique. Ceux qui ne voient pas d'issue à cette souffrance choisissent en effet de « dormir leur vie », de se ranger à une discipline conformiste qu'ils parent des noms de « sérieux professionnel » ou de « vertu familiale ». Le militaire devient un mercenaire qui « obéit aux ordres » et laisse à ses chefs la responsabilité des crimes dont sa main est l'instrument ; la mère de famille « se dévoue » pour élever ses enfants, quitte à leur faire payer son amertume ; le fonctionnaire devient un rouage de la hiérarchie et « fait carrière » en gravissant les barreaux d'une échelle à laquelle il identifie son destin ; l'ingénieur se veut un « bon professionnel », et s'interdit de penser aux finalités que sert sa compétence technique ; le juge « applique la loi » sans considérer les particularités des cas qu'il traite ; des militants idolâtrèrent leur parti, des croyants idolâtrèrent leur église. Ce bon père de famille, ce professionnel appliqué attribue à d'autres la responsabilité de ses actes, se mettant comme le dit Bonhoeffer « au service du diable lui-même »³¹. Que penseront de leur vie, lorsque approchera la mort, ceux qui n'ont pas voulu la vivre et ont laissé couler leur destin sous le toit protecteur d'une institution, sans choix personnel, sans conscience des conséquences de leurs actes, en se « dévouant » avec « vertu » à une tâche qui peut-être n'était pas sans mérite, mais qui certainement ne justifiait pas un tel sacrifice ?

Le mal métaphysique éclaire l'une des énigmes les plus obsédantes de notre époque : que le national-socialisme, archétype du régime politique meurtrier, soit survenu dans une

31. Dietrich Bonhoeffer, *Ethik*, 1949.

des nations les plus cultivées, les plus raffinées, les plus évoluées. Or ce qui s'exprime dans les textes des théoriciens du national-socialisme, c'est le refus de l'universalité de la personne humaine, de l'humanité ; il faut la détruire au bénéfice de l'individualité du chef et de celle du peuple assimilé à la race.

Le mal métaphysique était aigu en Allemagne après la défaite de 1918 et le traité de Versailles³². Les nationaux-socialistes ont construit leur doctrine sur ce socle, en y ajoutant quelques héritages (tradition gnostique³³, sociétés de gymnastique, etc.). Beaucoup n'ont pas alors perçu la différence entre leur activisme et l'action, entre leur violence et l'énergie ; ils ont cru vu de la force où il n'y avait que la peur de vivre. Le caractère mécanique des discours d'Hitler et de ses collaborateurs, l'ennui profond que suscite leur argumentation, étaient pourtant révélateurs³⁴.

Une fois compris le mal qui a frappé l'Allemagne, on ne s'étonne plus des horreurs qui en ont résulté, ni du sérieux professionnel, du travail consciencieux de ceux qui s'y sont dévoués. Et la leçon s'élargit : les Allemands n'étant ni pires ni meilleurs que les autres, les crimes qu'ils ont commis l'ont été ou pourront l'être par d'autres. Ils ont appliqué aux nations européennes un traitement semblable à celui que celles-ci avaient fait subir à certaines de leurs colonies.

L'histoire des sociétés totalitaires n'est pas close. C'est celle du refus de l'universalité de la condition humaine, en réaction au mal métaphysique et aux souffrances que cause

32. Vouloir humilier un grand peuple, c'est la faute qu'ont alors commise les alliés. Ils l'ont payée cher.

33. Claude Tresmontant, *Problèmes de notre temps*, 1991.

34. William L. Shirer, *The Rise and Fall of the Third Reich*, 1959 ; Ernst von Salomon, *Der Fragebogen*, 1961.

un profond sentiment d'infériorité.

* *

Nous avons exploré successivement trois domaines de l'action humaine : économie, éthique, relationnel. Pour pouvoir les comparer, nous les avons rattachés chacun à son principe fondateur : en économie, le principe de Pareto ; en droit, le principe de Rawls ; pour les relations interpersonnelles, le principe d'universalité que l'on peut attribuer à Husserl (« il faut perdre le monde par l'ἔποχῆ , pour le retrouver ensuite dans une prise de conscience universelle de soi-même »³⁵) - mais dont on trouve des formulations chez les philosophes chinois et chez saint Augustin : « *noli foras ire, in te redi, in interiore homine habitat veritas* ».

Or en rassemblant ces trois principes, nous retrouvons les trois couches de l'action humaine que Dumézil identifie dans la structure mythique des cultures indo-européennes³⁶. Il a reconstitué, par une étude critique des textes hindous, gréco-romains, perses et caucasiens, les trois figures qui structurent l'imaginaire et les valeurs de ces cultures : le prêtre, le guerrier, l'agriculteur-éleveur ; au premier le monde des symboles et des valeurs, au second celui de la force et de la vitesse, au troisième celui de la richesse, de la beauté, de la sexualité, de la fécondité.

Dans les trois couches que nous avons présentées, on retrouve les figures de Dumézil, : l'économie et le principe de Pareto correspondent à la troisième, celle de la richesse ; l'équité et le principe de Rawls correspondent en négatif à la

35. Edmund Husserl, *Méditations cartésiennes*, 1929, p. 134.

36. Georges Dumézil, *Mythe et épopée I*, 1968.

seconde, celle de la guerre, ici contenue par l'équité ; l'universalité et le principe de Husserl correspondent à la première : ce que l'individu atteint en lui-même lorsqu'il rejoint l'universel, c'est le foyer de l'aspiration religieuse.

Quelques indications sur les systèmes d'information³⁷

22 septembre 1998 *Informatisation*
(Chapitre 11 d'*e-conomie*, *Economica* 2000)

Priorité des usages

Le rôle du système d'information dans les entreprises est en train de changer. La décentralisation de puissance et mémoire induite par la dispersion des micro-ordinateurs les oriente vers de nouvelles architectures, ainsi que vers un partage différent des responsabilités entre utilisateurs du système d'information et informaticiens. Un ensemble de techniques, regroupées sous le terme de « nouvelles technologies », modifie le champ du possible : client-serveur, orienté objet, Intranet, Datawarehouse, Datamining, Workflow etc.

La définition habituelle du système d'information ressemble encore à ceci : « Le système d'information est l'ensemble des informations formalisables circulant dans l'entreprise et caractérisées par des liens de dépendance, ainsi que des procédures et des moyens nécessaires pour les définir, les rechercher, les formaliser, les conserver, les distribuer ».

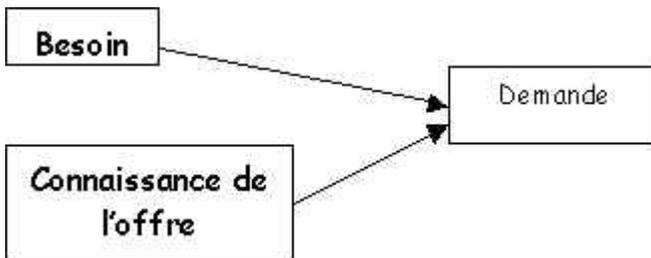
Mais cette définition concerne l'objet, non sa dynamique : elle n'indique ni à quoi sert le système d'information, ni comment il est construit. Pour décrire cette dynamique, il faut distinguer les deux faces du système d'information : l'une orientée vers les moyens (système informatique), l'autre vers les besoins et les usages, auxquels le système d'information donne une place de plus en plus prioritaire.

37. <https://www.volle.com/ouvrages/e-conomie/si.htm>

Les moyens de l'informatique sont la puissance de calcul (mesurée en MIP (millions d'instructions par seconde), la mémoire (mesurée en octets), l'« intelligence » (logiciels), les réseaux (largeur de bande, protocoles).

L'offre de machines et logiciels foisonne. Elle est évolutive, la concurrence est féroce. L'informaticien doit connaître les produits et les « passerelles » qui permettent de les faire communiquer. Il faut être du métier pour interpréter les annonces des fournisseurs et choisir la « solution » (combinaison de composants matériels et logiciels) convenable en termes de rapport qualité/prix et de pérennité.

Le client de l'informatique, ou « maître d'ouvrage », c'est la personne morale (entreprise, direction) qui réalise des tâches opérationnelles ou prépare des décisions. L'informatique est pour lui un outil. Il exprime ses besoins en formulant une demande ; mais toute demande résulte de la rencontre d'un besoin et de la connaissance d'une offre.



Si quelqu'un veut se faire construire une maison, il faut qu'un architecte l'aide à traduire son besoin en demande pertinente. S'il s'agit d'un système d'information, l'« architecte » s'appelle « assistant à maître d'ouvrage³⁸ »

38. Voici quelques définitions utiles :

– *maître d'ouvrage* : cette expression désigne simplement le client ;

Architecture « client service »

Nous citons ci-dessous Évelyne Chartier³⁹ :

– Aujourd’hui 70 % des Directions de l’informatique sont orientées « techniques et coûts », en 2000, 70 % seront orientées « clients et business »...

– En 2000, 85 % des applications existantes auront été touchées par une évolution liée à la technologie ou à des évolutions architecturales... 70 % des applications seront développées hors des directions informatiques

– Le travail en groupe (workgroup) va devenir un modèle largement répandu. L’informatique d’amélioration de la productivité ne disparaîtra évidemment pas, mais elle sera encapsulée dans une informatique de valeur ajoutée.

– L’architecture du système d’information est le modèle des métiers de l’entreprise.... Il ne s’agit plus seulement de structurer l’information (modèle) en vue d’un traitement informatique, mais aussi d’établir une cartographie de la réalité de l’entreprise... Analyser avec lucidité la vision externe du système d’information tel qu’il est perçu par le client, s’intéresser aux services qu’il pourrait en attendre, sont des préoccupations qui vont devenir vitales... Tous les moyens techno-

– le *maître d’œuvre* coordonne les travaux concourant à la fourniture de la solution ;

– l’*assistant à maître d’ouvrage*, ou *maître d’ouvrage délégué* (en américain « *business technologist* », est une équipe qui met sa compétence au service de l’expression des besoins. Il doit donc (a) « baigner » dans les préoccupations du maître d’ouvrage, et pour cela lui être rattaché, (b) être respecté par le maître d’ouvrage (un spécialiste travaille mal quand il se sent méprisé).. Si seul le client est porteur légitime de son besoin, l’expression de ce besoin nécessite l’aide d’un spécialiste.

39. Évelyne Chartier, *Le Re-engineering du système d’information de l’entreprise*, Economica, 1996.

logiques doivent être utilisés pour valoriser au maximum les précieux instants de contact avec le client et créer de l'activité commerciale... On passe de l'architecture client-serveur vue par les informaticiens à l'architecture client-service vue par le business.

– On va assister à l'émergence d'un marché de distribution de composants logiciels sur l'étagère (catalogues de produits accessibles et commercialisés via Internet).

– Au lieu des applications fractionnées de l'informatique de production lourde, le système d'information sera un maillage de serveurs internes et externes et de services. Chaque utilisateur aura la vue qui correspond à son besoin du moment, et en fonction de son activité.

– Une organisation entièrement basée sur l'utilisation des nouvelles technologies va émerger avant cinq ans : c'est le « busyware »,... qui recouvre un savant dosage de données, transactions, documents, workgroup et Workflow.

Processus

Le salarié d'hier était un ouvrier devant sa machine ; le salarié d'aujourd'hui est un employé devant son micro-ordinateur. Les entreprises s'organisent autour d'un système d'information réparti sur des micro-ordinateurs communiquant via le réseau. Le travail, devenu immatériel, se résume à une manipulation de concepts et d'informations, les « produits » de ce travail n'étant que les supports de ces informations (plans, rapports, notices etc.). Bien sûr des biens matériels sont finalement produits, mais avec peu de travail physique.

Les NTIC (Nouvelles technologies de l'information et de la communication) bousculent la conception de la valeur. Elle

réside non dans les produits stockés ou immobilisés, mais dans leur conception. La part du capital fixe dans l'actif de l'entreprise décroît. Son actif essentiel est désormais d'une part le stock des compétences, d'autre part son aptitude à en organiser la mise en œuvre⁴⁰. On peut distinguer dans ces compétences une gestion du stock (formation et accumulation) et du flux (mise en œuvre dans l'action).

Ce flux, c'est celui des processus qui concourent aux décisions. Le bon décideur n'est pas celui qui s'attache à prendre en toutes circonstances la meilleure décision (ambition sur-humaine), mais celui qui prend soin de mettre en place les processus minimisant le risque d'erreur. L'organisation des processus, c'est le réseau de l'entreprise⁴¹. L'entreprise qui s'organise pour parcourir efficacement ses processus devient l'« entreprise-réseau » dans laquelle une organisation transverse permet aux personnes compétentes de coopérer sans perte de temps. Les processus s'organisent en « workflows » reliant les expertises concourant à la décision. Les « workflows » permettent de baliser les circuits, maîtriser les délais, publier les avis et connaître l'état de la procédure. Certains voient dans le « workflow » l'innovation la plus importante dans le domaine des systèmes d'information⁴². La hiérarchie

40. La valeur de l'entreprise s'évade du capital fixe, mesurable et rassurant, pour se nicher dans les actifs immatériels que les comptables refusent de valoriser en raison du principe de prudence; l'appareil statistique public, détaillé dans l'agriculture et l'industrie, est lacunaire sur les services qui emploient la majorité de la population active... les institutions de la mesure sont prises de court par cette évolution.

41. Réseau logique et organisationnel, qui utilise le support des réseaux physiques (télécommunications, informatique) mais s'en distingue.

42. Philippe Penny et Michel Volle, La téléinformatique dans l'entreprise, *La Recherche* Juin 1993 (p. 108).

intervient a posteriori sur leur définition et leur évolution, et délègue la responsabilité opérationnelle de leur mise en œuvre.

Culture des usages

Cependant les NTIC ont quelques effets pervers :

– la mémoire de l'ordinateur, exhaustive, ne comporte pas le mécanisme d'oubli sélectif qui facilite le travail de synthèse de l'esprit humain. Tout garder en mémoire, c'est ne rien comprendre.

– si les traitements de texte, tableurs etc. aident à traiter vite des problèmes urgents, ils encouragent un activisme qui s'oppose à la maturation de la pensée et au choix des priorités.

– la messagerie et surtout les forums supposent un savoir-vivre des utilisateurs, (la « Netiquette »). Ils doivent prendre garde au ton de leurs messages ; si ceux-ci sont écrits trop vite, ils seront jugés agressifs et les relations entre collègues en pâtiront.

Une culture des usages doit accompagner la mise en œuvre de ces outils. On retrouve ici des préceptes classiques : il faut prendre le temps de réfléchir, trier et élaguer l'information, prendre du recul pour maîtriser son activité... Les règles dégagées par les humanistes de la Renaissance gardent toute leur fraîcheur.

Souvent ces principes sont ignorés⁴³. L'utilisation des NTIC retient rarement l'attention des responsables ; elle est laissée à l'initiative d'équipes qui se livrent, dans la confu-

43. Michel Volle, Le cheval qui a tout faux, *Télécoms magazine*, juin 1990 (p. 13).

sion, à d'épuisantes luttes pour des miettes de pouvoir. Les directions informatiques ont d'ailleurs la nostalgie de l'époque où de gros systèmes irriguaient des terminaux « bêtes », et où il leur était facile d'imposer leur langage à l'entreprise. Enfin, la bureautique reste marquée par un esprit de bricolage incompatible avec toute ambition en matière de système d'information.

Les entreprises ne tirent pas encore les conséquences du fait que le micro-ordinateur communiquant devient le poste de travail de chacun. Elles confient les tâches d'organisation à des cabinets qui vendent des méthodologies conservatrices, et la bureautique à des techniciens mal payés.

Il en résulte que la mémoire de l'entreprise est négligée : pas de gestion de la documentation ni des archives, donc pas d'accumulation de l'expérience technique ou commerciale ; les nouveaux doivent passer par un long apprentissage. La documentation d'une équipe n'est pas utilisable par une autre, et sur chaque site on ignore les produits fabriqués ailleurs : il est difficile de faire travailler ensemble des entités distantes. Le partage des rôles entre partenaires d'un consortium fait l'objet de négociations répétées parce que le texte du contrat est difficilement accessible, etc.

Les personnes compétentes ne sont pas consultées lors de la préparation des décisions. Le dossier va d'un bureau à l'autre, s'attarde dans une pile. Les délais sont aléatoires. Il faut une longue recherche pour savoir où en est une affaire et la débloquer.

Ces errements n'ont rien de nouveau. On a déjà vu cela dans l'usage des télécommunications :

– télécopieurs longtemps réservés aux secrétariats des directeurs ;

- compléments du service téléphonique souvent ignorés⁴⁴ ;
- entreprises négligeant les économies qu’elles feraient sur leurs réseaux multisites si elles observaient le trafic, optimiseraient leur architecture et choisissaient des PABX compatibles ;
- messageries souvent inutilisées ou débordant de messages parasites ;
- câblages souvent inextricables, non documentés, redondants ;
- « méthodes » d’expérimentation inadéquates (« nous avons essayé et ça ne marche pas » signifie : « nous avons fait un essai rapide sans résultat probant », et non « nous avons fait une expérience en utilisant un protocole tenant compte des effets taille et réseau, et le résultat est clairement négatif » ;
- accueil téléphonique rébarbatif⁴⁵ ;
- etc.

Si les NTIC relèvent de techniques complexes, et si leur conception a nécessité une réflexion d’excellent niveau, leur mise en œuvre réclame de la modestie, du bon sens, une énergie persévérante et du courage.

Transition vers les processus

Les systèmes d’information s’organisent désormais autour des processus de l’entreprise⁴⁶. Pour illustrer ce changement,

44. Savez-vous transférer un appel à partir de votre poste ?

45. L’accueil de votre entreprise est-il efficace ?

46. Les grandes SSII, les consultants, les entreprises ont perçu au début de 1997 que les outils nécessaires à une nouvelle approche étaient arrivés à maturité (workflow, langage UML de modélisation orientée

nous décrirons deux « modèles » nommés M_1 et M_2 . Dans M_1 , le système d'information se construit autour des applications informatiques. Dans M_2 , il se construit autour des processus des métiers. Le rôle de l'informatique change lors du passage de M_1 à M_2 ⁴⁷.

Modèle M_1 : les applications

Une application, c'est une suite de traitements appliqués sur des données initiales (« input ») pour fournir un résultat (« output »). Les données initiales sont soit introduites dans l'application par saisie ou comptage automatique, soit issues d'autres applications. Les traitements sont soit des additions permettant de mesurer des agrégats à partir de données détaillées, soit des calculs plus spécifiques⁴⁸.

Le fondement d'une application, tel que le définit Merise, réside dans deux modèles : le modèle conceptuel de données comprend les définitions sémantique⁴⁹ et technique⁵⁰ des données ; le modèle applicatif décrit les traitements.

objet, langages de programmation orientés-objet etc.). Ils ont également perçu que la mise en œuvre simultanée de ces outils impliquait un changement de rôle de l'informatique.

47. Nicholas Negroponte, *Being Digital*, Alfred A. Knopf 1995.

48. Si les données élémentaires sont les coordonnées des sommets d'un polygone, il faut un calcul pour évaluer la surface de ce polygone ; et la surface de plusieurs polygones peut être additionnée (agrégée), par exemple pour calculer la superficie d'une propriété.

49. Définition, type de donnée (quantitative, qualitative, ordinale, cardinale etc.), champ d'observation, grain de détail, périodicité de l'observation, etc.

50. Format, méthode d'estimation des données manquantes, délai de mise à jour, conditions de la consultation (temps réel, temps différé), droits d'accès, etc.

Nous allons décrire deux scénarios de mise en œuvre du modèle M_1 : le premier, « rose », montre comment les choses sont censées se passer. Le second, « gris », montre comment elles se passent souvent.

Scénario « rose »

L'application limite la saisie au strict nécessaire, automatise les traitements, et affiche sur l'écran (ou imprime sur papier) les résultats dont l'utilisateur a besoin. La récupération des données issues d'autres applications sera automatique, seules les données nouvelles faisant l'objet d'une saisie manuelle.

L'informaticien, qui reçoit les demandes de divers utilisateurs, construit son architecture de données et de traitements sous une double contrainte de qualité⁵¹ et d'économie. Il répartit ainsi les ressources (mémoire, puissance de calcul, débit des liaisons télécoms) et définit des applications intermédiaires. La cohérence des applications est alors réalisée au sein du système informatique, cœur du système d'information.

La qualité de l'écriture des programmes garantit qu'il sera facile de les faire évoluer lorsque les besoins changeront.

Scénario « gris »

L'urgence, l'insouciance, l'optimisme, le cloisonnement de l'organisation poussent à concevoir et développer les applications au coup par coup, selon l'arrivée des demandes, sans que la relation avec les autres applications soit maîtrisée ; des données de référence⁵² sont redéfinies pour chaque applica-

51. Fiabilité (absence de pannes), délai de la mise à jour, rapidité de la réponse.

52. Données partagées par plusieurs applications, et qui devraient donc être répliquées dans ces applications à partir d'un lieu de stockage et de mise à jour unique : nomenclatures, taux de change etc.

tion ; les plates-formes techniques (machines, système d'exploitation, langage) sont choisies en fonction des ressources disponibles lors du développement ; les interfaces présentées à l'utilisateur sont hétéroclites (touches de fonction et codages spécifiques à chaque application). La « gestion de configuration » (documentation des versions successives d'une application) est laissée à la bonne volonté des chefs de lignes de produits, et certains la négligent. Beaucoup d'incidents restent inexplicés.

L'entreprise, pour sa part, considère l'informatique comme un centre de coût, non comme un centre d'investissement au service des métiers. La pression budgétaire est exercée de façon mécanique et aveugle par une « enveloppe informatique ». Une méfiance se crée entre les informaticiens et l'entreprise. Les engagements sur les coûts et délais ne sont jamais tenus. L'informatique se divise en petites baronnies jalouses de leur indépendance.

Modèle M_2 : les processus

Le terme de « processus » désigne l'enchaînement des tâches réalisées pour remplir une fonction de l'entreprise. Ces tâches sont soit mentales (perception, jugement, décision) soit physiques (imprimer un billet, le donner à un client, réaliser une opération de maintenance), les tâches mentales préparant les tâches physiques⁵³. Le système d'information vise à assister l'utilisateur dans la réalisation des tâches mentales liées aux processus.

53. Ainsi dans la conduite d'une voiture la perception (je vois le feu rouge), le jugement (il faut m'arrêter), la décision (je veux m'arrêter) préparent l'action (je freine) et son résultat (la voiture s'arrête).

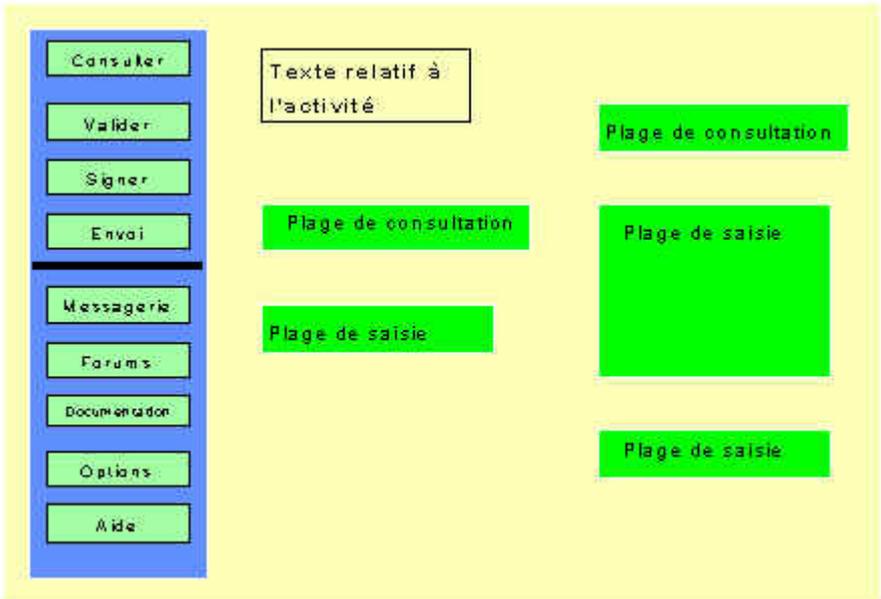
Formaliser un processus conduit à l'équiper d'un « workflow », c'est-à-dire d'une documentation explicite des tâches et de leurs relations :

- préciser les interfaces nécessaires à chaque activité (on regroupe sur le même écran les plages de consultation et de saisie nécessaires à une activité, ce qui évite à l'utilisateur la connexion à d'autres applications, ainsi que la navigation dans des codes et touches de fonction diverses),

- programmer les tables d'adressage permettant de router automatiquement les messages à l'issue d'une tâche (lorsque l'utilisateur tape sur la touche « valider » qui marque la fin de son travail, il n'a pas à chercher à qui envoyer le résultat).

Le délai de réalisation d'une tâche est surveillé par un « *timer* » qui prévient l'utilisateur en cas de dépassement, ou qui reroute le message vers un autre utilisateur⁵⁴.

54. Voici une règle de reroutage typique : si X n'a pas traité le message dans le délai voulu, router vers Y (collaborateur de X). Si chez Y le délai est de nouveau dépassé, router vers Z (supérieur de X). Ce type de règle permet d'assurer un traitement rapide des dossiers...



*Exemple d'interface utilisateur*⁵⁵

Modéliser un processus, c'est décrire la succession des tâches qui concourent à une mission : ce que fait chaque acteur, les données qu'il manipule, les traitements qu'il ordonne, les délais dans lesquels son travail doit être exécuté, le routage de ses messages vers les autres acteurs, les compteurs qui permettent au responsable du processus de contrôler la qualité.

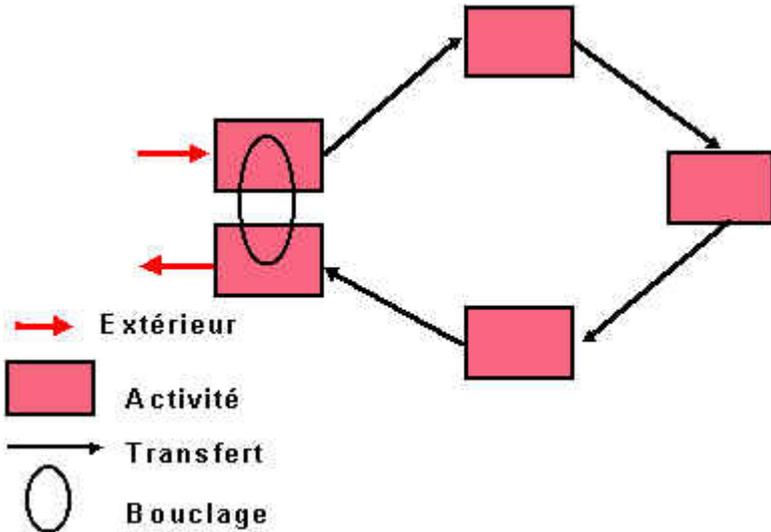
La réalisation physique des tâches est décrite dans le modèle, puisqu'il la documente, mais elle nécessite une action qui ne peut être réalisée que par un être humain et échappe

55. 'A gauche une colonne de boutons d'appels de services (en haut services contextuels, en bas services génériques). 'A droite des indications relatives à l'activité, avec des plages de consultation et de saisie.

donc à l'ordinateur même si celui-ci aide sa préparation. Le workflow relève de l' « assisté par ordinateur », non de l'automatisation ; il aide l'utilisateur sans se substituer à lui, même s'il automatise des tâches que l'on faisait auparavant à la main.

Représentation du processus

Un processus se décrit sous la forme d'un graphe. Les nœuds représentent les tâches élémentaires (« activités »), les arcs représentent les messages émis à la fin d'une tâche, pour lancer les tâches suivantes. Il est commode de donner à ce graphe la forme circulaire qui marque que le processus est déclenché par un fait extérieur (réception d'une commande, d'une lettre de réclamation, franchissement du délai de maintenance d'un équipement) auquel le processus répond par une action sur l'extérieur (livraison, lettre, opération de maintenance). Il convient de s'assurer que cette réponse a lieu dans un délai et sous une forme convenable : c'est le contrôle du bouclage du processus.



personne ne contrôle le délai de réponse : on finit par renoncer à lui répondre lorsque le délai décent a été dépassé).



Organisation transverse

Les fonctions de la hiérarchie intermédiaire (transmission des consignes vers le bas et des rapports vers le haut) sont remplacées par le workflow, ses compteurs et l'édition semi automatique des comptes rendus. Le nombre des niveaux hiérarchiques est donc réduit, la communication entre « base » et « sommet » devient plus facile. Par ailleurs, l'approche par les processus est souvent « qualifiante ». La transparence, la diffusion de l'information suppriment l'opacité des procédures, la rétention de l'information, les mille abus que ces pratiques permettent.

Processus et objets

Pour décrire une interface utilisateur, il suffit d'indiquer les données que celui-ci consulte, celles qu'il saisit, les traitements qu'il lance, ainsi que l'ordre (éventuellement souple) dans lequel il réalise ces opérations. Chaque utilisateur va consulter ou saisir quelques données, déclencher un nombre limité de traitements : ceci conduit très naturellement vers la programmation orientée objet.

Le langage UML (*Unified Modelling Language*⁵⁶), qui fédère les langages de modélisation en matière d'approche objet, fournit les documents nécessaires pour décrire les activités (« use cases » selon le vocabulaire de Jacobson), les classes (« diagrammes de classes ») et la succession des opérations (« diagrammes de séquences »). On construit ainsi le

56. Martin Fowler, *UML distilled*, Addison-Wesley 1997.

« modèle complet » qui, établi par un maître d'ouvrage et communiqué au maître d'œuvre informatique, indique à ce dernier ce qui doit apparaître sur les écrans des utilisateurs, les actions que ceux-ci vont réaliser, ainsi que les compteurs utilisés à des fins de contrôle.

Le modèle complet des processus est plus précis que les spécifications qui étaient fournies à l'informatique dans le modèle M_1 . Il indique sans ambiguïté ce que l'utilisateur veut faire, et aide à découper le développement en petits modules, les classes, clairement reliées chacune à une finalité pratique (c'est pour cela que l'on parle d'« objets métier »).

L'analyse des activités fait apparaître que les mêmes classes sont utiles à plusieurs acteurs ou que l'on peut satisfaire les besoins de plusieurs acteurs en construisant des classes dont la forme logique est identique ou analogue (héritage, polymorphisme). Ces analogies font apparaître des êtres sémantiques nouveaux concrétisant des concepts inédits. Les langages de développement « orientés objet » exploitent ces possibilités qui allègent le développement au bénéfice de la conception. Ils réduisent les coûts de maintenance et facilitent l'évolution du système d'information.

Passage de M_1 à M_2

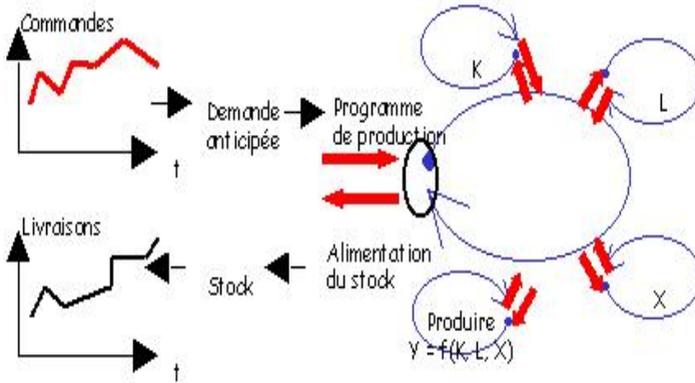
Le passage de M_1 à M_2 suppose un changement, tant pour le système d'information que pour l'organisation.

La responsabilité du système d'information passe de l'informatique, qui la détenait traditionnellement, aux métiers qui définissent son contenu fonctionnel.

L'informatique cesse d'être un centre de coûts et devient centre d'investissement au service des métiers. L'entreprise renonce à la notion d'« enveloppe informatique ».

Le soutien aux utilisateurs devient l'activité prioritaire de l'informatique, alors qu'il confine aujourd'hui souvent au

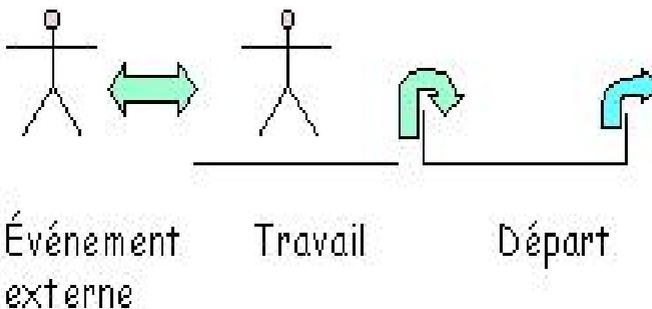
bizutage. Les éléments essentiels du système d'information sont les processus et les objets, non plus les applications.



Ces changements de priorités auront des conséquences sur la façon dont les informaticiens perçoivent leur rôle.

Transition de l'organisation

L'approche par les processus fait passer l'entreprise du contrôle a priori (« le chef signe tout ») au contrôle a posteriori (« on agit d'abord, on fait le débriefing ensuite »), de l'opacité à la transparence (les retards deviennent visibles, qu'il s'agisse de la signature du décideur ou du travail de l'exécutant), de la rétention à la diffusion d'information.



Il ne faut pas sous-estimer les difficultés de cette évolution. Ceux qui pratiquent la rétention d'information, qui se protègent sous l'opacité des procédures, ne sont pas pour autant de mauvaises gens : ils se sont adaptés à l'entreprise et se protègent contre son comportement spontané. Passer de M_1 à M_2 suppose une traversée du désert pendant laquelle ils ne bénéficieront plus des protections que comporte M_1 et n'auront pas encore atteint l'équilibre que permet M_2 .

L'exhortation morale serait ici dérisoire : cet effort n'est raisonnable que si chacun comprend qu'il peut y gagner personnellement. La communication, au sens médiatique du terme, est un épisode crucial de la migration. Il faut susciter l'espoir, éveiller l'intuition, avant de chercher à régler les problèmes techniques : ils se régleront souvent d'eux-mêmes (ou plutôt ils seront réglés dans la foulée) si l'espoir est présent.

Processus et système d'information

Dans M_1 , la définition des applications reposait sur l'« expression de besoins ». Elle suppose une interprétation du travail à faire par les utilisateurs, mais cette interprétation n'est pas nécessairement explicite et reste donc abstraite. Rien ne garantit qu'elle permettra un bon contrôle du processus puisqu'elle n'est pas construite pour cette fin.

Si l'on considère les processus, on ne part pas de la question « quels sont les résultats qu'il me faut pour travailler », mais de la question « comment est-ce que je travaille » : on découvre alors que tel processus ne boucle pas, ou n'est pas contrôlable, ou comporte une redondance (un même travail repris plusieurs fois), que certains points sont fragiles (lorsqu'une décision dépend d'un avis externe dont le délai n'est pas contrôlable). Structurer le processus rend visibles certains phénomènes : un acteur doit répondre à un message dans un délai donné, ou bien la décision lui échappera.

C'en est fini des rétentions d'information et de signature qui constituaient autant de monnaies d'échange.

Système d'information et système informatique

Le système d'information est essentiellement sémantique et fonctionnel ; il est défini par un « modèle complet », qui fait abstraction des moyens techniques. Le système informatique, par contre, organise ces moyens ; il choisit les plateformes, langages, interfaces, architectures (centralisée, client-serveur à deux ou trois niveaux), la localisation des traitements et mémoires, les niveaux de conservation des données. Il repose sur une expertise attentive à la diversité des outils du marché, aux innovations, à la pérennité des solutions. La maîtrise d'ouvrage doit se doter d'une expertise spécifique, fonctionnelle, garantissant la pertinence des demandes en regard des exigences du métier.

Dans M_1 , la frontière entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre était confuse : certes la première était responsable de l'expression des besoins, et la seconde de la réalisation technique ; cependant la solidarité des applications, et donc du système d'information, se concrétisait au sein de l'informatique. La tentation était alors grande de confier à celle-ci davantage qu'une mission de maîtrise d'œuvre, et d'en faire le concepteur du système d'information se substituant aux utilisateurs pour définir leurs besoins.

Dans M_2 , la séparation devient claire. 'A l'un la responsabilité du modèle complet, à l'autre celle de la solution technique. Cette répartition n'interdit pas le dialogue : la maîtrise d'ouvrage peut s'intéresser aux solutions techniques, le maître d'œuvre avoir des idées sur ce qui est utile au plan fonctionnel. Cependant à ce dialogue succède la décision, et alors chacun doit prendre ses responsabilités propres.

Obstacles au changement ⁵⁷

Informatisation

(Chapitre 11 d'*e-conomie*, Economica 2000)

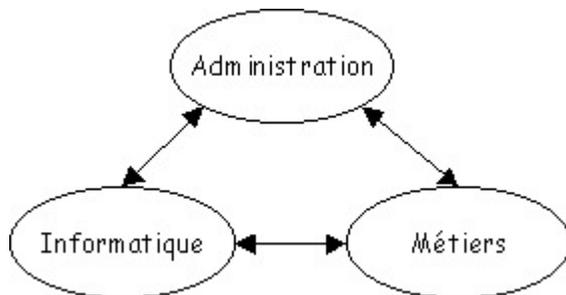
Une phrase que l'on entend souvent révèle l'importance des obstacles à surmonter : « pour mettre en place un système d'information, il faut que le Président ou le Directeur général s'impliquent personnellement ». Il n'en est pas de même dans les autres domaines de l'entreprise : si les décisions d'investissement, d'organisation, sont soumises à l'approbation des dirigeants, personne ne dit que dans ces domaines les choses ne pourront avancer que s'ils s'impliquent.

On entend dire aussi que le système d'information rencontre des « obstacles culturels ». Cela signifie qu'il touche aux valeurs, aux habitudes de l'entreprise, que sa mise en œuvre suscite des questions profondes et confuses, et provoque des résistances instinctives. Pourquoi cela ?

Enjeux de pouvoir

Les tensions que le système d'information suscite dans l'entreprise concernent trois pôles : les « métiers » (direction de la production, direction commerciale etc.), l'informatique, l'« administration » (direction générale, direction financière, contrôle de gestion).

57. <http://www.volle.com/ouvrages/e-conomie/obstacles.htm>



Pôles institutionnels du système d'information

Le modèle M_2 (voir p. 29) convient bien aux métiers, car il fait correspondre le système d'information à leur pratique. Ce pôle, qui représente 95 % des effectifs de l'entreprise et détient son expérience professionnelle (à l'exception de l'expérience informatique) est favorable au passage de M_1 à M_2 , même s'il n'en maîtrise pas les aspects techniques.

L'informatique reste sur la défensive. Le passage de M_1 à M_2 implique pour elle la perte de toute ambition dans le domaine fonctionnel, et un recentrage sur sa compétence propre. Or souvent les directions informatiques ont cherché à empiéter sur les responsabilités fonctionnelles des maîtrises d'ouvrage pour se rendre indispensables et éviter l'*outsourcing*. Elles jugent donc le passage de M_1 à M_2 risqué.

Quant à l'administration de l'entreprise, il lui est demandé d'admettre deux idées nouvelles :

- que l'usage du système d'information requiert un professionnalisme, différent celui de l'informatique mais tout aussi technique. Ce professionnalisme nouveau s'incorpore dans les assistances à maîtrise d'ouvrage, qu'elle doit pourvoir en effectifs, former, et admettre autour des tables de négociation.

- que la dialectique entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, où chacun doit défendre ses exigences profession-

nelles tout en respectant celles de l'autre, apporte à l'entreprise une dynamique utile⁵⁸. Or les directions d'entreprise ont coutume d'éviter ces dialectiques, et de les couvrir d'un manteau hiérarchique censé arbitrer⁵⁹.

Ajoutons que les dirigeants qui animent l'administration n'ont souvent aucune expérience de l'informatique : ils n'ont pas de micro-ordinateur, ignorent l'usage de la messagerie, etc. Leur incompetence ne les empêche pas de prendre des décisions, puisque telle est leur fonction ; seulement ces décisions seront souvent inappropriées.

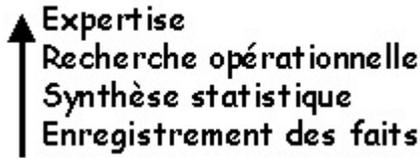
Ainsi, alors que le pôle « métier » veut aller de l'avant, le pôle « informatique » résiste et le pôle « administration » refuse. Ce refus provoque des freinages répétés quand il faut dégager un budget ou arbitrer les questions d'organisation. Des difficultés qui seraient, avec le soutien de l'administration, comme de petits cailloux sur la route, deviennent de gros rochers qui empêchent la progression.

Une sémantique incomplète

Le système d'information alimente les tableaux de bord de l'entreprise, et lui permet de construire son expertise. On peut représenter cette construction par un modèle en quatre couches :

58. L'image qui s'impose ici est celle de l'opposition – coopération entre le pouce et l'index, qui permet de propulser un noyau de cerise.

59. Des relations dialectiques existent ailleurs dans l'entreprise (entre production et commercial, entre maintenance et exploitation), mais elles sont subies comme un mal inévitable, et non organisées de façon volontaire.



Couches sémantiques du système d'information

A la base se trouve l'enregistrement des faits, qui s'opère dans le modèle M_2 de façon automatique à partir des processus (communications des clients pour un opérateur télécoms, tickets de caisse pour un magasin, coupons de vol pour un transporteur aérien, etc.).

A partir de ces enregistrements élémentaires, l'entreprise peut produire des indicateurs de tendance (portant sur la demande, les coûts, le partage du marché, etc.). Il faut savoir ici surmonter divers obstacles : faire la différence entre indicateur économique et donnée comptable, estimer les données manquantes, analyser les séries chronologiques, corriger le mouvement saisonnier, extraire la tendance, produire les segmentations de la clientèle, nécessitent une compétence en production statistique de la part des métiers, et une compétence en utilisation de la statistique du côté de l'administration de l'entreprise, destinataire final des tableaux de bord. Or souvent les dirigeants confondent économie et comptabilité, refusent les corrections de variations saisonnières, etc.⁶⁰.

60. Ils leur préfèrent souvent un indicateur fallacieux comme « rapport entre le dernier mois et le mois correspondant de l'année précédente », dont l'évolution est impossible à interpréter et qui pourtant, semble-t-il, leur « parle » davantage. Ils aiment bien aussi les « comparaisons entre prévision et réalisation », en nommant « prévision » l'affichage figurant au budget.

La recherche opérationnelle utilise les indicateurs pour établir et tester divers modèles décrivant les comportements de la demande, des concurrents, des fournisseurs, explorer des hypothèses et enfin éclairer la stratégie.

L'expertise se présente sous deux formes : celle qui est dans les têtes, celle qui est incorporée dans les outils :

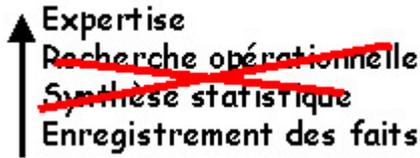
- le responsable qui a longuement travaillé les données, testé les hypothèses, exploré les scénarios, dispose d'une représentation claire de son domaine d'action, ainsi que d'une aptitude au diagnostic qui lui permet de voir d'un même coup d'œil les problèmes à résoudre et leur solution⁶¹.

- le système d'information fournit à la première ligne de l'entreprise, dans des fenêtres qui s'affichent à l'écran, des indications permettant de traiter chaque client en tenant compte de la valeur qu'il représente pour l'entreprise (sa « *life time value* ») ; il fournit aux régulateurs une aide qui soulage leur charge mentale lorsque les problèmes d'exploitation s'accumulent, etc.

Cette expertise se construit sur la base des indicateurs et des modèles de la recherche opérationnelle.

Or il arrive qu'une entreprise demande au système d'information de fournir cette expertise (dans les têtes des dirigeants, dans les outils de la première ligne) sans pour autant la soutenir par une statistique et une recherche opérationnelle, comme si l'expertise pouvait découler directement de l'enregistrement des faits :

61. Le mathématicien exercé voit la solution d'un problème pendant qu'il en lit l'énoncé, et n'a plus ensuite qu'à l'écrire. Le stratège exercé voit la réponse aux manœuvres de l'ennemi, et gagne les batailles (cf. Carl von Clausewitz, *Vom Kriege*, 1832-37).



C'est comme si un opérateur télécoms voulait économiser les câbles et les commutateurs et faire communiquer ses clients par télépathie, comme si un transporteur aérien voulait faire voyager ses passagers sur un tapis volant. Ces solutions ingénieuses existent en effet... dans *Les mille et une nuits*.

Essai d'explication

Pour expliquer cette situation, nous proposons un modèle en trois couches : en bas se trouve la couche « économique » de l'entreprise (on pourrait dire aussi « couche physique »), où réside la fonction de production (capital, emploi, produits), la formation de la demande, la formation des prix, les relations de concurrence, les partenariats, etc. C'est ici que se trouvent les « métiers ».

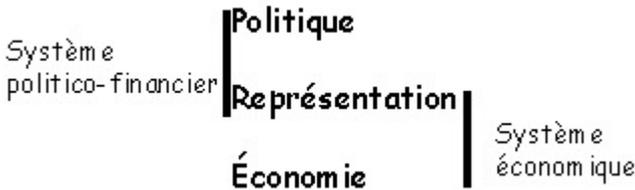
En haut se trouve la couche « politique », celle où se nouent les relations avec les puissances extérieures et où se négocie le crédit accordé à l'entreprise : actionnaires, banquiers (et en outre, dans le cas des grandes entreprises publiques : ministère de tutelle, gouvernement, parlement, Bruxelles, direction du Trésor etc.).

La couche politique a des effets économiques : il n'est pas indifférent pour une entreprise d'être jugée « crédible » par les marchés, car cela lui permet d'obtenir des crédits pour un prix raisonnable ; pour Air France, il était crucial d'obtenir que l'aéroport de Roissy passe de deux à quatre pistes, et

donc de contrebalancer les associations de riverains et les écologistes.

Entre les deux se trouve une couche de « représentation » (que l'on peut aussi nommer « organisation »), où se découpent les concepts qui permettent à l'entreprise de se décrire, de se connaître, de communiquer.

Gramsci oppose deux modèles d'organisation sociale donnant chacun l'hégémonie à l'une des deux couches extrêmes ⁶² : l'économie, le « business », l'entreprise aux États-Unis ; l'État (ou plus précisément le système politico-financier) en Europe. Dans le modèle américain, la direction de l'entreprise colle au « business » (même si elle remplit bien sûr une fonction politique de communication, notamment vis-à-vis des actionnaires et du marché financier). Dans le système français, qui nous importe ici, elle colle au politique ⁶³.



Les trois couches de l'entreprise

Dès lors le risque existe d'une coupure : la couche politique peut vivre sur elle-même, sans contact avec la couche

62. Antonio Gramsci, *Note sul Machiavelli*, Editori Riuniti 1975. Par « hégémonie » il faut entendre la direction politique et intellectuelle de la société.

63. Les élèves de l'ENA sont formés aux techniques de l'administration (donc aux règles qui sont en France celles du jeu politique). Le rôle occupé par certains d'entre eux dans la direction des grandes entreprises françaises est l'un des indices qui valident ce modèle.

économique, à laquelle elle demande seulement de fournir les signaux alimentant le jeu politique. Dans ce cas, la couche « représentation » se coupe en deux.

La partie qui colle à la politique, et qui définit les sphères de légitimité et la production d'images par lesquelles ces sphères se font reconnaître, devient médiatique : la réalité économique de l'entreprise y est représentée par son double symbolique, une image, qui mène sa vie propre selon la mécanique de la communication, exactement comme l'image d'un homme politique, d'une vedette, mène en tant que symbole une vie indépendante de la vie réelle de la personne qui en est le support ou le prétexte.

Le partage du pouvoir entre dirigeants à l'intérieur de l'entreprise obéit à la même logique médiatique ; les zones de légitimité sont des territoires dont les frontières se défendent par des procédés symboliques : qui figure ou non sur la liste de diffusion de telle note ; qui participe ou non à telle réunion ; M. X prend-il ou non M. Y au téléphone ; dans quel délai M. X accorde-t-il un entretien à M. Y si celui-ci le lui demande, etc.⁶⁴. Voilà les questions importantes !

La couche de représentation liée à l'économie de l'entreprise n'est autre que le système d'information lui-même, qui fournit le cadre conceptuel, l'outil d'observation et de synthèse dont elle a besoin pour être représentée, c'est-à-dire pensable, partageable, communicable, mémorisable.

64. Ces deux derniers critères peuvent être représentés par des matrices carrées à diagonale nulle et fortement dissymétriques.



Coupure entre politique et économie

La coupure entre la couche politique et l'économie – c'est-à-dire la coupure entre le milieu des dirigeants de l'entreprise et le fonctionnement économique de celle-ci – est manifeste lorsque le système d'information ne parvient pas à communiquer avec les dirigeants. La pierre de touche est la qualité des tableaux de bord. Le fait qu'une entreprise n'accorde pas d'importance à l'observation des faits, à leur synthèse, à l'analyse des tendances, à la confrontation des divers modèles explicatifs, révèle que pour ses dirigeants la légitimité se cantonne au politique, à leur image auprès des actionnaires, des banquiers ou du gouvernement. Il est d'ailleurs bien naturel qu'une personne se conforme aux critères de jugement de ceux à qui elle doit son emploi.

Il arrive ainsi que les deux couches économique et politique coexistent et mènent leur vie chacune de son côté, les frictions ne se produisant que lorsqu'une décision économiquement nécessaire bute sur un refus à motivations politique. Si l'on sait éviter ce type de situation, l'entreprise peut prospérer – et d'ailleurs, nous l'avons vu, la couche politique peut avoir une action favorable à la survie de l'entreprise.

Décision et information

On peut illustrer le raisonnement ci-dessus en examinant la façon dont sont prises les décisions. De nouveau, nous allons pouvoir confronter deux modèles d'entreprise, « à la Française » et « à l'Américaine ⁶⁵ ».

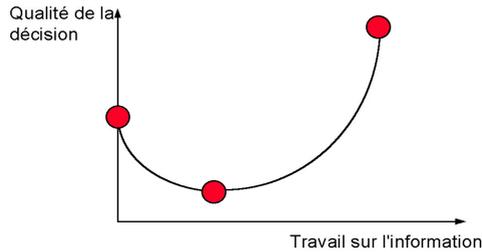
Des dirigeants comme Robert Crandall (American Airlines) ou Herbert Kelleher (Southwest) travaillent beaucoup pour préparer leurs décisions ⁶⁶. Crandall tient tous les lundis, pendant toute la journée, une réunion de brainstorming avec les autres dirigeants de l'entreprise. Ils épiluchent les données, modèles, simulations concernant le comportement des concurrents, des clients, des fournisseurs, et explorent les stratégies possibles. Malheur à celui qui ne dispose pas à l'instant des données nécessaires à la réflexion ⁶⁷ ! C'est cette méthode de travail qui a permis à American Airlines d'inventer presque tous les procédés économiques nouveaux du transport aérien : GDS (*Global Distribution System*, système de réservation), yield management, b-scale, etc. De même, Kelleher procède avant d'ouvrir une navette à des études soigneuses sur les synergies possibles entre les deux villes que la

65. Il ne faut pas prendre ces qualificatifs comme des absolus : certaines entreprises françaises travaillent paraît-il « à l'américaine » (Suez-Lyonnaise des Eaux, SAGEM, Alcatel, Moulinex), certaines entreprises américaines travaillent ou ont travaillé « à la française » (Pan Am, AT&T, etc.).

66. Thomas Petzinger, *Hard Landing*, Times Business 1996.

67. Crandall a un caractère difficile; le seul moyen de le tenir en respect, c'est de lui opposer un argument logique : « *Some [...] found they could bully him [...] if they had the wits to hit him fast with a compelling intellectual argument. Logic, in the end, could snap Crandall from a rage* » (Petzinger, op. cit., p. 140). Essayez la logique avec un dirigeant « à la française »...

navette va relier, et l'externalité croisée qui peut en résulter entre la navette et l'économie de ces villes.



Système d'information et qualité de la décision

Ces dirigeants, qui travaillent beaucoup sur l'information, sont des experts dont les réflexes sont affûtés par l'examen anticipé des scénarios possibles et par la connaissance des ordres de grandeur et des réactions du marché. La qualité de leurs décisions est élevée ; nous les avons représentés par le point en haut à droite sur le graphique ci-dessus.

Le dirigeant « à la Française » vit dans le monde de la politique ; il ne se soucie donc pas de l'information, ne réclame pas et ne regarde pas les tableaux de bord. Il décide donc « au pif », ce qui ne veut pas dire que la qualité de ses décisions soit nécessairement déplorable : l'intuition, affinée par des contacts informels avec des collaborateurs et par des visites sur le terrain, peut permettre d'éviter les plus graves erreurs. Cependant ses décisions ne peuvent pas avoir la précision, l'énergie, la continuité que l'on trouve chez des dirigeants comme Crandall ou Kelleher. Nous représentons donc le dirigeant « à la Française » par le point situé à gauche sur le graphique⁶⁸.

68. L'exemple vient du sommet : « Le mécanisme de prise de décision me paraissait, depuis longtemps, constituer un des points faibles de

Supposons que ce dirigeant, conscient de ses lacunes, se mette à compulsurer des statistiques, à regarder les tableaux et les courbes. Cet effort méritoire a d'abord un effet négatif : la fraîcheur, le bon sens qui soutenaient son intuition sont détruits sans qu'il soit pour autant devenu un expert. L'arbre lui cache la forêt, tel détail vu dans les tableaux de nombres le préoccupe à l'excès. Il se trouve au point bas du graphique ci-dessus. La qualité de ses décisions a baissé, et ses collaborateurs regrettent le temps où il travaillait moins, mais où il était plus raisonnable.

Le dirigeant qui commence à regarder l'information passe ainsi par une phase pénible durant laquelle ses décisions seront moins bonnes, son intuition moins fidèle. Il fait la même expérience que le chercheur, parti plein d'espoir sur une piste prometteuse, et qui ne peut parvenir au résultat qu'après une période aride où ses idées simples sont détruites avant qu'il puisse les remodeler. L'effort finira par payer s'il est poursuivi avec sérieux – et alors le dirigeant sera devenu un expert redoutable.

Mais cet idéal n'est pas celui du dirigeant « à la Française », car ce n'est pas ce qu'attendent de lui les pouvoirs qui l'ont nommé. L'expertise fonde des convictions fortes, incompatibles avec la « souplesse » que souhaitent avant tout les politiques. Il ne perçoit donc pas la possibilité ou l'utilité d'une position analogue à celle de Crandall ou Kelleher. Sa position naturelle est maintenue à gauche de notre graphique, où le rendement marginal du travail est négatif. Si l'entreprise est disciplinée, si la légitimité des dirigeants n'est pas écornée par leur manque d'expertise (il suffit pour cela qu'ils sachent bien jouer le rôle médiatique qui leur est re-

notre manière de gouverner » Valéry Giscard d'Estaing, *Le pouvoir et la vie*, Compagnie 12, 1988.

connu), les choses ne se passent pas trop mal – tant que l’entreprise n’est pas en concurrence avec une autre dirigée par un expert, car alors sa direction ne pourrait plus faire le poids.

Les trois règles du conformisme

Dans une entreprise où la direction est essentiellement politique, les métiers eux-mêmes sont incités à s’écarter de la rigueur professionnelle, et à obéir aux trois règles classiques du conformisme : « Pas de vagues », « Pas vu, pas pris », « Après moi le déluge ».

Illustrons les par des exemples. Ceux qui évitent avec pudeur les vérités désagréables les jugeront de mauvais goût⁶⁹, d’autres y reconnaîtront leur expérience.

« Pas de vagues »

Le premier devoir d’un responsable est de couvrir les fautes de ses subordonnés ; il n’y a jamais de sanctions – sauf envers ceux qui « font des vagues », « du zèle », et font ainsi apparaître des problèmes qu’il vaudrait mieux ignorer.

Le mot « compétence » possède une acception administrative qui s’écarte de l’usage courant. En français courant, la personne compétente est celle qui a le savoir nécessaire pour faire son travail. En français administratif, la personne compétente pour traiter une question est celle dont cette question relève selon l’organigramme. Lorsque la compétence administrative entre en conflit avec la compétence du savoir, c’est à la première que l’on donne raison, car sinon ce serait l’anarchie.

69. « Ce n’est pas la faute du miroir si tu as la gueule de travers »
Nicolai Gogol, *Les âmes mortes*, 1842.

Une innovation risque toujours d'entraîner des réorganisations, donc un changement des conditions d'utilisation de la force de travail. La meilleure tactique pour combattre l'innovation, c'est de faire un épouvantail des « problèmes sociaux » qu'elle risquerait de susciter. Il est opportun de se rengorger lors de cette manœuvre (le « goitre du dirigeant » donne à la voix un son grave) et de prendre un air très préoccupé.

« Pas vu, pas pris »

Le pouvoir ne procure de plaisir que s'il est arbitraire. Faire appliquer une décision rationnelle, ce n'est pas vraiment du pouvoir, puisque ceux auxquels elle s'applique peuvent y adhérer en se fondant sur leur propre raison. Les contraindre à appliquer une décision absurde, par contre, c'est du plaisir à l'état pur. Il serait naïf d'ignorer le penchant de l'être humain vers de telles voluptés – qui, comme l'adultère, sont sans conséquences pour celui qui en jouit tant qu'elles restent indécélables.

La rétention d'information, le retard des signatures, transforment les collègues en suppliants et constituent une monnaie d'échange : c'est ainsi que l'on édifie son pouvoir et que l'on devient quelqu'un d'important.

Il ne faut jamais se sentir tenu par un engagement. Prendre un engagement ne coûte rien, et permet de se débarrasser d'une trop forte pression de la demande, l'essentiel étant que la promesse soit oubliée (ou qu'il soit de mauvais ton de la rappeler) lorsque l'engagement arrivera à échéance.

Si l'entreprise contraint à faire des reportings, il faut en retarder la fourniture en alléguant les difficultés de la collecte d'information et les urgences opérationnelles, et entourer les évaluations d'un tel flou qu'elles échappent à toute discussion.

« Après moi, le déluge »

La légèreté des informaticiens qui ont continué à coder les années sur deux caractères alors que l'an 2000 approchait illustre à elle seule cette rubrique.

L'insouciance avec laquelle les entreprises poussent à partir les « anciens » qui emportent avec eux la compétence des métiers, ainsi que la lenteur dans l'embauche des jeunes qui apporteraient des compétences conformes à l'état de l'art en sont un autre symptôme.

L'insouciance se trahit dans les attitudes velléitaires qui associent discours volontariste et pratique de l'immobilisme. La violence du discours est symptôme de velléité : l'homme volontaire n'éprouve pas le besoin de se montrer violent.

Évolution de l'organisation

L'organisation des entreprises peut se décrire selon trois modèles qui se conjuguent dans chaque cas particulier selon des proportions variables.

Système des caciques⁷⁰ : A

L'entreprise *A* est dirigée par des « anciens ». Chacun a durant sa carrière construit un réseau de relations et négocié sa zone d'influence. Le directeur général est un arbitre qui veille à l'équilibre des pouvoirs en donnant raison (et budget) tantôt à l'un, tantôt à l'autre. Il divise pour régner. L'énergie de *A* se consume en négociations internes.

Les qualités demandées au personnel sont discipline, dévouement, fidélité, égalité d'humeur. Ses compétences, ac-

70. « Roi des indigènes » (Littré).

quises avant l'entrée dans l'entreprise, y progressent peu car elles ne constituent pas un critère d'avancement.

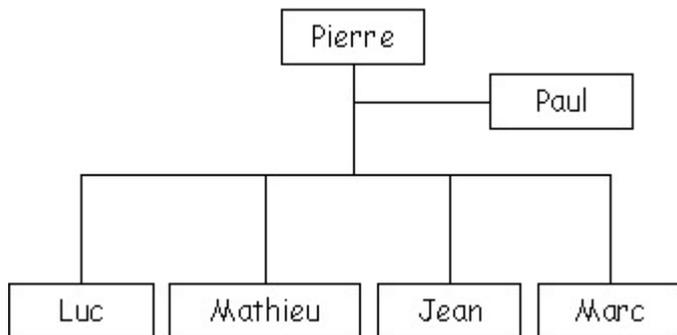
La dynamique de *A* peut coïncider par hasard avec son intérêt à long terme. En général, *A* ne peut survivre que si elle est protégée. C'était le cas des monopoles publics avant que la concurrence n'arrive.

Systeme rationalisé : B

L'entreprise *B* est divisée en centres de résultat dotés chacun d'objectifs et d'une comptabilité permettant d'évaluer l'efficacité des managers. Pour construire la comptabilité analytique, il a fallu poser des conventions âprement négociées⁷¹ ; une fois ces choix faits, la négociation concerne la décision d'investir, que le calcul éclaire sans ambiguïté sinon sans incertitude.

B est caractérisée par la décentralisation des responsabilités au sein du management. L'organigramme qui définit les entités et désigne leurs responsables est la pièce maîtresse de l'organisation. Il doit être assez stable dans le temps pour que l'on puisse confronter engagements et résultats.

71. (1) contours des entités, (2) mesure de leurs échanges mutuels, (3) prix à utiliser pour valoriser ces échanges, (4) règles pour ventiler les frais supportés par les entités de niveau plus élevé. De tels choix comportent un arbitraire inévitable. Ils peuvent avoir des effets pervers, l'action se réglant non sur la production de valeur, mais sur l'obtention du « bon » niveau des indicateurs.



L’emblème de B (organigramme et noms propres)

Ce système convient à des entreprises produisant en série des produits standards, sur des marchés à évolution lente. Il facilite la gestion des infrastructures, l’organisation d’une force de travail spécialisée, la préparation des plans d’investissement.

Les compétences demandées sont des savoir-faire correspondant chacun à des tâches définies. L’entreprise dispense les formations nécessaires ; des qualifications standardisées rendent les individus interchangeables.

Le passage de A à B a des avantages : rupture avec l’inefficacité des caciques ; transparence facilitant la décision stratégique ; compression des coûts. Il se fait souvent, sous la pression d’une concurrence par les prix, pour diminuer les coûts et restaurer la marge. Il implique l’élimination des caciques⁷², la mise en place de centres de résultats et de procédures de planification. Il comporte un changement des critères de gestion, donc des points de repère du personnel.

72. Qui résistent : le passage de A à B ne se fait pas sans combat.

Systeme organique : C

Pour l'entreprise *C*, le mot clé est processus, au sens de « suite des opérations permettant de traiter une affaire » : un processus part d'un événement extérieur (réclamation d'un client, demande d'un agent) et parcourt une boucle qui se ferme lorsque cet événement extérieur a reçu la réponse appropriée. Identifier les processus, les organiser, les équiper, tels sont les enjeux de *C*.

Beaucoup de ces processus sont transverses à l'organigramme : une structure de projet, une décision d'investissement, la relation avec un client, demandent que s'enchaînent des opérations relevant d'entités diverses. Alors que toute présentation de *B* commence par l'organigramme, la présentation de *C* commence par les processus. *Pour C l'activité essentielle réside dans le système d'information.*



L'emblème de C (boucle d'un processus)

La réalisation d'un processus implique une succession de décisions. Il n'est pas possible de faire prendre chacune par la hiérarchie : elles doivent donc être prises par le personnel. Le contrôle hiérarchique joue a posteriori, et répond aux dysfonctionnements en adaptant le processus.

La hiérarchie est courte, le contact entre base et sommet est facile. Le travail est qualifiant : les personnels se forment en travaillant. Les qualités qui leur sont demandées

sont l'adaptabilité (pouvoir activer des processus divers); le bon sens (prendre la décision juste face à un cas particulier imprévu); l'esprit de responsabilité (assumer les décisions sans angoisse).

Dans *B*, la responsabilité était décentralisée, mais seulement au sein du management. Dans *C*, elle est décentralisée vers les exécutants eux-mêmes.

Le passage de *B* à *C* est difficile. *B* résiste à la mise en place des processus, d'autant plus qu'elle est mieux organisée. Pour des entités jugées sur leurs comptes, tout échange avec l'extérieur doit en effet être valorisé. Un processus qui traverse leur frontière doit être muni de compteurs. Or la mesure, aisée lorsqu'il s'agit de biens, est délicate lorsqu'il s'agit de services (comment évaluer une expertise? si plusieurs entités coopèrent à un processus, comment partager la responsabilité?). Il est difficile de mettre en place des structures de projet. Il est pratiquement impossible de trouver le centre de résultat qui portera une dépense nécessaire pour l'entreprise, mais qui aura un effet négatif sur ses propres comptes.

Il avait fallu casser le système des caciques pour passer de *A* à *B*; il faut casser le système des entités et des comptes pour passer de *B* à *C*. Chacun de ces passages suppose sacrifices et destructions.

Culture de l'entreprise C

Dans l'entreprise *C*, la règle ne prend plus la forme de consignes à appliquer automatiquement, ou d'une hiérarchie à laquelle on obéit aveuglément, mais de processus dont la mise en œuvre suppose le traitement responsable des cas particuliers. L'exercice de cette liberté suppose une discipline plus intime et plus exigeante que l'obéissance à une règle.

Le fonctionnement organique de *C* rejoint les exigences de la modernité⁷³, terme auquel nous donnons le sens suivant : « conception du monde, et de l'insertion de la personne dans le monde, qui donne la priorité à la liberté et à une éthique de la responsabilité ». Dans cette phrase, le terme « personne » désigne l'être humain qui, affranchi des caractéristiques accidentelles de son individualité (état civil, tempérament, époque), découvre l'humanité qu'il partage avec tous et qui est en ce sens universelle. Ce point de vue permet de fonder une réflexion éthique rigoureuse⁷⁴.

La personne n'est pas seulement responsable de ses actes dans le cadre du processus, mais elle est responsable aussi du processus lui-même, qu'il faut faire évoluer. Si chacun est conscient de l'utilité des règles, chacun doit percevoir aussi leur caractère construit, conventionnel. La règle, la hiérarchie ne sont pas idolâtrées ; ce sont des instruments subordonnés au service de l'entreprise.

Cette conception de la responsabilité concerne aussi les représentations et le langage qui sert à les partager. La construction d'une représentation est le fait d'une « intentionnalité⁷⁵ » qui reflète à la fois la situation particulière d'une per-

73. Le terme « modernité » est ambigu. Il a d'abord servi à désigner l'adaptation de l'être humain et de la société aux exigences de la production mécanisée. Dans les thèses plus récentes sur la postmodernité et le communautarisme, il désigne le déploiement de l'individualisme contre toute loi commune. Ces acceptions ne sauraient convenir à l'entreprise *C* : elle a dépassé l'ère de la production mécanisée, et a besoin d'une loi commune claire et acceptée (ce que Christian Blanc traduit par « décentralisation centralisée » : la centralisation n'est plus le fait des outils de gestion, mais résulte des principes de l'entreprise).

74. John Rawls, *Theory of Justice*, 1971.

75. On emprunte ce terme à la phénoménologie, qui fournit son fondement philosophique à la modernité au sens retenu ici (Cf. p. 29).

sonne et l'action que cette personne entend conduire. L'intentionnalité ne se réduit pas à l'individualisme subjectif (la modernité rompt avec le romantisme), mais implique la prise de conscience objective d'une situation particulière. La représentation ne se réduit donc pas à une algèbre de concepts conditionnée sociologiquement : elle se réfère selon un critère de pertinence à la situation particulière de la personne et à l'action responsable dont elle vise à fournir le cadre ⁷⁶.

Cette démarche suppose une méthode permettant de créer des règles pertinentes. L'art moderne a donné l'exemple : le créateur définit librement, mais non arbitrairement, les règles qu'il va respecter ⁷⁷.

Les exigences éthiques et intellectuelles de l'entreprise *C* invitent à dépasser la trivialité et le cynisme du « *business is business* », du corporatisme, de l'autoritarisme.

Les modèles *A*, *B* et *C* entretiennent dans chaque entreprise un contrepoint complexe. Dans *C*, avec la décentralisation des responsabilités, la qualification par le travail, l'adaptabilité etc., le lieu de travail rejoint la culture de notre temps. Ce n'est pas facile : la culture de la liberté est exi-

76. Nous nous écartons du sociologisme cher à la « deuxième gauche » française, qui est tentée d'affirmer qu'une représentation se construit socialement puis se soutient d'elle-même, sans avoir à être confrontée au critère de pertinence.

77. Invention du langage (Céline, Vian, Pound), du rythme (Bartok, Roussel), de l'espace (école du Bauhaus), du regard (Cézanne, Klee), « table rase » libératrice (Dada), etc. Après le culte romantique de l'émotion individuelle, la modernité a renoué avec la rigueur – non celle d'une règle héritée de la tradition, mais celle de l'universalité personnelle et de la responsabilité. On peut donc évoquer un « classicisme de la modernité », et d'ailleurs notre époque n'a pas le monopole de cette « modernité » : on peut parler de la « modernité » de Scarlatti, Chabrier, Potocki, Montaigne, Saint-Simon, Spinoza, Rousseau, Laclos, Stendhal etc.

geante, même si des personnes à l'esprit un peu rigide lui trouvent les apparences du laisser-aller.

Dans *B*, avec l'organisation de compétences spécialisées, c'est le règne de la règle explicite. On est dans le monde industriel, avec sa force de travail embrigadée, son efficacité dans un cadre fixe. Ce monde fait peu de place à la liberté et, s'il est moderne, c'est dans un autre sens que celui que nous associons au mot « modernité ».

Un système féodal permet aux caciques de déployer leur originalité individuelle, et la culture n'est pas absente de *A* – mais elle renoue avec des formes archaïques.

La « tache aveugle »

Les mécanismes sociologiques que nous venons de décrire sont bien connus des cadres des entreprises, et alimentent les conversations humoristiques ou désabusées qui se tiennent à la cafétéria – et qu'il convient d'écouter attentivement, car elles sont symptomatiques. Si ces mécanismes perdurent, c'est parce qu'ils ont pour racine un problème non sociologique, mais philosophique, et donc difficile à poser simplement. Pour le tirer au clair, nous allons devoir suivre une progression délicate.

Le système d'information d'une entreprise réside dans l'espace des représentations, de leur production. A sa base se trouve un socle sémantique, avec la définition des « populations » et des « individus » qui les composent (« individus » et « populations » s'entendant ici au sens qu'ils ont en statistique ; l' « individu » peut être un client, une entreprise, un franc de dépense, un îlot d'habitations, etc.), les nomenclatures selon lesquelles s'organisent les concepts, les procédures d'identification etc.

Ce socle sémantique est mis en œuvre sur une plate-forme technique constituée par les bases de données, la répartition des mémoires et puissances de calcul l'architecture client serveur, les réseaux. Cette plate-forme doit fournir une qualité de service convenable (taux de panne, durées d'attente, coupures de communication), pour un prix acceptable : elle doit être dimensionnée pour une « période de pointe ».

Or le dimensionnement des ressources doit anticiper sur le comportement des utilisateurs. En effet, leur réseau n'obéit pas à des lois déterministes ; il ne réagit pas comme un circuit hydraulique où la transmission de la pression respecte des proportions prévisibles : l'utilisateur d'un réseau « se comporte », comme un automobiliste. Si une route nationale se bouche, certains prendront leur mal en patience, d'autres la quitteront pour une route secondaire ; la distribution de ces comportements sera aléatoire. Si le débit des routes secondaires est suffisant ils soulageront la route nationale ; sinon, ils encombreront aussi les routes secondaires et étendront le blocage sur tout le réseau.

Il en est de même sur un réseau informatique. Si le serveur de communication tombe en panne, certains utilisateurs chercheront à passer par le serveur de télécopie ; si celui-ci est trop peu dimensionné il tombera lui aussi en panne ; s'il est solidaire des serveurs applicatifs, la panne se généralisera jusqu'au blocage de tout service.

Ainsi le dimensionnement doit tenir compte du comportement des utilisateurs en cas de panne. Le calcul supposerait une manipulation virtuose des probabilités (des trafics, des pannes, des comportements en cas de panne etc.) à laquelle on se livre rarement. L'expertise remplace le calcul. L'expert est déjà tombé dans les pièges et s'en est sorti, à chaud, sous les lazzi des utilisateurs. Il a appris à anticiper, par l'intuition, les accidents possibles sur un réseau.

Son intuition peut parfois s'exprimer de façon simple : il peut ainsi prévoir que si une entreprise met en place un nouveau système sans former les utilisateurs, ceux-ci commettront des erreurs, et que le « *help desk* » sera surchargé de questions élémentaires.

Certaines des certitudes de l'expert sont plus difficiles à communiquer. Supposons que l'entreprise souhaite construire un système d'information sur sa clientèle. L'expert sait qu'il faut un répertoire pour identifier les clients et réaliser au moindre coût les fusions de fichiers pour rassembler toute l'information que l'on a sur un client, quelle que soit sa source. Cependant la construction de ce répertoire a un coût et un délai, et des managers impatientes peuvent ne pas en percevoir l'utilité.

Il en sera de même des hypercubes qui accélèrent l'utilisation des bases de données moyennant quelques limitations ; de l'administration des données et de la modélisation des processus, qui clarifient la sémantique d'une opération avant tout développement technique ; de l'équipement des utilisateurs en interfaces multimédia qui élargit la gamme des fonctionnalités possibles ; du dimensionnement de l'infrastructure de serveurs et du réseau ; d'outils qui, comme le serveur de télécopie, économisent le temps et l'attention de l'utilisateur ; de l'unification des messageries, qui permet à l'utilisateur de trouver tous ses messages dans une même boîte aux lettres ; de la documentation électronique et des forums ; de l'équipement des processus en workflows, etc.

Sur tous ces sujets, l'expert est éclairé par une évidence simple, aussi forte que celle qui s'impose à l'architecte qui équilibre les forces en leur fournissant des points d'appui ; mais sauf exception cette évidence ne sera pas partagée par les non-experts.

Pourtant d'autres expertises sont partagées par tous. Si, dans une compagnie aérienne, quelqu'un proposait de faire voler les avions sur le dos « parce que les passagers trouveraient cela amusant et que cela nous distinguerait de la concurrence », il serait déconsidéré : chacun sait que les passagers n'apprécieraient pas cette acrobatie qui est d'ailleurs impossible. Par contre, dans le domaine du système d'information, l'expert entend dire des énormités qui équivalent à « faire voler des avions sur le dos », et passent pour des hypothèses à considérer (« on fera le répertoire en dernier », « il ne faut pas installer de serveur de fax parce que cela ferait croître la dépense en télécoms », « il ne faut pas formaliser le processus sous la forme d'un workflow parce que cela reviendrait à graver en dur les erreurs que le processus comporte », « il faut des économies opérationnelles immédiates, la recherche de la cohérence relève d'une démarche intellectuelle et donc superflue », « la maîtrise d'ouvrage doit être faite par l'informatique », « l'administration des données peut attendre la fin du développement », « je ne crois pas à l'Internet », etc.).

Il est difficile de communiquer l'expertise sur le système d'information parce qu'il s'agit d'une spécialité nouvelle. En outre, le système d'information entoure les tâches pratiques, matérielles (faire une réparation, livrer un produit, transporter un paquet) de représentations fournissant la grille conceptuelle selon laquelle sont effectuées observations et mesures. Il n'est pas facile de comprendre ce que l'on gagne en redoublant ainsi des tâches pratiques par leur image, structurée par un cadre conceptuel. L'efficacité matérielle d'une représentation immatérielle sera parfois perçue au coup par coup, mais rarement dans son principe et sa généralité.

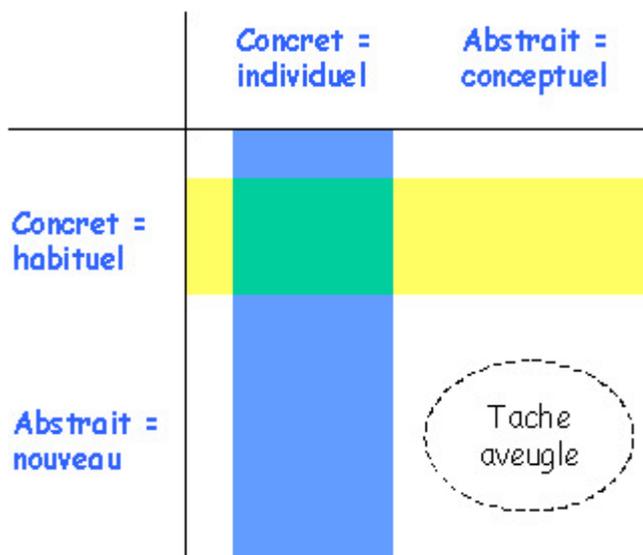
Chacun peut à la rigueur comprendre que le calendrier de maintenance d'un équipement soit enregistré dans un pro-

gramme informatique qui édite les documents techniques, produit les « fiches de travail » permettant de travailler dans le bon ordre (démonter une pièce, puis les pièces que ce premier démontage dégage, exécuter les travaux sur les pièces dans l'ordre inverse du démontage, etc.), enregistre les opérations, met à jour le programme d'entretien etc. Mais il ne sera pas facile de comprendre que le système d'information obéit à une « physique » qui lui est propre, celle du dimensionnement des ressources et du modèle en couches de la représentation. Que les contraintes de la sémantique soient aussi rigoureuses que celles de la physique, c'est un fait que bien des managers ne sont pas prêts à reconnaître.

Lorsque l'expert exprime une évidence relevant du bon sens, il observe le regard distrait de son interlocuteur, son empressement à parler d'autre chose ; on lui enjoint finalement d'être « plus concret ». Cet emploi du mot « concret » est très révélateur. Il a en effet une acception différente selon que l'on utilise le langage philosophique, où il a un sens technique précis, et le langage courant. Dans le langage philosophique, « concret » s'oppose à « abstrait » comme « individuel » s'oppose à « conceptuel ». Est concret cet objet-ci, que je peux manipuler s'il est devant moi (cet ordinateur, cette tasse de café). Est abstrait le point de vue sous lequel je considère un objet, et le concept sous lequel je vais le classer (forme, poids, couleur, matière, etc.). Tout objet individuel (concret) réalise de facto la synthèse de diverses catégories conceptuelles (abstraites).

Or dans le langage courant, « concret » est synonyme d'« habituel », abstrait est synonyme de « nouveau ». Rien de plus concret, pour un cadre qui s'inquiète de sa carrière, que des catégories comme « cadre supérieur », ou même « C6 », qui n'ont de sens que dans le référentiel d'une entreprise. Ainsi les catégories abstraites fréquemment utilisées par le

raisonnement (types d'actifs pour un financier, types d'outils pour un ouvrier, subtilités de la mode pour une personne coquette) usurpent le caractère « concret ».



Place de la « tache aveugle »

Croisons les deux acceptations des termes « concret » et « abstrait ». Chacun est à l'aise dans le monde de ses objets habituels, monde en somme doublement concret. Les catégories abstraites dont il a l'habitude déterminent la grille de représentation qui associe à chaque objet concret les concepts dont il relève ; pour lui, ces catégories sont « concrètes », car elles délimitent ses intentions, désirs, craintes, répulsions, et confèrent un sens à son action.

Les objets individuels dont il n'a pas l'habitude, concrets au sens philosophique, se plient mal à sa perception parce qu'il ne dispose pas de grille pour en rendre compte. Il ne saura pas les classer par rapport à ses désirs, intentions etc.,

il ne saura pas quoi en faire. Si ses sens les perçoivent, son entendement ne sait pas les « penser ». Ils seront donc ignorés ou jugés « abstraits », ce qui est une façon de dire qu'ils le mettent mal à l'aise.

Quant aux concepts dont il n'a pas l'habitude, ils n'existent pas. Inhabituels et imperceptibles (puisque à la différence des objets individuels ils ne se présentent pas devant les sens), ils se trouvent dans la « tache aveugle » de l'intellect. Leur évocation lui semble futile, du « bavardage », du « bruit ». Il attend qu'elle cesse pour pouvoir parler des « choses réelles », c'est-à-dire de celles dont il a l'habitude.

Regardez ce père de famille qui parle avec son fils de dix-sept ans. L'adolescent vit avec ses copains, pense à son habillement, à la musique qu'il aime. Si le père cherche à lui expliquer que ce qu'il apprend au lycée sera utile, plus tard, dans sa vie professionnelle, il évoque quelque chose qui se trouve très loin de ce que l'adolescent est prêt à entendre ... que le père soit éloquent, habile, clair dans ses explications n'y changera rien. Lorsque l'interlocuteur est sourd, l'éloquence est inutile.

Jeanne Favret-Saada a bien décrit l'aveuglement devant l'inhabituel⁷⁸ :

« Les notes que je pris en 1971 d'après la bande magnétique que j'avais enregistré au cours de cet entretien portent alors cette mention étonnante, significative de la surdité qui m'affecta si souvent au cours de mon travail : « Suit une histoire inaudible [...] ». Il me paraît invraisemblable aujourd'hui que seul ce passage ait été inaudible : quand, plus tard, j'y entendis le ronronnement de la machine à laver des Babin, cela ne m'empêcha pas de comprendre leurs paroles. Au

78. In *Les mots, la mort, les sorts*, Gallimard 1977, p. 233.

pire, Joséphine m'avait alors parlé avec un débit précipité [...]. L'hypothèse la plus probable est donc que je ne voulais pas entendre le récit de cet épisode capital – sur lequel je ne posai d'ailleurs aucune question – parce que de le prendre en considération m'aurait conduite à réviser la version que je m'étais alors constituée de l'histoire des Babin ».

Nous construisons durant notre éducation la grille à travers laquelle nous percevons le monde ; elle structure ce que nous pouvons voir. Cette grille, imperceptible comme nos lunettes (« qui nous permettent de voir, mais que nous ne voyons pas », dit Heidegger), est indispensable mais nous enferme dans les perceptions qu'elle autorise. Lorsque quelqu'un tient devant nous un discours relevant d'une autre grille, nous cessons d'écouter, nous sommes agacés, nous croyons perdre notre temps, nous avons hâte de retrouver le terrain familier des représentations habituelles.

Le penseur sait interpréter ses propres réactions de distraction, d'agacement, de surdité. Elles lui indiquent les voies par lesquelles il pourra sortir de la prison de sa représentation, moyennant un travail parfois pénible mais crucial. C'est d'ailleurs à cette ouverture, à cette « simplicité » que l'on reconnaît le penseur. Mais les dirigeants ne sont pas tous des penseurs. Ils ont reçu une formation dite supérieure, et la jugent suffisante puisqu'elle leur a permis de « réussir ». Les représentations qui sortent des habitudes de leur milieu leur semblent sans intérêt.

Le système d'information se trouve dans la tache aveugle des dirigeants parce que la formation au système d'information ne fait pas partie de leur bagage initial⁷⁹. Mais surtout la démarche qui fonde le système d'information suppose que

79. Cela changera, mais notre économie peut-elle s'offrir le luxe d'attendre la relève de cette génération-là ?

l'on soit libre envers les représentations, que l'on sache les manipuler comme des instruments de l'action. Cette relativisation des représentations, cette souplesse, vont de pair avec l'aptitude à les reconcevoir, donc avec une attitude dont à présent seuls des penseurs sont capables.

Pour que l'entreprise assimile la logique du système d'information et sache en faire un instrument de l'action, il faut que ses dirigeants deviennent dans une certaine mesure des penseurs, et qu'ils soient à l'aise pour créer, réviser et détruire les concepts et catégories qui fondent leurs représentations. L'importance que prend le système d'information dans la vie des entreprises aidera cette évolution, mais celle-ci ne sera ni facile, ni rapide.

La téléinformatique dans l'entreprise ⁸⁰

par Philippe Penny et Michel Volle *Informatisation Entreprise*

Article publié dans La Recherche n° 255 de juin 1993, et dans Problèmes économiques n° 2.359 du 19 janvier 1994.

Vingt ans après la naissance du premier micro-ordinateur, la micro-informatique, et plus particulièrement la bureautique, est en passe de révolutionner l'organisation des entreprises. Telle est du moins la proposition que P. Penny et M. Volle s'exercent à démontrer tout au long de cet article. Grâce aux progrès réalisés dans les télécommunications, et à la faveur de la chute des prix des micro-ordinateurs et de l'augmentation de leur puissance, la bureautique dite « communicante » devrait conduire à des gains de productivité considérables. Les réseaux de micro-ordinateurs offrent en effet la possibilité d'informatiser tout un ensemble de tâches techniques ou administratives, qui nécessitent la coopération et l'intervention simultanées d'agents de l'entreprise éventuellement situés aux quatre coins de la planète.

Un peu plus d'une dizaine d'années après l'apparition du terme de « Bureautique » dans le vocabulaire français, la discipline qu'il sert à désigner a considérablement évolué. À l'origine, son objectif était simplement d'automatiser le travail de bureau individuel, et d'atteindre dans les tâches administratives des gains de productivité comparables à ceux enregistrés dans l'industrie. Grâce à son association aux tech-

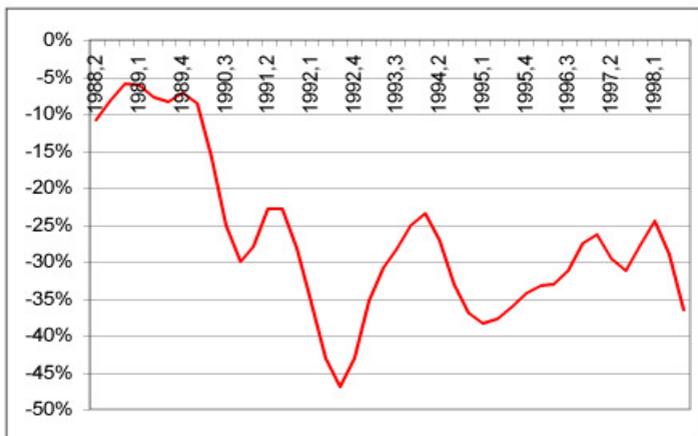
80. <http://www.volle.com/articles/bureautique.htm>

niques de communication, la bureautique entre dans une nouvelle phase, celle de la « bureautique communicante ». Loin d'être un simple « gadget » technique, sa mise en œuvre modifiera profondément, à terme, l'organisation du travail dans les entreprises et les administrations. Elle devrait même influencer leur stratégie, tandis qu'elle conduit d'ores et déjà à des gains de productivité significatifs.

La bureautique communicante prend en effet en compte plusieurs aspects fondamentaux du travail dans les grandes organisations, aspects que la bureautique conventionnelle avait en grande partie ignorés. D'une part, elle systématise la circulation et les échanges d'informations en recourant à des messageries et des bases de données dont les fonctions se sont perfectionnées depuis les années 1980. D'autre part, elle permet d'informatiser des travaux qui nécessitent la coopération ou l'intervention simultanées de plusieurs personnes, ou bien des interventions successives. Tel est par exemple le cas pour l'élaboration d'un document technique, d'un modèle de simulation financière, etc.

L'objectif de la bureautique communicante est ainsi d'améliorer la productivité du travail de groupe qui représente une part importante de l'emploi du temps des cadres. Elle s'appuie, pour ce faire, sur des théories relatives au travail à plusieurs et au partage des informations, qui se sont concrétisées par le développement de logiciels (voir l'annexe 1).

Mais elle a surtout bénéficié de la diminution rapide du prix des micro-ordinateurs, qui est de 35 % par an depuis 1991 (fig. 1). Elle bénéficie également des performances croissantes des processeurs (leur puissance double chaque année), ce qui se traduit notamment par un haut niveau d'ergonomie des micro-ordinateurs.



Évolution du taux d'évolution annuel du prix des micro-ordinateurs

NB : Pour améliorer la lisibilité, le taux de variation est calculé en faisant une moyenne mobile sur trois trimestres.

Depuis quelques années, l'évolution de l'indice INSEE des prix des micro-ordinateurs est spectaculaire. Jusqu'au milieu de l'année 1990, la diminution annuelle des prix est comprise entre 5 et 10 %, alors qu'elle atteint 35 % depuis deux ans, ce qui ne va pas sans faire de victimes. Les revendeurs de micro-informatique sont laminés par la baisse des marges, tandis que l'on voit se développer la vente par correspondance. Associée à une qualité croissante des micro-ordinateurs, cette baisse des prix incite les entreprises à s'équiper de micro-ordinateurs portables en réseaux plutôt qu'en gros ordinateurs. Ce facteur favorise de manière déterminante le développement de la bureautique communicante.

Cette situation conduit les entreprises à délaisser les gros ordinateurs, et à s'équiper en micro-ordinateurs reliés en réseau, donc capables de communiquer. On prévoit qu'en France, il y aura un micro-ordinateur pour trois personnes

actives d'ici la fin de l'année 1993, et qu'un tiers de ces ordinateurs sera connecté à un réseau. Cette évolution confirme les prévisions de diverses équipes de chercheurs, en majorité américaines qui, depuis les années 1970, se sont efforcées d'utiliser les possibilités de l'informatique pour automatiser l'organisation du travail dans l'entreprise. Leurs travaux étaient longtemps restés purement académiques, ne serait ce qu'en raison du coût des solutions qu'ils proposaient. La chute des prix de la micro-informatique a au moins levé cet obstacle.

C'est à Pierre Berger, journaliste de la presse informatique, et à L. Nogès, consultant, que l'on doit l'invention du mot français « bureautique ». Il traduit ce que les Américains nomment alternativement *personal computing*, *office automation* ou *office information systems* selon les groupes d'applications considérés. L'expression *personal computing*, ou « informatique personnelle », a été introduite dans les années 1970. Elle fait référence à l'usage individuel du micro-ordinateur, avec la mise en œuvre de traitements de texte, de tableurs, de logiciels graphiques ou de logiciels de pilotage des périphériques (comme les imprimantes, les modems, etc.). Quant à l'expression d'*office automation*, ou « automatisation du travail de bureau », elle est utilisée depuis la même époque par les fabricants d'équipements informatiques pour désigner les divers outils électroniques introduits dans les bureaux (photocopieurs, machines de traitement de texte, péritéléphonie, télécopieurs, micro-ordinateurs, scanners, mobilier spécialisé, etc.).

Au début des années 1980, enfin, on commença à regrouper sous le nom d'*office information system* l'ensemble des systèmes fondés sur l'interconnexion des différents matériels informatiques et bureautiques d'une entreprise ou d'une administration. Ce mariage entre télécommunications et micro-

informatique s'est en fait opéré dès l'arrivée des micro-ordinateurs sur le marché. À cette époque, les micro-ordinateurs sont reliés à un site central avec lequel ils peuvent échanger des informations simples (messages ou requêtes à des bases de données). Pour ces échanges, les micro-ordinateurs sont considérés comme de simples terminaux et n'utilisent pas leur propre capacité de calcul. Les réseaux locaux servent alors essentiellement au partage des imprimantes, des grosses applications et de la puissance de traitement. C'est sur cette base qu'un certain nombre d'applications professionnelles de communication de groupe se sont développées telles que la messagerie électronique ou les « infocentres » (des terminaux permettant d'interroger des bases de données qui centralisent des informations utiles à toute l'entreprise). Les réseaux devenaient un nouveau moyen de communication entre individus.

La « bureautique communicante » (*network computing*) cherche en revanche à utiliser toutes les capacités des micro-ordinateurs de bureau et des stations de travail, les uns et les autres étant capables d'échanger et de traiter des informations. Sa mise en œuvre nécessite donc, outre le développement de logiciels spécifiques, l'établissement de normes et la réalisation d'interfaces, de telle sorte que la communication soit effectivement possible. Il s'agit, en effet, de gérer tous les flux d'information qui transitent dans le réseau informatique (4). Celui-ci comprend des parties internes à chaque établissement de l'entreprise (on parle alors de réseau local d'établissement, soit RLE, ou LAN pour *Local Area Network* en anglais) (voir l'annexe 2). Par ailleurs, les réseaux locaux de sites éloignés peuvent être reliés entre eux, grâce aux services de l'opérateur public de télécommunications, tandis que ces services permettent également la connexion à distance de postes de travail isolés. On parle alors de « réseau d'entreprise étendu » (WAN pour *Wide Area Network* en anglais).

Au niveau physique, les divers types de matériels informatiques sont reliés par des liaisons téléphoniques publiques ou par des liaisons spécialisées (louées à l'opérateur public mais utilisées à des fins privées), grâce à des modems (modulateurs -démodulateurs) ou des cartes numériques (dans le cas de transmissions sur des réseaux numériques). Lors des échanges au sein du système, un ensemble de logiciels appelé « système d'exploitation du réseau » (*Network Operating System* ou NOS) assure la reconnaissance du nom et la localisation de chaque élément, matériel, logiciel ou logique. S'appuyant sur le NOS, un autre ensemble de logiciels autorise le routage des messages et le transfert des fichiers. La plupart de ces logiciels sont implantés sur un micro-ordinateur spécialisé, le « serveur de réseau » (dans un réseau étendu, il peut y avoir plusieurs types de serveurs spécialisés dans des fonctions précises comme le serveur de mémoire, le serveur de puissance ou le serveur de communication). Mais ces logiciels peuvent également se trouver sur les ordinateurs qui jouent alors, vis-à-vis du reste du réseau, un rôle de serveur. Par ailleurs, les fonctions de routage seront, à terme, intégrées au système d'exploitation de chaque micro-ordinateur. Enfin, la surveillance du bon fonctionnement de cet ensemble complexe de serveurs, de tronçons de réseaux et de postes de travail est dévolue à des agents d'exploitation utilisant une palette, jusqu'ici fortement hétéroclite, de logiciels spécialisés sur stations de travail (fig. 2).

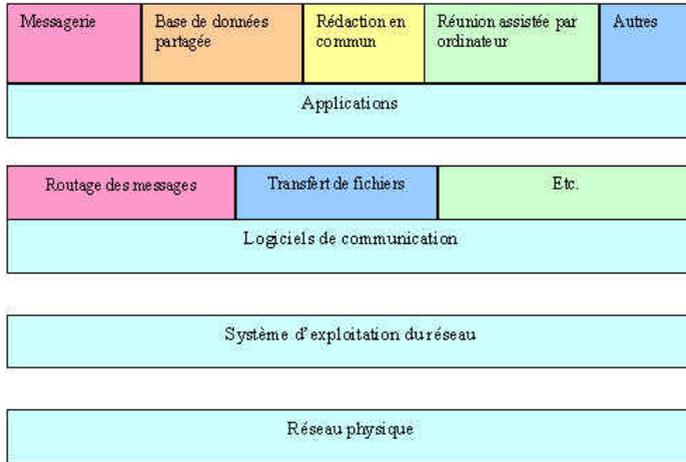


Figure 2 : *La mise en œuvre d'une installation de bureautique communicante s'appuie sur une architecture de réseau que l'on peut décomposer en quatre niveaux. Au bas de l'édifice se trouve le « réseau physique », formé d'un parc d'appareils informatiques reliés entre eux par des câbles. Le tout est géré par un ensemble de logiciels, le système d'exploitation du réseau, qui constitue le second niveau. Le troisième niveau, qui comprend les outils logiciels de communication, assure le routage des messages et le transfert des fichiers. Ces fonctions fondamentales permettent aux applications de la bureautique communicante, situées au niveau supérieur, de se dérouler correctement. Cette architecture vise à mettre à la disposition de l'utilisateur la puissance, les logiciels et la mémoire des autres machines connectées au réseau. Pour cela, les ressources informatiques doivent être mobilisées, entre autres, selon leur disponibilité, le volume de traitements que nécessite la communication et la probabilité d'encombrement du réseau. Par ailleurs, une telle architecture doit permettre de traiter les problèmes de priorité : chaque utilisateur doit pouvoir activer les applications disponibles sur une autre ma-*

chine avec des temps de réponse comparables à ceux qu'il aurait si les applications étaient sur sa propre machine.

Tout cet édifice sert de support aux applications de bureautique communicante, et plus particulièrement au travail de groupe assisté par ordinateur, ou *Computer Supported Cooperative Work* (CSCW), plus communément appelé *groupware*. Les logiciels de groupware, ou « collecticiels », se répartissent en trois grandes catégories. La première est constituée de bases de données et de documents partagés, qui mettent l'information à la disposition de plusieurs personnes simultanément, et des applications qui en découlent. La seconde regroupe les messageries, qui sont utilisées pour diriger l'information vers des destinataires bien précis, ainsi que leurs applications dérivées. Chacune de ces deux premières catégories correspond à un contexte relationnel spécifique. Ainsi, en simplifiant à l'extrême et en guise de métaphore, l'utilisation d'une base de documents partagée ressemble à une discussion où les participants peuvent entendre tout ce qui se dit, alors que la messagerie est analogue à un dialogue à voix basse. La troisième catégorie englobe un catalogue d'applications spécialisées qui facilitent certains aspects du travail d'un groupe (visioconférence, élaboration d'un document à plusieurs et en même temps, etc.). Nous y reviendrons.

Une base de documents partagée donne en fait une réponse informatique à la nécessité de travailler en groupe, ce qui suppose de pouvoir consulter et traiter divers documents simultanément et librement. Une telle base peut, par exemple, répondre au besoin d'une équipe d'ingénieurs travaillant sur un même projet. Ces ingénieurs doivent en effet se référer à la même documentation technique, la mettre à jour, y intégrer des comptes rendus, normes et résultats, afin de cumuler leurs compétences, y compris lorsqu'ils ne travaillent pas dans le même bâtiment. Grâce à cette mémorisa-

tion de toute l'activité d'un groupe, l'activité des entreprises est moins soumise aux aléas des organisations (changement des personnels, absences, etc.).

Il est possible de créer de telles bases de documents partagées sur un réseau local grâce à des logiciels de groupware récents dont l'un des premiers, le collecticiel Notes, a été développé par trois Américains, R. Ozzie, T. Halverson et L. Kawell. Ce collecticiel était industrialisé dès 1986 par l'éditeur de logiciels américain Lotus Development Corporation (fig. 3). Au sein de la base, les documents élaborés sont indexés et classés de sorte qu'il soit aisé de les retrouver. La base peut, en outre, être « répliquée » sur d'autres serveurs en empruntant les réseaux publics, le réseau téléphonique étant le plus couramment utilisé. L'information est ainsi disponible pour toutes les personnes autorisées, quelle que soit leur situation géographique. La « réplication » est rendue automatique selon une cadence prédéterminée. Une telle base d'informations structurées peut servir à la rédaction coopérative de documents, par exemple pour la mise au point de réponses à des appels d'offres ou la validation de rapports d'étude nécessitant la coopération de plusieurs ingénieurs.

L'introduction d'un collecticiel dans une entreprise impose une méthode rigoureuse. Pour la réunion assistée par ordinateur, l'objectif est de mener les utilisateurs à définir la méthode puis à s'y tenir. Même pour les plus délicates négociations, l'assistance d'un de ces logiciels, tels que Team Focus d'IBM ou GroupSystem V de l'entreprise américaine Ventana Corporation, peut rendre plus efficaces nombre de réunions. Citons la conception d'une campagne de publicité, la réponse à un appel d'offres, la mise en place d'une acquisition - fusion ou la détermination des spécifications techniques d'une interface entre un ensemblier avionneur et des sous-traitants. Par le biais de logiciels de conduite de réunions,

les participants apportent leurs contributions au sein d'un canevas défini en objectifs et en temps et contrôlé par un animateur indépendant. Au cours de la réunion, le logiciel enregistre toutes les contributions, permet des procédures de vote et édite, en conclusion, un compte rendu exhaustif des interventions et des décisions.

Pour l'instant, de telles réunions se déroulent dans une salle unique, où chaque participant dispose d'un ordinateur connecté aux autres. Mais la société Ventana est en train de tester un système de réunion multi-sites, en utilisant des réseaux pour relier des participants situés dans divers lieux géographiques. Il faut à cette fin résoudre les problèmes qui se posent pour distribuer le droit à la parole et pour contrôler les écarts de synchronisation dus à des débits de communication différents, en résumé pour que les participants puissent travailler comme s'ils étaient dans la même pièce. Dans ce cas, la bureautique est couplée à des techniques de réunion à distance (réunion téléphonique, audioconférence, visioconférence).

Les bases de documents partagées permettent de traiter avec succès des applications que les techniques de gestion électronique de documents (GED) n'étaient pas parvenues à prendre en compte. La GED, apparue au début des années 1980 (1982 au Japon, 1985 aux Etats-Unis), recouvre toutes les étapes de la transformation des documents papier (et en particulier des documents externes à l'entreprise) en documents électroniques classés. Les documents papier sont numérisés par scanner, puis vérifiés et éventuellement repaginéés. Dès lors, ils sont devenus des documents-image, susceptibles d'être traduits en mode caractère par reconnaissance optique de caractères (OCR en anglais), puis lus, voire modifiés, par un traitement de texte.

Ces documents sont ensuite indexés dans une base de données partagée qui contient déjà des documents internes à l'entreprise, et où ils peuvent également être classés. Les documents eux-mêmes sont stockés sur des mémoires ayant un rapport capacité/coût plus intéressant que les disques magnétiques qui équipent les ordinateurs (il s'agit en général de disques optiques numériques, qui occasionnent, il est vrai, des délais d'accès plus longs). Les applications typiques de la GED concernent le stockage du courrier arrivé, la documentation technique, les plans, etc. Elles constituent ainsi la mémoire de certains processus administratifs de l'entreprise.

En dépit des espoirs qu'elle a suscités, le développement de la GED n'a pas connu le succès prévu, car elle reste encore affaire de spécialistes dans le cadre d'applications spécifiques, et dispose de capacités de mise en réseau a relativement faibles. Ce retour en arrière, sensible au Japon vers 1986 et quelques années plus tard en France, témoigne du difficile compromis que la bureautique communicante cherche à établir. L'objectif est en effet de donner aux utilisateurs le sentiment qu'ils ont la liberté d'améliorer leurs conditions de travail pour certains, de développer leur ambition en « embrassant plus et mieux » pour d'autres ; cet objectif doit en outre être atteint tout en contrôlant les applications visées, dans le contexte d'un niveau de service de l'infrastructure comparable à celui que procurerait un gros ordinateur.

Combinée au partage des bases de données et systèmes documentaires, et à des modèles de représentation des connaissances issus de l'intelligence artificielle, l'informatique documentaire apporte par ailleurs des outils d'indexation et de recherche. Ces outils ont souvent été spécialisés pour certains métiers, les professions juridiques par exemple (voir « Les nouveaux outils. informatiques des juristes » dans La Recherche d'avril 1993). La tendance lourde est à leur inté-

gration en standard dans l'offre des grands éditeurs de logiciels bureautiques, comme Microsoft et Lotus. Ils permettent de déterminer les documents « proches. » d'un contexte sémantique donné, ce qui facilite tant la classification d'un document nouveau que la recherche de documents anciens.

Si une partie de l'information qui circule dans une entreprise doit être partagée, elle doit également parfois être dirigée vers des personnes précises, et c'est le rôle de la messagerie. Celle-ci est soit directement accessible aux utilisateurs, soit utilisée par d'autres logiciels bureautiques comme c'est la tendance actuellement aux États-Unis. Cela évite en effet des manipulations aux utilisateurs (bases de documents partagées, échanges de textes ou de feuilles de calcul, etc.). Lorsqu'un message est émis, la messagerie le classe dans la « boîte aux lettres » électronique (BAL) de son destinataire. Cette « boîte aux lettres » est en fait une zone de mémoire, réservée à cette personne, dans un serveur de messagerie au sein duquel est « reconnue » l'adresse, associée au message (l'adresse peut être simplement le nom de la personne). Dès que le message arrive, soit il est transféré directement dans le micro-ordinateur de son destinataire (dès que celui-ci est connecté, c'est le mode « *store and forward* ») ; soit le destinataire est prévenu de l'arrivée du message par un signal du serveur sur son ordinateur, et il doit alors se connecter au serveur pour en prendre connaissance (mode « *store and retrieve* »). Ce dernier mode est particulièrement adapté pour les « nomades », qui constituent une fraction parfois importante des forces de production d'une entreprise (équipes de vente, télétravailleurs, cadres en déplacement... ou en vacances).

Dans une entreprise comprenant plusieurs établissements implantés en des lieux différents, un utilisateur peut n'avoir qu'une seule boîte aux lettres, dans l'unique serveur de mes-

sagerie de l'entreprise situé dans l'un des établissements ; il devra donc sortir de son réseau local et se connecter à ce serveur pour la consulter. Il peut aussi avoir une boîte aux lettres dans son propre établissement, ou en avoir une dans différents établissements ou encore chez des opérateurs de télécommunications publics (cela est très répandu aux États-Unis, tandis qu'en France il existe de nombreux services accessibles par Minitel, et la messagerie publique Atlas 400 offerte par Transpac). Chaque messagerie doit donc gérer un annuaire de ses utilisateurs, une fonction dont la difficulté est encore accrue du fait des fréquentes mises à jour et des connexions éventuelles avec des messageries extérieures, privées ou publiques. Certains annuaires d'entreprise comptent ainsi plus de cent mille noms. Les premières messageries, Comme DISOSS d'IBM par exemple, mises au point dans les années 1970 sur gros ordinateurs, convenaient à l'échange d'informations brèves, qui transitaient par l'ordinateur central avant d'être distribuées à leurs destinataires. C'est le fameux courrier électronique (*Electronic Mail* ou e-mail). On peut ainsi communiquer en différé avec un interlocuteur absent au moment de l'appel en s'affranchissant, par le biais du réseau, de toute distance géographique. On peut également diffuser des messages à une liste de destinataires.

Dès le début des années 1980, il devint possible d'« attacher » des fichiers aux messages, la messagerie servant alors de « poisson pilote » au transfert de ces fichiers. Elle peut maintenant transmettre aussi bien des textes que des messages vocaux, des images ou des télécopies. Certaines associent ces divers moyens et offrent une large possibilité d'accès par téléphone, Minitel, poste de travail bureautique, télécopieur, etc. Les logiciels développés ont apporté à la messagerie une ergonomie de qualité, une simplicité d'usage et une rapidité qui en font un outil essentiel du travail en collabo-

ration. Les messageries les plus couramment utilisées, telles que MS-Mail de Microsoft, cc :Mail de Lotus ou Quick-Mail de CE Software, datent de la fin des années 1980. La gestion d'agendas collectifs et la réservation de salles de réunion a par ailleurs été associée à certaines d'entre elles.

Au début des années 1990, des processus dits de « conversation », élaborés à partir d'études linguistiques, ont été intégrés à des messageries, telles que The Coordinator (fig. 4). Cette messagerie a été conçue par l'équipe d'Action Technologies Inc., dans la mouvance de T. Winograd et F. Flores (voir l'annexe 1), et s'appuie sur une philosophie du management stratégique comme celle de S. Keen, de l'université Harvard. De tels processus transposent à l'informatique des schémas inspirés par la conduite de conversations entre deux personnes. Ils contribuent à accroître l'efficacité des échanges par l'intermédiaire de la messagerie : l'historique des échanges est conservé et vérification est faite qu'ils ont bien abouti.

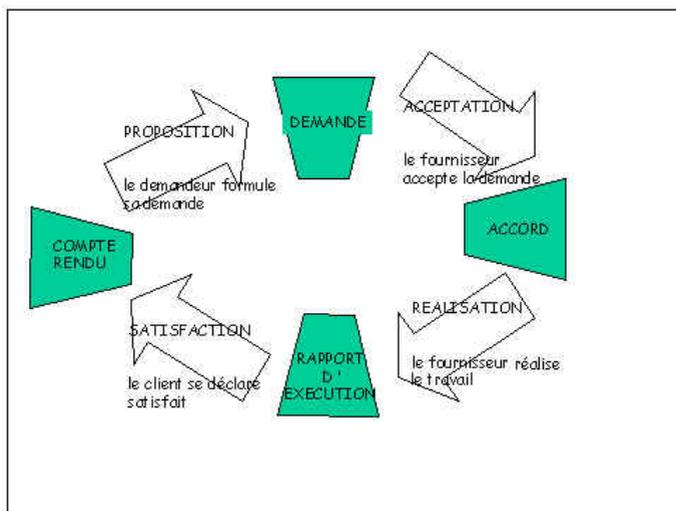


Figure 3. Les processus de conversation, mis au point par des linguistes, transposent à l'informatique des schémas inspirés par le déroulement de conversations entre des personnes. Ils permettent de traiter une succession de plusieurs actions, correspondant chacune à l'émission d'un message, comme une transaction unique. Un tel processus de conversation s'articule typiquement en quatre phases. La première - faire une offre ou recevoir la demande d'un client - est la phase dite de « demande ». La deuxième consiste à accepter de réaliser l'offre ou de répondre à la demande : c'est « l'accord ». En troisième lieu, le fournisseur accomplit le travail nécessaire pour réaliser ce qui a été convenu et le livre au client en rendant compte de la réalisation, ce qui aboutit au « rapport d'exécution ». Enfin, le client émet un message de « compte rendu » indiquant s'il est satisfait ou non. Au cours de ce processus, l'utilisateur caractérise chaque message par un « paramètre d'état » (demande initiale, demande de renseignements complémentaires, etc.). La succession des messages relatifs à une affaire est disponible à tout moment et elle aboutit nécessairement à une conclusion (positive ou négative).

À la même époque est mise au point ce qui est sans doute l'une des innovations les plus importantes de la bureautique communicante s'appuyant sur la messagerie, le Keen. Si les processus de conversation s'appliquent à des procédures dont le déroulement n'est pas prévu à l'avance, le workflow définit en revanche un circuit pour la transmission de l'information. Les logiciels comme Workflo, conçu en 1989 par le constructeur FileNet, ou Image Works de Bull, X-flow de Xerox, et Workflow Manager d'ATI, qui datent d'à peine un an, automatisent ainsi la circulation des documents dans l'entreprise. Toute procédure qui nécessitait traditionnellement de mettre des documents dans une chemise, puis de faire passer cette

chemise par divers bureaux (au risque de la perdre) pour recueillir signatures, expertises ou avis, peut de cette façon être gérée à travers le réseau informatique.

(Pour voir un exemple de mise en œuvre du workflow, voir *l'étude de cas Infotel*).

À l'aide d'un logiciel de workflow, en effet, un circuit est programmé pour établir la succession des destinataires, les délais de traitement à chaque étape, et les décisions à prendre par le système en cas d'anomalie dans le processus. Ainsi, si l'un des destinataires est absent ou tarde à effectuer le travail demandé, le logiciel envoie le dossier, par exemple, à l'un de ses collaborateurs. Le système contrôle l'évolution du travail effectué. La décision de mettre en place un workflow est souvent due à l'impossibilité de traiter, par des méthodes traditionnelles et dans les délais voulus, les documents entrant dans l'entreprise. Ce dernier souci conduit actuellement à la prolifération d'outils venant s'adjoindre à la messagerie d'entreprise. Ces logiciels complémentaires permettent à chaque utilisateur de classer les messages à partir de règles pré-programmées, d'organiser leur routage vers d'autres utilisateurs, et de créer des formulaires personnalisés.

Ainsi, la société américaine Imaging Technology, spécialisée dans le traitement d'images scientifiques et industrielles, a mis en œuvre un tel logiciel, BeyondMail, de l'éditeur de logiciels américain Beyond, pour réduire l'encombrement des boîtes aux lettres des ingénieurs (il est courant aux États-Unis que des cadres intermédiaires reçoivent une centaine de messages par jour!). Par exemple ce logiciel exécute des ordres comme : « transmettre tous les messages à tel confrère, sauf ceux concernant telle compagnie, qui doivent être traités par tel supérieur hiérarchique ; archiver les messages urgents dans tel serveur que je consulterai ». L'utilisateur est alors responsable du traitement des messages qui lui sont adres-

sés, y compris lorsqu'il n'est pas là. En l'absence d'une approche structurée pour analyser et automatiser les processus concernés par cette explosion d'échanges, ces logiciels additionnels constituent un palliatif que peuvent aisément mettre en œuvre les utilisateurs eux-mêmes.

Toutefois, ces mêmes outils peuvent conduire à des effets pervers : il n'existe pas de contrôle sur la manière dont ils sont paramétrés par chaque employé. S'ils présentent un intérêt dans les phases d'éducation après l'installation d'une messagerie, ces outils ne rendent pas le même service à l'organisation que des bases de documents partagées. Celles-ci peuvent traiter correctement les applications apparentées au workflow, et elles obligent en outre les responsables à se poser des questions importantes : quel rôle va jouer telle personne par rapport à notre projet ? quelle information lui communiquer et lui demander de produire ? etc.

Les outils qui viennent d'être évoqués, et qui servent à filtrer des messages ou à déclencher des actions, offrent des mécanismes simples de « dissémination sélective » (ou diffusion sélective) de l'information. Il existe en outre un autre type de logiciels, tel que First ! de la firme Individual, qui permettent de comparer le contenu des messages aux centres d'intérêt de leur destinataire. La firme Individual exploite elle-même ce logiciel sous la forme d'un service à valeur ajoutée. Fondé sur des études statistiques et sémantiques réalisées par l'universitaire G. Salton, aux États-Unis, ce logiciel est utilisé pour diffuser une revue de presse électronique destinée à des abonnés. Individual reçoit les communiqués de presse envoyés par différentes agences. Ces communiqués sont saisis dans le système informatique, où ils sont « triés » en fonction du profil d'intérêt des abonnés, puis ils leur sont expédiés directement dans la boîte aux lettres de leur messagerie d'entreprise. Ou bien ils sont expédiés dans la base de documents qui cor-

respond à une activité précise, par exemple celle de tous les employés exerçant le même métier dans une entreprise disséminée dans le monde. Notons, à titre indicatif, que l'adaptation en français de ce service de diffusion sélective coûterait environ un million de dollars.

Il existe d'autres exemples de collecticiels, parmi lesquels figurent les logiciels de rédaction en commun. Avec ceux-ci, plusieurs utilisateurs (jusqu'à une trentaine) peuvent élaborer un document ensemble, même s'ils ne sont pas dans la même pièce. Le document est édité selon un scénario déterminé en début de session par l'éditeur responsable du produit final, et qui dépend du métier concerné (publiciste, ingénieur, financier, etc.). Les utilisateurs peuvent en parallèle commenter les contributions, soit par téléphone, soit par conférence électronique dans une autre fenêtre de l'écran de leur station de travail. Ces logiciels doivent alors savoir traiter les problèmes de « concurrence » entre les utilisateurs qui modifient en même temps le même document (lors de la sauvegarde, la version de l'un pourrait en effet écraser celle d'un autre, dont le travail serait ainsi perdu). L'une des solutions est de considérer chaque document comme un ensemble de paragraphes et de n'enregistrer que les paragraphes corrigés, quitte à émettre un signal d'alarme si deux personnes travaillent sur le même paragraphe. Par ailleurs, les logiciels de rédaction en commun codifient les règles de présentation et de structure qui permettent d'établir un document collectif cohérent. Ces logiciels sont assez récents puisque les deux principaux, Access de Group Technologies et Update de On Technology, datent de 1990.

Le succès de la bureautique communicante dépend d'un ensemble de facteurs économiques, organisationnels, culturels aussi ; mais il est une technologie fédératrice qui joue un rôle clef, quoique discret, dans ce domaine, à savoir l'« ap-

proche objet ». Elle a donné naissance à une nouvelle génération des principales composantes de la bureautique communicante : la manière d'organiser un bureau électronique sur l'écran du poste de travail et de prendre en compte les interactions de l'utilisateur, la conception des bases de documents structurés mélangeant données et informations multimédia (photographies, sons, enregistrements de visioconférences, etc.), les applications bureautiques elles-mêmes, la technique de programmation utilisée pour les produire, les fonctionnalités offertes à l'utilisateur pour déclencher une application automatiquement à partir d'une autre, etc., et maintenant l'exécution des protocoles insérés dans les systèmes d'exploitation qui s'étendent sur plusieurs machines dans leur prochaine version dite répartie.

À ce point de l'exposé, en tout cas, il est opportun de s'interroger sur l'apport de ces nouveaux outils en termes d'efficacité et de productivité. Les premières applications des micro-ordinateurs avaient permis à chaque utilisateur de produire abondamment textes, graphiques et calculs, selon une présentation correcte. Cependant la rentabilité des investissements consentis, tant en matériel qu'en logiciels (de 1975 à 1991, près de trois cents milliards de dollars aux États-Unis), n'avait pas emporté la conviction : la plus grande part de cette somme a été investie par les secteurs de la finance, de la santé, du commerce et de l'administration, où les hausses de productivité comptent parmi les plus faibles. La bureautique elle-même a provoqué des pertes de temps, compte tenu des contraintes d'apprentissage des logiciels, mais aussi de leurs imperfections.

Pour la bureautique communicante, les choses se présentent très différemment, puisque c'est la gestion même des grandes organisations qui est en jeu. La productivité des réunions, notamment, serait considérablement accrue par

l'utilisation de logiciels de réunion assistée par ordinateur, qui datent d'à peine deux ans. La rentabilité d'une plateforme de groupware comme « Notes », estimée sur un échantillon de cas, varie de 30 à 300 %, soit un délai de retour sur investissement allant de trois mois à trois ans. De tels outils modifient en outre des comportements enracinés, en particulier ceux de certains cadres auparavant quelque peu rebutés par l'informatique.

Citons par exemple la société américaine GFC Financial Corp., spécialisée dans le financement d'activités commerciales, et qui s'est équipée de la série de logiciels Group-System V, de Ventana Corp. et initialement développée par l'université de l'Arizona, pour améliorer ses réunions de planification stratégique. Ces outils sont destinés au « brainstorming », à la rédaction de matériel promotionnel, à l'identification et à l'analyse des conséquences de décisions techniques ou stratégiques, à la mise au point d'études de marché, à la préparation de documents et de terminologies, etc. La durée des réunions, notamment, a considérablement diminué (de l'ordre de 60 %) et elles sont devenues beaucoup plus productives, parce que le système favorise la créativité et la spontanéité.

Un autre exemple est fourni par l'utilisation du logiciel Notes de Lotus. Avec cent licences du logiciel Notes installées sur autant de micro-ordinateurs en réseau, et une formation adéquate pour le personnel (soit un investissement d'environ 46 000 dollars), une petite entreprise de génie civil de l'Illinois, aux États-Unis, est aujourd'hui en mesure d'offrir à chaque client le moyen de suivre l'avancement d'un projet de construction dont elle assure la maîtrise d'œuvre, et de consulter des documents. Cette disposition, étendue à ses sous-traitants, joue un rôle clé dans la compétitivité de l'entreprise et lui a permis de gagner des appels d'offre. La du-

rée du retour d'investissement est évaluée à moins de quatre mois. Dans le même secteur et avec une solution identique, on peut citer, en France, le cabinet d'architecte Ricardo Bofill.

De même, plusieurs grandes entreprises dans le secteur de l'électronique et de l'informatique, comme Intel, Compaq ou EDS. Avec mille licences Notes, vingt serveurs et trois cents cinquante bases de données, un constructeur en électronique a pu réussir, par une application destinée au contrôle de qualité, à réduire d'un facteur vingt-cinq le nombre des lots rejetés. Par ailleurs, Notes a permis d'améliorer les relations de l'entreprise avec ses vendeurs. Dans ce secteur, les applications typiques couvrent la planification de la production et du développement, la validation des systèmes, les réparations, es ventes de licences de logiciels et le service support aux clients. Dans le cas cité de contrôle de qualité, la durée du retour sur investissement n'a pas excédé un mois et demi.

Les résultats obtenus par des sociétés de service telles que Price Waterhouse vont dans le même sens, de tels logiciels favorisant une meilleure utilisation de l'expertise accumulée par ses quarante six mille consultants répartis dans le monde entier. Dans des activités de production, comme le développement d'un logiciel très complexe (le système de réservation aérienne Amadeus) auquel accèdent quelque 64 000 terminaux dans le monde, des bases de documents partagées mises en place en quelques semaines ont permis de ramener le temps moyen de correction des erreurs dans le logiciel de dix jours à une journée en moyenne.

À terme, la bureautique communicante aura des incidences de plus en plus profondes sur l'organisation et l'efficacité des entreprises, ainsi que sur le marché des services à valeur ajoutée. Son extension s'accompagne de modifications rapides du paysage informatique. Tant les grands construc-

teurs que les SSII, mais aussi les distributeurs, rencontrent des difficultés face à la vente par correspondance et à la diffusion de plates-formes de développement. Par ailleurs, des sociétés de services et opérateurs de télécommunications s'apprêtent à soulager les entreprises de l'exploitation des ressources de la bureautique communicante (gestion du parc de micro-ordinateurs et de serveurs, administration du réseau étendu), comme ils le font pour les grands systèmes informatiques.

De nombreux problèmes restent toutefois à résoudre. Les utilisateurs impliqués par ce changement (cadres intermédiaires et supérieurs) doivent comprendre qu'à leur activité de gestionnaires d'hommes et de budgets s'ajoutera désormais une activité de négociation, nécessaire pour faire accepter leurs idées dans des environnements où l'information sera visible par les personnes autorisées. Les informaticiens aussi vont évoluer. Ils ont longtemps cru devoir mépriser la micro-informatique, qu'ils considéraient comme un « gadget ». D'où le caractère disparate des matériels et des logiciels dans nombre d'installations bureautiques, tandis que l'analyse de diverses activités administratives ou d'autres activités méritant une informatisation reste à faire. Aujourd'hui, les informaticiens abordent la micro-informatique avec la rigueur méthodologique qu'ils avaient auparavant utilisée pour les grands systèmes.

La profondeur des apports de la bureautique communicante aux entreprises peut expliquer la relative lenteur de sa mise en place : il n'est ni aisé, ni exempt de risques de modifier une organisation difficilement et longuement rodée. Au-delà des gains de productivité qu'elle apporte aux organisations actuelles, la bureautique communicante permet d'envisager des missions nouvelles pour l'entreprise, qui s'appuieraient sur le partage des mêmes informations entre des

partenaires disséminés dans le monde. Il se pourrait que la bureautique communicante connaisse l'évolution qui a caractérisé le téléphone et la télécopie, et qui est typique dans les télécommunications : la pénétration est lente au début, mais passé un certain seuil la demande croît vite. Puis elle devient si unanime que toute entreprise non équipée s'exclut du marché, et que l'outil autrefois nouveau devient banal.

* * *

Annexe 1 : Les « philosophies » de la bureautique communicante

Depuis une vingtaine d'années, un certain nombre de chercheurs, américains pour la plupart, mènent des études destinées à explorer les possibilités offertes par l'informatique pour l'organisation du travail dans l'entreprise. Trois grandes écoles de pensée sous-tendent en fait ces recherches. La première, inspirée notamment par les travaux de Thomas W. Malone, du Massachusetts Institute of Technology (MIT), s'appuie sur une approche relativement pragmatique (2). Celle-ci porte sur les outils de production et de partage d'informations ainsi que sur les techniques d'aide à la décision, mais elle ne préjuge pas de règles ou de principes organisationnels particuliers. À l'utilisateur de sélectionner, au vu de ses objectifs, les applications les plus intéressantes pour lui (qu'il s'agisse des logiciels de base et de leurs interfaces de programmation standardisées, des plates-formes de traitement coopératif, etc.). Une seconde école de pensée, celle représentée par Terry Winograd, de l'université Stanford, s'appuie en revanche sur une approche cognitive. Elle se fonde sur l'application de théories relatives aux organisations, et vise à orienter le travail des groupes dans leurs activités de dialogue, de négociation et de prises de décision.

D'où, notamment, la prise en compte de recherches développées dans le domaine de la linguistique. Cette approche cognitive a donné naissance à des logiciels de réunion assistée par ordinateur et de communication contrôlée (messageries avec dialogues « dirigés », logiciels de workflow, etc.). La bureautique communicante se réfère enfin à une troisième école de pensée, qui privilégie une approche « organisationnelle ». Les priorités sont alors l'efficacité du travail en groupe et la prise de décision rapide et pertinente. Selon cette approche, l'organisation même de l'entreprise est conçue autour de la bureautique : l'entreprise est considérée comme un ensemble d'unités géographiques et fonctionnelles, au sein desquelles il s'agit de structurer les échanges d'informations, en tenant compte d'un certain type de hiérarchie. Les outils bureautiques sont alors développés en ce sens (ce que les Américains nomment la *Business Design Technology*).

* *

Annexe 2 : La hiérarchie des réseaux téléinformatiques

La fonction d'un réseau téléinformatique varie selon qu'à s'agit de réseaux publics ou privés, locaux ou départementaux. Le réseau dit « départemental » relie quelques dizaines de micro-ordinateurs d'une entreprise situés dans des bureaux proches les uns des autres, ainsi que des serveurs et périphériques partagés (notamment des imprimantes). Un « réseau dorsal » (backbone), en revanche, réunit entre eux, avec des moyens physiques et des logiciels appropriés, divers réseaux départementaux d'un même établissement. Il assure, seul ou en coopération avec le commutateur téléphonique de l'entreprise (*Private Automatic Branch Exchange*, ou PABX), la connexion avec des réseaux de télécommunica-

tions extérieures, ainsi que la sécurité de l'accès aux ressources qui lui sont connectées. L'ensemble constitué par les réseaux départementaux et le réseau dorsal constitue le « réseau local d'établissement » (RLE) (*Local Area Network* ou LAN). L'architecture la plus courante associe des réseaux départementaux à bas ou moyen débit (250 kbit/s à 4 Mbit/s) à un réseau dorsal à moyen ou haut débit (10 à 100 Mbit/s). Quant au réseau -privé (*Wide Area Network* ou WAN), il relie entre eux plusieurs réseaux d'établissement via des ressources louées à l'exploitant d'un réseau public, qu'il s'agisse de liaisons spécialisées (LS) analogiques ou numériques, ou de l'accès par liaisons spécialisées à un réseau de transmission par paquets (par exemple Transpac en France). Les réseaux publics, comme le réseau téléphonique commuté (RTC) ou Numéris, sont utilisés lorsque les établissements ne sont pas reliés par un réseau privé (ou pour assurer la sécurité des liaisons que le réseau privé comporte).

* *

Annexe 3 : Lotus Notes

Le collecticiel Notes, de Lotus Development Corp. a été l'un des premiers logiciels de groupware mis sur le marché. L'espace de travail qui apparaît sur l'écran de l'utilisateur est divisé en sous-espaces, ou « volets ». Sur chaque volet se trouvent des « objets » représentant chacun une base de documents partagée d'accès strictement contrôlé. En cliquant sur l'un d'entre eux, l'utilisateur ouvre la base correspondante et accède aux informations qu'elle contient (rapports, images, etc.). Cette information est mise à jour automatiquement par un mécanisme de « réplique », ce qui permet à tous les utilisateurs, quelle que soit leur localisation géographique, de partager la même information. Par exemple, la

base de données « Discussion », partagée par les salarié d'un même groupe, autorise l'échange d'informations entre plusieurs sociétés implantées dans des pays divers. Le collecticiel Notes constitue en outre une plate-forme de développement pour la construction de nouvelles applications (conférences, suivi commercial, etc.). Sa version 3 est disponible sur PC, Macintosh et station Unix.

* *

Annexe 4 : le Workflow

Lorsque, dans une entreprise, un consultant constate que de nombreux dossiers circulent entre des bureaux divers, attendant des signatures, commentaires et pièces additionnelles diverses, il peut conseiller l'élaboration d'un workflow.

Le workflow organise en effet un chemin bouclé de circulation des documents. Ainsi, dans une procédure d'achat classique, l'acheteur doit, après avoir consulté le catalogue, en référer au service achat de son entreprise, qui doit pour sa part recevoir l'aval des services financiers et techniques. Une fois le produit commandé puis livré, il fait l'objet d'un compte rendu de livraison. Chacune de ces étapes peut être programmée sur un circuit de workflow. Le dossier informatique correspondant à la commande du produit est créé au moment de la consultation de la base de données puis suit, au sein du réseau, chacune des étapes de la procédure. L'instigateur de la commande peut au fur et à mesure vérifier que chacun des intervenants a effectué sa tâche, et le dossier lui revient avec le compte rendu de livraison.

* *

Sources

D.C. Engelbart et W.K English « A research center for augmenting human intellect », *Proceedings of the Full Joint Computer Conference*, San Francisco, 1968

T. Malone et K. Crowston « What is coordination theory and how can it help to design cooperative work systems », *ACM* New York 1990

R. Dunham « Business design technology software development for customer satisfaction », *Proceedings of the fourth annual Hawaii international conference on system science*, vol. 3, Hawaii, 1991

A. Tanenbaum, *Réseaux : architecture, protocoles, applications*, InterEditions 1990

C.A. Ellis et al., « Groupware », *Communications of ACM*, 1991

« Groupware Today ! », *Network World*, n° spécial, juin 1992.

« Industry marketing statistics », Computer and Business Manufacturers Association, 1991

J. S. Henry « The impact of Lotus Notes on productivity », Lotus Progress Report, 1992

Pour en savoir plus

P.G. W. Keen, *Shaping the future. Business design through information technology*, Harvard Business School Press, 1991.

T. Winograd et F. Flores, *Understanding computers and cognition*, Addison-Wesley, 1989.

Ivar Ekeland, « La répartition des ressources rares », *La Recherche*, n^o 65, mars 1976⁸¹

Lectures Économie

J'ai beaucoup de reconnaissance envers Ivar Ekeland. Avant d'avoir lu cet article sur les démarches de l'économie mathématique, je n'avais rien compris à l'économie et soupçonnais les économistes de malhonnêteté : le modèle d'équilibre général à la Walras postule en effet une fonction de production à rendement décroissant, hypothèse essentielle pour l'équilibre concurrentiel mais contredite par l'expérience.

Je pensais : « ces gens-là veulent faire l'apologie du marché et de la concurrence, alors ils posent une hypothèse fausse et en déduisent des résultats séduisants... ».

En 1963 les travaux d'économie industrielle comme ceux de Jean Tirole, qui auraient pu répondre à mes questions, n'avaient pas encore été réalisés. Les étudiants étaient confrontés à des exposés dogmatiques et peu convaincants.

En lisant Ekeland, j'ai découvert qu'il était possible de parler sérieusement d'économie. J'avais enfin ainsi une intuition des buts et méthodes de cette discipline. Ekeland, il est vrai, ne considère dans cet article qu'une économie d'échange (donc sans production, ce qui évite l'obstacle des rendements décroissants). Je n'ai compris les modèles avec fonction de production que bien plus tard.

81. www.volle.com/lectures/ekeland.htm

Approche du système d'information par les processus ⁸²

15 Octobre 1998 *Informatisation*

Processus et pratique

Le mot « processus » est à la mode, ce qui entraîne des confusions : lorsque quelqu'un l'utilise, on a du mal à savoir quel sens exact il lui donne. Pourtant ce mot évoque non une théorie vague et vaporeuse, mais une action pratique et d'ailleurs de simple bon sens.

Toute entreprise est en effet organisée pour la production de *valeur*, cette production se concrétisant par la fourniture d'un *output* (que celui-ci soit désigné par les termes « produit », « service » ou « livrable ») en consommant certains *inputs*, la valeur produite étant alors la différence entre valeur des outputs et valeur des inputs. On peut calculer cette valeur soit en considérant l'entreprise comme un tout, soit en la subdivisant en métiers divers qui chacun produisent une valeur spécifique. On peut encore subdiviser ce découpage, l'important étant qu'à chaque classe de ce découpage on puisse associer un « output », des « inputs », et une valeur. Trouver le « bon » niveau de découpage est affaire d'expérience et de doigté, l'important étant d'identifier le découpage qui correspond bien aux possibilités de l'entreprise en matière de gestion, et qui permet une identification claire des responsabilités.

Une fois ce découpage effectué, et les valeurs que produit l'entreprise identifiées, se pose bien naturellement pour cha-

82. <http://volle.com/ouvrages/econtic/processus.htm>

cune la question suivante : « Comment s'y prend-on pour produire cette valeur ? ».

Pour répondre à cette question, il faut considérer les étapes de la production, les activités des divers acteurs (contenu, enchaînement), les moyens qu'ils utilisent (papier, téléphone, ordinateur, outils, machines, biens intermédiaires), les données qu'ils consultent, saisissent, traitent etc.

Lorsque l'on a décrit tout cela, on a décrit un « processus », enchaînement des activités concourant à la production d'une valeur.

On commence à parler en termes de *processus* si, après avoir répondu à la question « que faut-il faire ? », on pose la question « comment faire ? ».

Où est la nouveauté ?

L'approche par les processus n'a rien de nouveau, et il y a longtemps que l'on en fait sans le dire. Certains pourraient alors penser qu'il est déplacé de donner soudain tant d'importance à une démarche que l'on pratique depuis longtemps sans le dire. Ils ont pour partie raison - et cette démarche colle d'ailleurs au bon sens, qui n'est pas chose récente - mais il y a tout de même une nouveauté : mettre l'accent sur le processus en tant que tel, ce n'est pas seulement dire que l'on va s'occuper de « la façon dont on fait les choses » ; c'est dire aussi que l'on va la documenter, l'explicitier, l'élucider. La nouveauté, ce n'est pas de parler des processus - puisqu'il y a des processus depuis que l'être humain travaille - c'est de *se donner pour but de les élucider*.

Élucider un processus, c'est :

- porter sa description à un niveau de *clarté* et de *simplicité* qui l'illumine ;

— rendre cette description *transparente* en facilitant son partage et sa communication entre les acteurs concernés.

Faire ainsi passer l'organisation des tâches et de leur succession de *l'implicite* à *l'explicite*, c'est une démarche qui a des conséquences et qui n'est donc pas neutre.

Remarque : On dit souvent qu'il faut « optimiser les processus ». Optimiser, c'est une ambition élevée, qui tend la volonté vers la recherche de la perfection. Se fixer un tel objectif, c'est supposer que l'on est capable de déterminer l'optimum a priori. Il est préférable de suivre une démarche plus modeste, celle de l'élucidation. Elle cherche certes à atteindre un optimum, mais de façon indirecte : en élucidant le processus, c'est-à-dire en le rendant clair et visible, donc discutable, on invite implicitement les acteurs du processus à l'améliorer, le surveiller, le faire évoluer. On crée les conditions d'une amélioration continue par les acteurs eux-mêmes, ce qui est plus réaliste - et plus conforme à l'organisation décentralisée et transverse, corollaire naturel de l'approche par les processus - que de s'efforcer dans la phase de conception initiale à une « optimisation » qui sera décrétée par une équipe d'organiseurs, et difficile à faire évoluer par la suite.

L'élucidation est l'un des leviers les plus puissants de l'organisation. Il est par exemple plus efficace de rendre la qualité visible en produisant des indicateurs, que d'exhorter les gens à bien travailler. Comme le dit Claude Riveline, « chacun se comporte de façon à optimiser l'image que donnent de lui les critères selon lesquels il se sent ou se croit jugé ».

Améliorer les processus

Un des premiers résultats de cette démarche, c'est de rendre visibles les défauts éventuels d'un processus. Prenons quelques exemples.

- Si le traitement du courrier comporte une phase pendant laquelle la lettre arrivée est posée sur une pile, et la pile de lettres est traitée du haut en bas (comme cela peut arriver sur le bureau de chacun), le courrier sera traité en mode LIFO (« last in, first out ») ce qui introduit des délais de réponse aléatoires et des non réponses une fois le délai décent dépassé ;
- Si l'enchaînement des tâches ne permet pas le suivi d'une affaire (on ne peut pas savoir où est un dossier en cours de traitement, on ne sait donc pas quelles opérations ont été faites sur ce dossier, et on ne peut pas consulter les avis donnés avant que l'ensemble du circuit n'ait été parcouru), on devra se livrer sur chaque dossier terminé à une vérification lourde ; on risque de relancer des démarches en fin de course parce telle étape intermédiaire aura été mal réalisée ;
- Si l'enchaînement des tâches ne « boucle » pas (c'est-à-dire si l'on n'a pas de mesure du délai de traitement), on risque que le dossier se « perde dans les sables », qu'il passe de main en main pour finir dans une discrète corbeille à papier ;
- Si les « livrables » intermédiaires (ce que doit fournir chacun des acteurs qui contribue au processus) sont définis de façon ambiguë, des allers et retours et récriminations entre acteurs successifs sont inévitables ;
- Si la saisie des données se fait sans que l'on dispose de moyens de vérification sur le poste de travail, des

- erreurs seront introduites dans les fichiers ; il faudra les détecter en batch et les corriger péniblement ;
- S'il faut une ressaisie manuelle pour recopier dans une application certaines données résultant d'une autre, elles provoqueront des erreurs (taux d'erreur de un à deux pour mille) et introduiront des délais aléatoires dans les mises à jour ;
 - Si une liste de diffusion n'est pas mise à jour sans délai en fonction des nominations et changements d'affectation, les circuits des documents et des informations seront mal ajustés ;
 - Si une personne n'ouvre jamais sa boîte aux lettres, elle sera inopérante dans tout circuit de décision impliquant l'usage de la messagerie ;
 - Si une documentation technique est diffusée en mode papier, la prise en compte des corrections apportées par les versions successives supposera un travail de classement pénible de la part de l'utilisateur, et donc souvent elle ne sera pas faite ;
 - Si les données de référence sont stockées dans plusieurs endroits différents, il faudra les mettre à jour à la main simultanément lors de tout changement du contexte, ce qui entraîne des risques d'oublis suscitant des incohérences dans le système d'information.

De l'élucidation à l'animation

L'élucidation des processus ne comporte donc pas seulement la phase descriptive pendant laquelle on note ce qui se passe dans de petits diagrammes (avec des cases, titres, flèches entre les cases, commentaires etc.) ; c'est aussi une phase normative, mais naturelle, car elle fait apparaître des

défauts qui sautent aux yeux, et les participants aux travaux trouvent tout simple de les corriger.

« Faire apparaître », « trouver tout simple », cela ne va pas de soi : pour que cela marche, il faut un animateur habile qui rende les choses perceptibles en éveillant l'intuition des participants.

La collecte de l'information sur les processus, la validation de leur élucidation, la discussion des résultats, supposent des contacts avec des experts métier, puis une animation plus large touchant finalement l'ensemble des praticiens concernés. L'expérience montre que les gens de métier participent avec *enthousiasme* à ces démarches (le mot n'est pas trop fort) : l'élucidation clarifie en effet des questions qui se posaient confusément et les mettaient mal à l'aise ; elle leur permet de supprimer des dysfonctionnements irritants, ou de comprendre la rationalité sous-jacente à ce qu'ils prenaient pour un dysfonctionnement.

Capitaliser sur l'élucidation des processus

Résumons ce qui précède :

- Les « processus » n'ont rien de nouveau : le travail dans une entreprise a toujours été organisé en processus ;
- Ce qui est nouveau par contre, c'est l'accent mis sur leur *élucidation*, c'est-à-dire sur leur explicitation et leur transparence ;
- Cette élucidation, si elle est conduite par un animateur expérimenté, suscite un vif intérêt des participants et entraîne des améliorations substantielles.

Cependant il y a un risque : que l'opération soit un « coup pour rien », que le « soufflé retombe » une fois l'animateur passé et l'excitation du travail calmée. La clarté acquise lors

de l'élucidation s'estompe dans les mémoires, les nouveaux venus n'en bénéficient pas ; après quelques mois ou années le bénéfice de l'opération est perdu.

Si l'on veut *capitaliser* le progrès accompli lors de ce travail d'élucidation, *il faut articuler une transformation du système d'information à l'élucidation du processus*. C'est ce que certains consultants américains résument par la règle « pas de processus sans workflow », « *No Process Without workflow* ».

Il y a là aujourd'hui une difficulté pratique. Les consultants spécialisés dans l'élucidation des processus (on dit « l'analyse des processus ») sont souvent des organisateurs et non des informaticiens ; et il existe, au sein des grands cabinets, une méfiance réciproque entre consultants en organisation et consultants en informatique. Il leur est difficile de coopérer.

À cette difficulté pratique correspond bien sûr un piège : d'excellents travaux peuvent être réalisés sur les processus, sans que l'on se soucie de leur articulation avec le système d'information. Trop souvent, ces travaux se concentreront sur des améliorations de détail et de court terme, utiles certes mais d'une utilité limitée, car ils n'envisageront pas la totalité du processus mais seulement une partie ; par ailleurs, il sera impossible sur la base de ces travaux de disposer des outils de contrôle automatique permettant de vérifier leur application.

Dans le contexte culturel propre à certaines entreprises, celui qui évoque des principes de méthode, ou même des règles de simple bon sens, court le risque de se faire taxer d'« esprit de système ». Il serait certes trop facile de faire observer que l'« esprit de désordre » est notoirement improductif. Quoiqu'il en soit, voici le travail à faire :

Élucider le rôle du SI dans le processus

Tout processus comporte deux aspects inséparables et complémentaires comme les deux faces d'une médaille :

- Le *travail des personnes* qui participent au processus par leur jugement, leurs décisions et leurs actions ;
- Le *système d'information*, qui *assiste* ces personnes en apportant les éléments nécessaires à leur jugement, leurs décisions et leurs actions.

Au sens large, le système d'information comporte tous les supports de mémoire (papier, enregistrement magnétique), tous les modes de traitement (calcul à la main, machine à calculer, traitement de texte, tableur) et tous les modes de communication (parole d'homme à homme ou en réunion, téléphone, transfert de fichier etc.) Dans les organisations d'aujourd'hui, le système d'information fait un usage extensif de l'ordinateur. On est alors dans le monde du *travail assisté par ordinateur* (TAO) : l'ordinateur n'est pas un automate qui prend les décisions à la place de l'acteur, mais un outil qui l'aide dans la prise de décision en lui fournissant sous forme lisible les informations nécessaires et en réalisant les traitements requis.

Quand on dit TAO il faut considérer les deux faces de la médaille : ce que fait l'acteur, l'aide que lui apporte son ordinateur. Le jugement, la décision et l'action sont le fait de l'être humain, car l'ordinateur est inapte à ces tâches-là. Par contre la recherche et le tri de l'information, la compulsion de gros fichiers, l'affichage ergonomique, l'exécution des traitements et corrections lancés par l'opérateur humain, tout cela relève de l'ordinateur qui exécute ces tâches vite et sans erreur si elles ont été correctement programmées.

L'élucidation d'un processus comporte *à la fois* celle des tâches remplies par les êtres humains, *et* celle des opérations

que réalisent les ordinateurs. L'amélioration du processus concerne donc aussi les outils informatiques mis à disposition des êtres humains.

Mise en place d'un workflow

Le processus, c'est la succession des activités des acteurs avec leurs délais, leur qualité etc. Un « workflow », c'est une application informatique qui a pour but de rendre visible cette succession et d'en permettre le contrôle. Lorsqu'un processus est équipé d'un workflow, il est possible de :

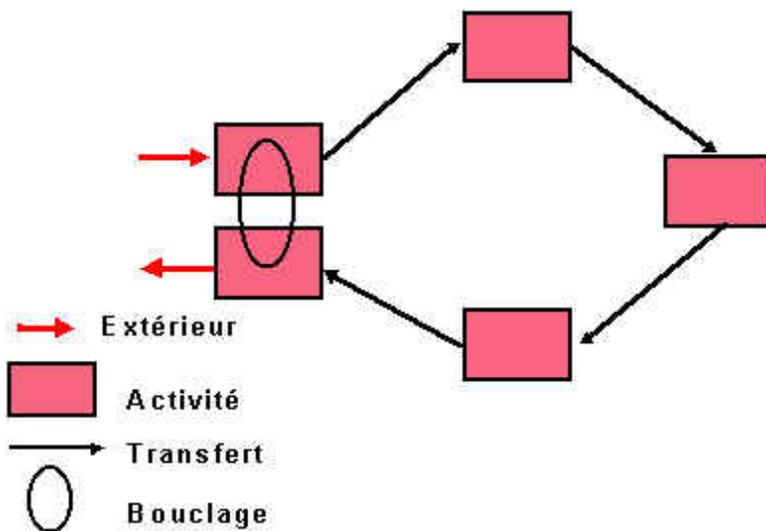
- Savoir à tout moment où en est la procédure appliquée à un dossier, lire les avis donnés, la relancer si elle s'enlise ;
- Contrôler les délais de bouclage sur l'ensemble du processus ou sur la production de livrables intermédiaires ;
- Rerouter automatiquement un dossier si l'un des acteurs est absent ou empêché, ou s'il met trop de temps à le traiter ;
- Produire automatiquement des indicateurs de délais et de volume permettant à l'animateur de contrôler la qualité du processus et de redéfinir l'allocation des ressources si des goulets d'étranglement apparaissent.

Le workflow, avec son formalisme et ses outils, concrétise l'élucidation du processus et permet de capitaliser cette élucidation, c'est-à-dire de la garder vivante en mémoire, de la mettre à jour et de la communiquer.

Représentation du processus

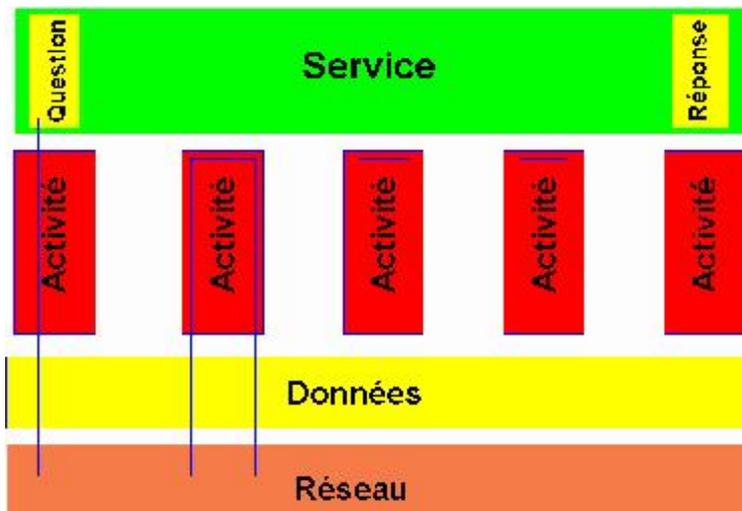
Quand on utilise le formalisme du workflow, un processus se décrit sous la forme d'un graphe. Les nœuds représentent

les tâches élémentaires (« activités »), les arcs représentent les messages émis à la fin d'une tâche pour lancer les tâches suivantes. Il est commode de donner à ce graphe la forme circulaire qui marque que le processus est déclenché par un fait *extérieur* (réception d'une commande, d'une lettre de réclamation, franchissement du délai de maintenance d'un équipement) auquel le processus répond par une *action sur l'extérieur* (livraison, lettre, opération de maintenance). Il convient de s'assurer que cette réponse a lieu dans un délai et sous une forme convenable : c'est le *contrôle du bouclage* du processus, opération essentielle.

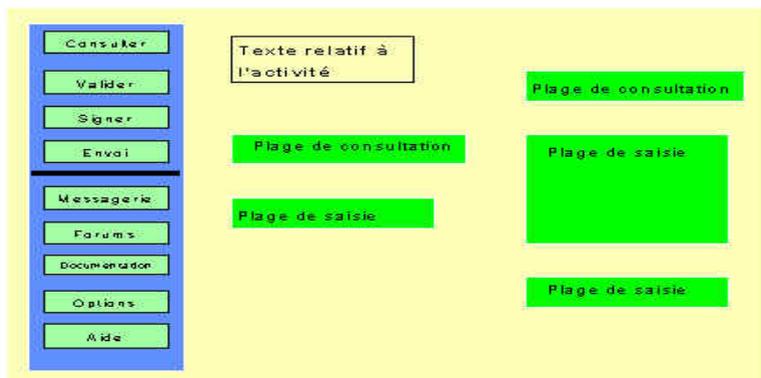


Il faut souvent introduire d'autres compteurs (volume, délai, valeur etc.). En effet, la formalisation du processus suscite une organisation impliquant une délégation de responsabilité aux personnes qui réalisent les tâches. Dès lors l'intervention de l'encadrement ne se fonde plus sur l'approbation des actes un par un, mais sur un contrôle statistique *a posteriori* et sur la diffusion de consignes nouvelles si des

dysfonctionnements apparaissent ou si l'on veut faire évoluer le processus. On peut aussi représenter le processus par un modèle en couches :



La réalisation d'un processus suppose souvent des sous-processus fournissant chacun des « livrables » intermédiaires (exemple : expertise fournie lors de l'instruction d'une demande d'autorisation d'investissement).



Tout processus a une existence *de facto*, avant la description. Mais un processus qui n'a pas été décrit ni pensé présente souvent des défauts. Par exemple *il ne boucle pas* : la succession des tâches se poursuit sans que l'on vérifie qu'il a été répondu à chaque événement extérieur, et le risque existe que le processus « se perde dans les sables » (c'est le cas lorsqu'une lettre de client passe de mains en mains, sans que personne ne contrôle le délai de réponse : on finit par renoncer à lui répondre lorsque le délai décent a été dépassé).



Situation cible

Comment se présente une entreprise dont les processus ont été élucidés et équipés de workflows permettant le contrôle de leur qualité (ainsi que les évolutions liées à celles des missions de l'entreprise) ?

1) D'une part, et c'est ce qui frappe le plus, les personnes qui travaillent dans cette entreprise trouvent leur travail simple, logique, efficace. L'organisation de la succession des tâches leur est connue, ainsi que la démarche à suivre en cas d'incident. Elles savent ce qu'elles ont à faire, et ce que doivent faire les personnes avec qui elles coopèrent. Elles disposent d'un espace de responsabilité dans lequel elles peuvent exercer leur jugement et leur esprit d'initiative.

2) Le nombre des niveaux hiérarchiques a diminué : la transparence, l'automatisation des indicateurs rendent en effet inutiles les « petits chefs » dont le rôle était auparavant de transmettre aux exécutants les consignes de la direction, et de faire des rapports à la direction sur l'exécution des tâches.

3) Les structures ainsi organisées sont « qualifiantes » : l'agent accroît ses compétences en travaillant.

4) Leur pilotage est facilité par la transparence du processus. Cette transparence facilite aussi les démarches qualité en faisant clairement apparaître les performances de chaque entité.

5) Les informations accumulées à l'occasion du déroulement des processus constituent une source éditoriale qui peut être exploitée pour alimenter les systèmes d'information décisionnels.

On fournit en annexe à ce rapport un document sur l'expérience « Infotel », qui mieux que toute considération théorique illustre les conséquences pratiques de cette démarche, ainsi d'ailleurs que les difficultés que l'on rencontre dans son déroulement.

Marche à suivre

Pour articuler l'élucidation des processus à la démarche qualité associée à une production de valeur, il suffit donc de partir d'une question simple : « comment est produite cette valeur » ? Puis il faut travailler...

La réponse à cette question permet d'identifier les processus de travail, de les cartographier, de repérer les sous-processus correspondant aux livrables intermédiaires. À chacune des classes du découpage de l'entreprise que nous avons décrit au début de ce chapitre correspond un processus spécifique. Il n'existe pas de règle logique pour déterminer le degré de finesse raisonnable de ce découpage, mais une règle pratique qui doit être appliquée au cas par cas : il faut que ce découpage corresponde à une claire identification des responsabilités, c'est-à-dire que l'on puisse identifier une personne responsable pour chaque processus, personne à qui l'entre-

prise donnera les moyens de contrôler le processus, et qui sera jugée selon la qualité de celui-ci.

L'élucidation des processus suppose ensuite qu'on les documente, selon un formalisme qui devra avoir été défini au préalable, en consultant des experts métiers. Ce travail doit être fait avec quelques experts seulement. La validation de cette élucidation permet ensuite de mettre à plat la description du processus, de repérer des erreurs éventuelles, d'encourager à les corriger. La validation prend la forme d'une animation avec les personnels du terrain, et contribue à la démarche qualité.

La mise en forme ultime du processus implique l'utilisation d'un workflow (« No Process Without workflow ! »), et suppose donc des développements informatiques confortant son articulation avec le système d'information. Il faut tenir compte de cette démarche dans la formulation des objectifs qualité des métiers.

Production de valeur et processus

Un processus est une suite d'opérations déclenchées par une action qui lui est extérieure, et aboutissant à une réponse à cette action. Par exemple l'action du monde extérieur peut être la réception d'une lettre de réclamation, et la réponse à cette action sera la réponse à cette lettre. Ou bien l'action du monde extérieur sera une commande, et la réponse sera une livraison.

Considérons une entreprise dont la fonction de production est

$$Y = f(K, L, X),$$

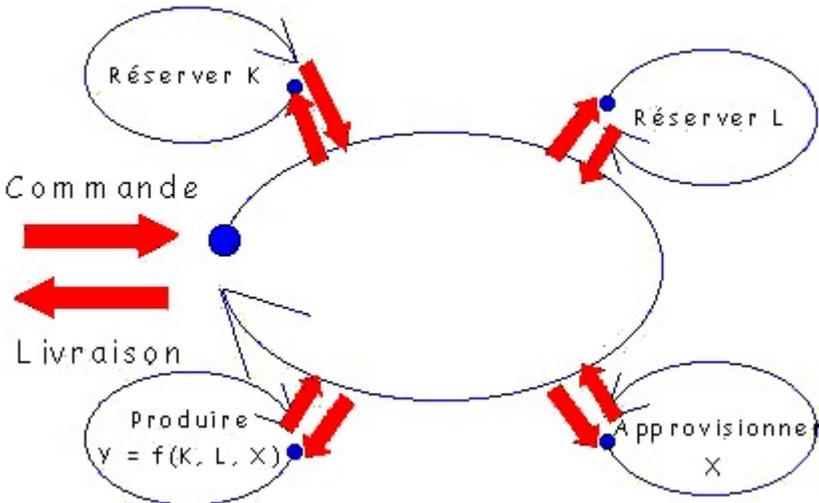
où K est le capital utilisé (biens d'équipement), L le travail et X la consommation intermédiaire nécessaire à la production de Y .

Typiquement, au reçu de la commande, l'entreprise doit réserver les facteurs de production nécessaires (équipement, travail, bien intermédiaire), puis utiliser ces facteurs pour obtenir la production qui sera ensuite livrée en réponse à la commande.

Ce schéma simple permet de voir la relation entre *processus* et *production de valeur*. La figure représentative d'un processus est une *boucle*, qui commence par une action venant de l'extérieur et se termine par une action vers l'extérieur. Lorsque cette boucle se referme, de la valeur aura été produite. Ici, elle est égale à la différence entre la valeur de la production et le coût de production :

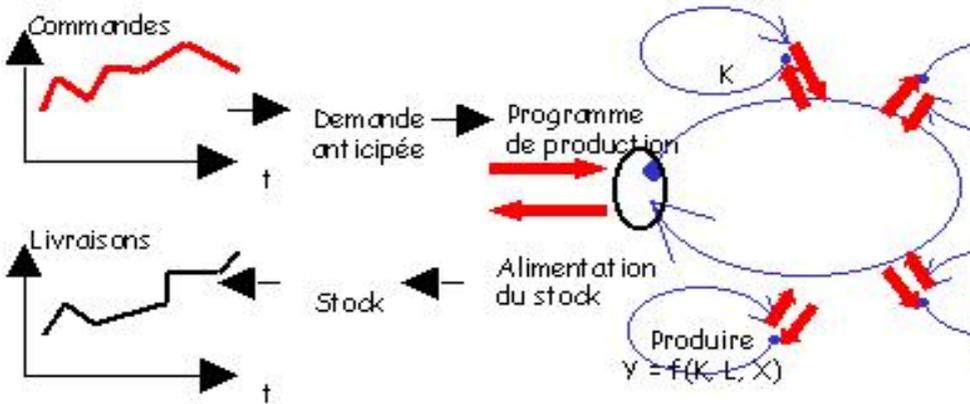
$$V = pY - rK - wL - pX,$$

où p , r et w sont respectivement le prix des biens, le coût d'utilisation du capital et le salaire horaire.



La figure ci-dessus montre comment le processus s'articule à des sous-processus, qui chacun produisent une valeur consommée ou utilisée par le processus principal.

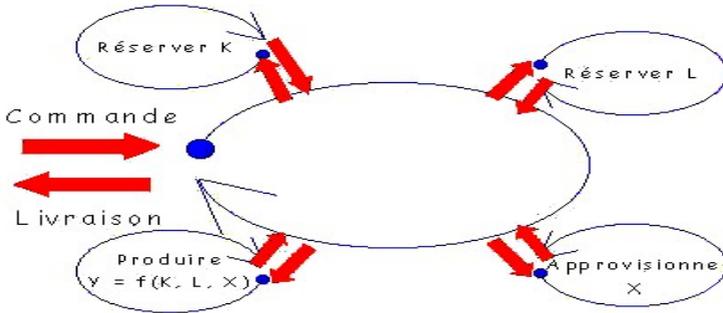
Si la production fait l'objet d'une organisation utilisant un stock comme tampon, le mécanisme est le suivant : en tablant sur la demande anticipée D^a , elle-même établie à partir de la série chronologique des commandes passées, on établit un programme de production qui alimente le stock. Le stock est utilisé pour faire les livraisons. Le niveau du stock est observé attentivement pour réviser D^a et modifier le programme de production (à la hausse si le stock baisse vite, à la baisse si le stock monte vite). On a alors le schéma suivant :



Le programme de production mobilise à l'avance les équipements, les personnels et les consommations intermédiaires, et le flux de production est continu, régulé par l'observation du niveau de stocks qui conduit à déterminer le programme de production. Chacune des boucles du processus correspond à une production de valeur, car elle débouche sur la fourni-

ture d'une prestation qui concrétise la valeur ajoutée fournie pendant la boucle.

On peut représenter le schéma ci-dessus par un modèle en couches :



Observons enfin le graphique qui représente le processus. Les flèches rouges représentent des faits du monde réel (des biens ou services, des « livrables » sont produits et fournis). Les traits fins représentent la circulation d'information. Tout processus a ainsi deux faces : d'une part il implique des faits du monde réel, d'autre part il est instruit, soutenu, contrôlé par une circulation d'information.

Responsabilités

Le découpage des processus est déterminé principalement par la nécessité et la possibilité d'identifier le responsable (ou « propriétaire ») de chaque processus. Un des défauts de l'organisation implicite des processus, c'est la non identification des responsabilités, l'absence de contrôles objectifs permettant de vérifier leur bon fonctionnement⁸³. L'élucidation des

83. L'entreprise s'en remet alors à la chance et à des exhortations morales (« soyez sérieux, honnêtes, dévoués, œuvrez pour le bien de

processus suppose en premier lieu que l'on identifie leurs responsables.

La conduite d'un processus suppose que soient tenues les fonctions que nous décrivons ci-dessous. Il revient à l'analyse des charges de travail et des compétences de décider si ces fonctions doivent être réalisées par des personnes différentes, ou si certaines d'entre elles peuvent être réalisées par une même personne.

Il est important de prévoir dans la mise en place du processus les outils nécessaires à la bonne exécution de ces fonctions : la personne qui remplit une fonction doit pouvoir disposer d'une interface commode lui fournissant les informations utiles, ainsi que les moyens de définir et lancer les actions nécessaires.

On distingue quatre types différents de responsabilités : le propriétaire du processus, qui est le responsable d'ensemble et a autorité sur les autres ; l'administrateur qui gère les droits d'accès et de traitement, l'animateur qui veille au respect des règles de bonne pratique, l'éditeur qui assure le traitement et la diffusion des données fournies par les outils de contrôle.

Chacune de ces fonctions doit être doté d'outils appropriés.

Propriétaire

Il s'agit du responsable fonctionnel, chargé par l'entreprise du bon fonctionnement du processus. Il est destinataire des informations de pilotage, et doit diffuser vers les agents

l'entreprise ») qui sont pathétiques lorsque des pratiques corporatistes ou claniques traditionnelles les contredisent.

les messages (oraux, écrits), la documentation, la formation et les consignes nécessaires.

Les missions du propriétaire du processus sont, dans cet ordre, d'assurer :

- Que le service final est bien rendu par le processus : contrôler les conditions de délai et de qualité de son bouclage ;
- Que le service est produit dans de bonnes conditions d'efficacité : contrôler le coût de fourniture du service ;
- Que les ressources nécessaires à la production du service sont convenablement utilisées : contrôler et répartir la charge de travail des personnes.

Les indicateurs qu'il reçoit concernent les volumes produits, les ressources utilisées, ainsi que la qualité du service (pertinence, délais).

Le propriétaire du processus est assisté, dans l'exercice de sa responsabilité, par l'administrateur, l'animateur et l'éditeur.

Administrateur

Il gère les droits d'accès aux dossiers et aux outils de traitement. Ces droits sont différents selon que l'on considère un agent intervenant dans le processus, le propriétaire du processus, ou des responsables hiérarchiques de divers niveaux.

L'administrateur doit être outillé pour que la gestion des droits obéisse sans délais aux nominations et mutations des personnes, aux changements dans leurs missions et attributions.

Animateur

L'animateur du processus assure la surveillance des bonnes pratiques et du savoir-vivre dans l'utilisation des outils (exemple : la « Netiquette »).

Il surveille le respect des délais et la qualité du processus, et intervient avec pédagogie et diplomatie pour aider les agents dans la qualité de leur travail. Il surveille et anime l'utilisation de la messagerie, de la documentation, des forums, des agendas partagés, et de façon générale de tous les outils communicants.

Éditeur

Il assure la sélection, le traitement, la présentation, le commentaire et la diffusion des informations fournies par le processus.

Il doit segmenter les destinataires de ces informations, et définir pour chaque segment la forme et la périodicité de la publication convenable. Il utilise à cette fin divers supports de diffusion (base documentaire, messages, papier) et diverses formes de présentation (données chronologiques ou en coupe instantanée, tableaux de nombres, graphiques, commentaires interprétatifs de synthèse, citations en texte intégral sur des cas particuliers illustratifs etc.).

C'est l'éditeur qui élabore, à partir des données recueillies par les capteurs, des indicateurs de qualité synthétiques dont il diffuse le suivi.

Système d'information et processus

*Le système d'information s'organise désormais autour des processus de l'entreprise*⁸⁴. Il s'agit là d'une innovation considérable. Toute l'organisation du système d'information se conçoit sur le mode du *travail assisté par ordinateur* : la coopération de l'acteur humain et de l'ordinateur devient centrale, ce qui fait passer au premier plan l'exigence de qualité des interfaces homme - machine, ainsi que du support aux utilisateurs, alors que la conception ancienne de l'informatique avait tendance à placer cette exigence au dernier plan.

De même, la modélisation des processus devient l'étape première et cruciale de la mise en forme d'un système d'information. Il en résulte une articulation précise du système d'information aux modes de travail de chaque métier. Pour que cette articulation soit réussie, il faut que les métiers s'impliquent activement dans la mise en forme et la maîtrise de leurs processus, et qu'ils adhèrent à la démarche d'élucidation des processus que nous avons décrite.

Pour illustrer ce changement, nous décrirons deux « modèles » appelés M_1 et M_2 . Dans M_1 , qui décrit les pratiques anciennes, le système d'information se construit autour des applications informatiques. Dans M_2 , le système d'information se construit autour des processus des métiers.

Le rôle de l'informatique change lors du passage de M_1 à M_2 ⁸⁵. Il est bien évident que ce changement n'est pas facile,

84. Les grandes SSII, les consultants, les entreprises ont perçu au début de 1997 que les outils nécessaires à une nouvelle approche étaient arrivés à maturité (workflow, langage UML de modélisation orientée objet, langages de programmation orientés-objet etc.). Ils ont également perçu que la mise en œuvre simultanée de ces outils impliquait un changement de rôle de l'informatique.

85. Nicholas Negroponte, *Being Digital*, Alfred A. Knopf 1995.

mais toutefois il n'est pas impossible : à l'issue de ce changement, utilisateurs comme informaticiens se trouvent dans un monde où leurs responsabilités respectives sont mieux définies, leur coopération assainie, leur relation fondée sur le respect mutuel et la reconnaissance de l'expertise de l'autre.

Il est vrai que pour en arriver là il faut rompre avec des habitudes toutes différentes, ce qui d'aventure peut nécessiter quelques changements de personnes et d'organigramme, de ces changements qui sont à la fois espérés et craints de toute organisation, et qui ne se passent jamais aisément.

Modèle M_1 : les applications

Une application, c'est une suite de traitements appliqués sur des données initiales (« input ») pour fournir un résultat (« output »). Les données initiales sont soit introduites dans l'application par saisie ou comptage automatique, soit issues d'autres applications. Les traitements sont soit des tris et additions permettant de mesurer des agrégats à partir de données détaillées, soit des calculs plus spécifiques⁸⁶.

Le fondement d'une application, tel que le définit Merise, réside dans deux modèles : le modèle conceptuel de don-

86. Si les données élémentaires sont les coordonnées des sommets d'un polygone, il faut un calcul pour évaluer la surface de ce polygone ; et la surface de plusieurs polygones peut être additionnée (agrégée), par exemple pour calculer la superficie d'une propriété.

nées comprend les définitions sémantique⁸⁷ et technique⁸⁸ des données ; le modèle applicatif décrit les traitements.

Nous allons décrire deux scénarios de mise en œuvre du modèle M_1 : le premier, « rose », montre comment les choses sont censées se passer. Le second, « gris », montre comment elles se passent trop souvent.

Scénario « rose » : L'application, dont la définition est fondée sur une expression des besoins des utilisateurs sobre, pertinente et sur des priorités clairement exprimées, limite la saisie au strict nécessaire, automatise les traitements, et affiche sur l'écran (ou imprime sur papier) les résultats dont l'utilisateur a besoin. La récupération des données issues d'autres applications est automatique, seules les données nouvelles faisant l'objet d'une saisie manuelle.

L'informaticien, qui reçoit les demandes de divers utilisateurs, construit son architecture de données et de traitements sous une double contrainte de qualité⁸⁹ et d'économie. Il répartit ainsi les ressources (mémoire, puissance de calcul, débit des liaisons télécoms) et définit des applications intermédiaires, ainsi que l'architecture des systèmes d'exploitation et langages. La cohérence des applications est alors réalisée au sein du système informatique, cœur du système d'information.

87. Définition, type de donnée (quantitative, qualitative, ordinale, cardinale etc.), champ d'observation, grain de détail, périodicité de l'observation, etc.

88. Format, méthode d'estimation des données manquantes, délai de mise à jour, conditions de la consultation (temps réel, temps différé), droits d'accès, etc.

89. Fiabilité (absence de pannes), délai de la mise à jour, rapidité de la réponse.

La qualité de l'écriture des programmes garantit qu'il sera facile de les faire évoluer lorsque les besoins changeront.

Scénario « gris » : L'urgence, l'insouciance, l'optimisme, le cloisonnement de l'organisation poussent à concevoir et développer les applications au coup par coup, selon l'arrivée des demandes, sans que la relation avec les autres applications soit maîtrisée ; des données de référence⁹⁰ sont redéfinies pour chaque application ; les plates-formes techniques (machines, système d'exploitation, langage) sont choisies en fonction des ressources disponibles lors du développement ; les interfaces présentées à l'utilisateur sont hétéroclites (touches de fonction et codages spécifiques à chaque application).

La « gestion de configuration » (documentation des versions successives d'une application) est laissée à la bonne volonté des chefs de lignes de produits, et certains la négligent. Beaucoup d'incidents restent inexplicables.

Les métiers utilisateurs ont peu de prise sur l'évolution du système d'information, que l'informatique prétend piloter. Même si le cérémonial du programme budgétaire annuel du système d'information prévoit une sélection parmi les projets présentés par les métiers, et une discussion de leur utilité respective, rien ne garantit que ce programme sera effectivement réalisé. D'ailleurs le budget qui lui est consacré n'est pas un budget des métiers (qui ensuite considéreraient l'informatique comme un fournisseur), mais le *budget de l'informatique*, qui reste maître de l'affecter selon sa propre analyse des priorités, que sa technicité protège des contrôles, et qui

90. Données partagées par plusieurs applications, et qui devraient donc être répliquées dans ces applications à partir d'un lieu de stockage et de mise à jour unique : nomenclatures, taux de change etc.

d'ailleurs se refuse à fournir des reportings permettant de contrôler le respect de ses engagements.

L'entreprise, pour sa part, considère l'informatique comme un centre de coût, non comme un centre d'investissement au service des métiers. La pression budgétaire est exercée de façon mécanique et aveugle par une « enveloppe informatique ».

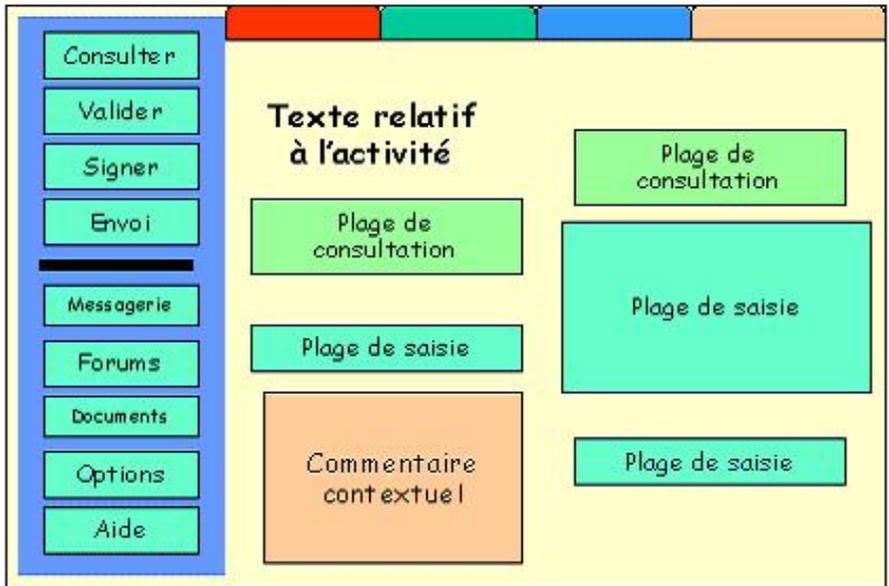
Une méfiance se crée entre les informaticiens et l'entreprise. Les engagements sur les coûts et délais ne sont jamais tenus.

L'informatique se divise en baronnies jalouses de leur indépendance : cette division est la sanction du désordre, et elle est sans doute politiquement opportune envers les métiers dans la mesure où elle interdit la clarté des reportings.

Modèle M_2 : les processus

Le terme de « processus » désigne l'enchaînement des tâches réalisées pour remplir une fonction de l'entreprise. Ces tâches sont soit mentales (perception, jugement, décision) soit physiques (imprimer un billet, le donner à un client, réaliser une opération de maintenance), les tâches mentales préparant les tâches physiques⁹¹. Le système d'information vise à assister l'utilisateur dans la réalisation des tâches mentales liées aux processus, dans la logique du travail assisté par ordinateur.

91. Ainsi dans la conduite d'une voiture la perception (je vois le feu rouge), le jugement (il faut m'arrêter), la décision (je veux m'arrêter) préparent l'action (je freine) et son résultat (la voiture s'arrête).



*Exemple d'interface utilisateur*⁹²

Formaliser un processus conduit à l'équiper d'un « workflow », c'est-à-dire d'une documentation explicite des tâches et de leurs relations : préciser les *interfaces* nécessaires à chaque activité (on regroupe sur le même écran les plages de consultation et de saisie nécessaires à une activité, ce qui évite à l'utilisateur la connexion à d'autres applications, ainsi que la navigation dans des codes et touches de fonction diverses), programmer les *tables d'adressage* permettant de router automatiquement les messages à l'issue d'une tâche (lorsque l'utilisateur tape sur la touche « valider » qui

92. À gauche une colonne de boutons d'appels de services (en haut services contextuels, en bas services génériques). À droite des indications relatives à l'activité, avec des plages de consultation et de saisie.

marque la fin de son travail, il n'a pas à chercher à qui envoyer le résultat).

Le délai de réalisation d'une tâche est surveillé par un « timer » qui prévient l'utilisateur en cas de dépassement, ou qui reroute le message vers un autre utilisateur⁹³.

Modéliser un processus, c'est décrire la succession des tâches qui concourent à une mission : ce que fait chaque acteur, les données qu'il manipule, les traitements qu'il ordonne, les délais dans lesquels son travail doit être exécuté, le routage de ses messages vers les autres acteurs, les compteurs qui permettent au responsable du processus d'en contrôler la qualité.

La réalisation physique des tâches est décrite dans le modèle, puisqu'il la documente, mais elle nécessite une action qui ne peut être réalisée que par un être humain et échappe donc à l'ordinateur même si celui-ci aide sa préparation. *Le workflow aide l'utilisateur sans se substituer à lui*, même s'il automatise des tâches que l'on faisait auparavant à la main.

Organisation transverse : Les fonctions de la hiérarchie intermédiaire (transmission des consignes vers le bas et des rapports vers le haut) sont remplacées par le workflow, ses compteurs et l'édition semi-automatique des comptes rendus. Le nombre des niveaux hiérarchiques est donc réduit, la communication entre « base » et « sommet » devient plus facile. Par ailleurs, l'approche par les processus est « qualifiante », car elle facilite l'acquisition de compétences nouvelles par les acteurs du processus (cf. l'annexe « Infotel »). La transpa-

93. Voici une règle de reroutage typique : si X n'a pas traité le message dans le délai voulu, router vers Y (collaborateur de X). Si chez Y le délai est de nouveau dépassé, router vers Z (supérieur de X). Ce type de règle permet d'assurer un traitement rapide des dossiers.

rence, la diffusion de l'information suppriment l'opacité des procédures, la rétention, les mille abus que ces pratiques permettent.

Processus et objets : Pour décrire une interface utilisateur, il suffit d'indiquer les données que celui-ci consulte, celles qu'il saisit, les traitements qu'il lance, ainsi que l'ordre (éventuellement souple) dans lequel il réalise ces opérations. Chaque utilisateur va consulter ou saisir quelques données, déclencher un nombre limité de traitements : ceci conduit naturellement vers la programmation orientée objet.

Le langage UML⁹⁴, qui fédère les langages de modélisation en matière d'approche objet, fournit les documents nécessaires pour décrire les activités (« use cases » selon le vocabulaire de Jacobson), les classes (« diagrammes de classes ») et la succession des opérations (« diagrammes de séquences »). On construit ainsi un « modèle complet » qui, établi par un maître d'ouvrage et communiqué au maître d'œuvre informatique, indique à ce dernier ce qui doit apparaître sur les écrans des utilisateurs, les actions que ceux-ci vont réaliser, ainsi que les compteurs utilisés à des fins de contrôle.

Le *modèle complet* des processus est plus précis que les spécifications fonctionnelles fournies à l'informatique dans le modèle M_1 . Il indique sans ambiguïté ce que l'utilisateur veut faire, et aide à découper le développement en petits modules, les classes, clairement reliées chacune à une finalité pratique (c'est pour cela que l'on parle d'« objets métier »).

94. *Unified Modeling Language* ; cf. Martin Fowler *UML distilled* Addison Wesley 1997. Un des outils utilisables pour se servir d'UML est « Paradigm + » de Platinum.

L'analyse des activités fait apparaître que les mêmes classes sont utiles à plusieurs acteurs ou que l'on peut satisfaire les besoins de plusieurs acteurs en construisant des classes dont la forme logique est identique ou analogue (héritage, polymorphisme). Elle fait également apparaître que les mêmes classes sont souvent articulées au sein de « composants » qui les regroupent, ce qui permet de fédérer les interfaces. Ces analogies et regroupements font apparaître des êtres sémantiques nouveaux concrétisant des concepts inédits. Les langages de développement « orientés objet » exploitent ces possibilités qui allègent le développement au bénéfice de la conception. Ils réduisent les coûts de maintenance et facilitent l'évolution du système d'information.

La mise en œuvre du modèle par l'informatique suppose que les développements soient réalisés en utilisant un des langages qui supportent le formalisme objet (Java, C++). Une articulation intelligente entre les outils de développement et les langages de modélisation UML permet de bien maîtriser la documentation des versions successives, les mises à jour à introduire lors des évolutions, et facilite donc l'évolutivité du logiciel selon les versions successives du modèle métier.

Les échanges de messages entre objets ou avec les bases de données sont réalisés par un « broker⁹⁵ » qui traite les problèmes d'adressage, de transcodage, ainsi que les questions délicates de « persistance » pendant la durée de la transaction (notamment les questions de « concurrence » qui se posent lorsque deux utilisateurs travaillent en même temps sur le même composant). Ceci suppose aussi que l'informatique soit capable de dominer l'articulation du monde objet avec les anciennes applications, dont l'adaptation à l'objet prendra plusieurs années. Les techniques à maîtriser pour

95. Exemples de produits du marché : Tuxedo de BEA, Orbix d'Iona.

assurer un service de qualité convenable en univers hétérogène sont délicates, et nécessitent un professionnalisme élevé des informaticiens.

Si cette nouvelle conception de l'informatique implique l'acquisition de compétences nouvelles de la part des informaticiens (apprentissage des langages Java et C++, de la maîtrise des « brokers » et du middleware, de la programmation des interfaces (Java et HTML), de l'articulation de la gestion de configuration avec les modèles métiers en UML), elle offre à la profession informatique un terrain d'expansion nouveau et une forme de coopération intéressante avec les utilisateurs. La plupart des informaticiens considèrent cette évolution avec intérêt.

Passage de M_1 à M_2

Le passage de M_1 à M_2 suppose un changement, tant pour le système d'information que pour l'organisation.

Organisation	M_1	M_2
Responsabilité du SI	Informatique	Métiers
Économie de l'informatique	Centre de coûts	Centre d'invest
Priorités de l'informatique	Développement et exploitation	Soutien des uti
Éléments du SI	Applications	Processus et ob

La responsabilité du système d'information passe de l'informatique, qui la détenait traditionnellement, aux métiers qui définissent son contenu fonctionnel en modélisant leurs processus.

L'informatique cesse d'être un centre de coûts et devient centre d'investissement au service des métiers. L'entreprise

renonce à la notion d' « enveloppe informatique ». Le soutien aux utilisateurs, qui confine aujourd'hui trop souvent au bizutage, devient l'activité prioritaire de l'informatique. Les éléments essentiels du système d'information sont les processus, objets et composants, non plus les applications. Ces changements de priorités ont des conséquences sur la façon dont les informaticiens perçoivent leur rôle.

Transition de l'organisation : L'approche par les processus fait passer l'entreprise du contrôle *a priori* (« le chef signe tout ») au contrôle *a posteriori* (« on agit d'abord, on fait le debriefing ensuite »), de l'opacité à la transparence (les retards deviennent visibles, qu'il s'agisse de la signature du décideur ou du travail de l'exécutant), de la rétention à la diffusion d'information.

Organisation	M_1	M_2
Contrôle	A priori	A posteriori
Circulation de l'information	Rétention	Diffusion et d'accès
Équipement des utilisateurs	Terminal passif	PC en réseau
Communication	Téléphone Réunion	Télécopie Les mêmes, p sagerie, GED, Forum

Il ne faut pas sous-estimer les difficultés de cette évolution. Ceux qui pratiquent la rétention d'information, qui se protègent sous l'opacité des procédures, ne sont pas pour autant de mauvaises gens : ils se sont adaptés à l'entreprise et se protègent contre son comportement spontané. Passer de M_1 à M_2 suppose une traversée du désert pendant laquelle

ils ne bénéficieront plus des protections que comporte M_1 et n'auront pas encore atteint l'équilibre que permet M_2 .

L'exhortation morale serait ici dérisoire : cet effort n'est raisonnable que si chacun comprend qu'il peut y gagner personnellement. La communication, au sens médiatique du terme, est un épisode crucial de la migration. Il faut susciter l'espoir, éveiller l'intuition, avant de chercher à régler les problèmes techniques : ils se régleront souvent d'eux-mêmes (ou plutôt ils seront réglés dans la foulée) si l'espoir est présent.

Processus et système d'information : Dans M_1 , la définition des applications reposait sur l'« expression de besoins ». Elle suppose une interprétation du travail à faire par les utilisateurs, mais cette interprétation n'est pas nécessairement explicite et reste donc *abstraite*. Rien ne garantit qu'elle permettra un bon contrôle du processus puisqu'elle n'est pas construite pour cette fin.

Si l'on considère les processus, on ne part pas de la question « quels sont les résultats qu'il me faut pour travailler », mais de la question « comment est-ce que je travaille » : on découvre alors que tel processus ne boucle pas, ou n'est pas contrôlable, ou comporte une redondance (un même travail repris plusieurs fois), que certains points sont fragiles (lorsqu'une décision dépend d'un avis externe dont le délai n'est pas contrôlable). Structurer le processus rend visibles certains phénomènes : un acteur doit répondre à un message dans un délai donné, ou bien la décision lui échappera. C'en est fini des rétentions d'information et de signature qui constituaient autant de monnaies d'échange.

Système d'information et système informatique : Le système d'information est essentiellement sémantique et fonc-

tionnel ; il est défini par le « modèle complet » en langage UML, qui fait abstraction des moyens techniques. La maîtrise d'ouvrage doit se doter d'une expertise spécifique, fonctionnelle, garantissant la pertinence des demandes en regard des exigences du métier.

Le système informatique, par contre, organise ces moyens ; il choisit les plates-formes, langages, interfaces, architectures (centralisée, client serveur à deux ou trois niveaux), la localisation des traitements et mémoires, les niveaux de conservation des données, la couche de middleware et la gestion de la persistance. Il repose sur une expertise attentive à la diversité des outils du marché, aux innovations, à la pérennité des solutions.

Dans M_1 , la frontière entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre était confuse : certes la première était responsable de l'expression des besoins, et la seconde de la réalisation technique ; cependant la solidarité des applications, et donc du système d'information, se concrétisait au sein de l'informatique. La tentation était alors grande de confier à celle-ci davantage qu'une mission de maîtrise d'œuvre, et d'en faire le concepteur du système d'information se substituant aux utilisateurs pour définir leurs besoins.

Dans M_2 , la séparation devient claire. À l'un la responsabilité du modèle complet, à l'autre celle de la solution technique. Cette répartition n'interdit pas le dialogue, au contraire elle ne nécessite : la maîtrise d'ouvrage doit s'intéresser aux solutions techniques qui étendent le domaine du possible fonctionnel, le maître d'œuvre doit avoir des idées sur ce qui est utile au plan fonctionnel et les exprimer. Cependant à ce dialogue succède la décision, et alors chacun doit prendre ses responsabilités propres, dans son domaine propre.

Processus et qualité

À partir du moment où la conception du système d'information de l'entreprise pivote autour de la notion de processus, on doit s'interroger sur la relation entre processus et qualité.

On peut voir la question sous deux angles : la qualité du processus ; l'apport de l'approche par les processus à la démarche qualité.

Qualité du processus

Un processus, dans une entreprise, c'est d'abord un état de fait : l'enchaînement des tâches qui visent à produire de la valeur, qui sont déclenchées par un événement extérieur au processus (commande d'un client, décision d'un responsable) et qui se terminent par un événement extérieur au processus (livraison d'un produit, remise d'un rapport, etc.).

La notion de « livrable » est utile pour désigner les produits (au sens large : rapports écrits, logiciels, comptes rendus, produits physiques etc.) par lesquels s'achève un processus.

Un processus comporte des sous-processus dans la mesure où sa progression nécessite la production de plusieurs livrables : ainsi dans un projet complexe la livraison de divers blocs de logiciels scande la réalisation du produit. L'approche du système d'information par les processus vise à rendre explicite la structure du processus, c'est-à-dire non seulement l'enchaînement des tâches mais aussi les délais impartis à chaque étape, l'identification des personnes auxquelles il faut envoyer un message lorsqu'une étape est terminée pour qu'elles puissent commencer leur travail, les délais ou autres indicateurs de qualité qu'il convient de mesurer, et les per-

sonnes responsables du contrôle du processus auxquelles ces indicateurs doivent être envoyés.

Il s'agit donc de documenter le processus, et de l'équiper des indications qui lui permettent de fonctionner automatiquement et d'être contrôlé :

- Plan de l'enchaînement des tâches ;
- Interfaces propres à la réalisation de chaque tâche, permettant d'accéder aux données et objets correspondants ;
- « Timers » qui programment le délai maximum imparti à chaque tâche ;
- Tables d'adressage qui indiquent l'adresse à laquelle le travail doit être transmis lorsque la tâche est achevée ; ces tables indiquent aussi les personnes à qui il faut envoyer la tâche si le timer a été dépassé ;
- Compteurs et indicateurs permettant le contrôle du processus ;
- Outil d'administration comportant l'enregistrement des adresses auxquelles il convient de faire parvenir les indicateurs.

Bien souvent, les processus « de facto » (qui n'ont pas été équipés en termes de système d'information) présentent des défauts que le système d'information doit corriger.

L'approche du système d'information par les processus permet de repérer les défauts des processus opérationnels et donc de les corriger.

Apport de l'approche par les processus à la démarche qualité

En outre le fonctionnement du processus engendre, si le processus a été convenablement doté d'outils de contrôle, une production d'information qui sert à contrôler la qualité du

processus : mesure des délais, mesure des volumes de flux, mesures de qualité.

Ces indications peuvent servir au propriétaire du processus, qui définit alors les actions nécessaires pour redresser d'éventuelles mauvaises pratiques ou dérives en cours.

Le pilotage d'un processus se fait typiquement a posteriori. Les opérateurs disposent d'un devoir d'initiative et des droits correspondants, l'accent étant mis sur la fluidité et la rapidité du fonctionnement du processus. Cependant il faut que ce fonctionnement soit contrôlé pour éviter les dérives ; il le sera a posteriori, le propriétaire recevant les mesures des indicateurs et prenant les mesures nécessaires, soit en agissant sur les réglages du processus, soit en communiquant avec les acteurs pour leur indiquer les corrections à apporter à leurs pratiques.

Les indicateurs fournis par le fonctionnement du processus peuvent aussi servir à d'autres fins. Ils constituent une source d'information fine, en temps réel, qui peut être exploitée pour faire des comptes rendus destinés à divers types de responsables. Ainsi, le processus de la relation clientèle peut fournir à une entreprise des indicateurs qui vont alimenter des comptes rendus définis :

- par région, à l'intention des directeurs régionaux, en fournissant des tableaux comparatifs entre les régions pour que chacun puisse se situer par rapport à la moyenne ;
- par produit, à l'intention des chefs de ligne de produit, pour que chaque produit puisse être suivi dans son évolution.

Les comptes rendus utilisent une présentation synthétique de l'information (graphiques, petits tableaux de nombres) et privilégient la présentation sous forme de série chronologique pour faire apparaître les évolutions (qui souvent im-

portent plus que les niveaux). Ils comportent des commentaires, qui paraphrasent le graphique ou lui apportent un complément explicatif. Enfin, ils comportent la citation d'exemples illustratifs précis « en texte intégral » (par exemple : lettre de réclamation particulièrement typique), choisis pour leur représentativité et permettant de donner à l'information un contenu concret et vivant.

La tâche de préparation et diffusion des comptes rendus, qui suppose l'élaboration de tables de diffusion et la gestion des droits d'accès à l'information, est une tâche de type éditorial qui requiert des compétences intellectuelles élevées.

Mise en œuvre pratique

Les considérations ci-dessus ne sont pas « théoriques » ni « à long terme ». Elles ont un rapport direct avec la réalité concrète des tâches quotidiennes et les urgences de l'entreprise.

Du point de vue applicatif

La conception habituelle du système d'information, qui se concentre sur « les applications », est peu pratique et coûteuse. En effet lorsque l'on suit cette approche, la priorité n'est pas d'explicitier, documenter et maîtriser la succession logique et chronologique des tâches accomplies par les utilisateurs, mais de leur présenter des informations et outils de traitement censés leur faciliter la tâche. La mise au point des applications est scandée par le calendrier budgétaire, et

suit une procédure plus formelle et administrative que rationnelle⁹⁶.

Rien n'empêche *en principe* de s'intéresser aux tâches accomplies par les utilisateurs lorsque l'on développe et maintient une application. Dans un monde idéal la remarque ci-dessus ne s'appliquerait pas⁹⁷. Cependant *en pratique* les applications sont conçues sans que l'on considère le processus que constitue la succession de ces tâches.

On s'efforce de supprimer les dysfonctionnements en perfectionnant, enrichissant, compliquant les applications, ou encore en achetant des progiciels sur le marché, censés apporter la solution de tous les problèmes⁹⁸. Mais tout le monde est mécontent : les managers voient la persistance des dysfonctionnements malgré des efforts coûteux, les utilisateurs disent que l'informatique répond mal à leurs besoins, l'informatique pense faire son devoir et s'étonne qu'on lui fasse des reproches. En somme, chacun fait de son mieux et cela ne marche pas.

Du point de vue des processus

La réponse réside dans un changement de perspective :

96. Nous tenons à la disposition des sceptiques les preuves étayant cette affirmation.

97. de même, dans un monde idéal les développeurs s'organiseraient pour pouvoir réutiliser les logiciels qu'ils produisent, et certains le font d'ailleurs ; mais dans le monde réel la plupart d'entre eux ne le font pas, et les langages orientés-objet ont été conçus pour faciliter la réutilisation.

98. après quoi il faut les paramétrer, les adapter, les maîtriser, et leur mise en œuvre provoque des coûts imprévus.

Il faut demander au système d'information non de fournir des applications, mais d'équiper les processus de travail des utilisateurs.

C'est déjà possible avec les outils que fournit le marché. Mais rien n'est plus difficile que de changer de point de vue. Des problèmes qu'il serait parfaitement possible de traiter restent en plan, parce que :

- L'approche par les processus n'est pas familière,
- La compétence en la matière n'est pas assez répandue⁹⁹,
- Cette approche conduit à modifier les méthodes de travail et suscite naturellement des réticences.

Exemples

Nous décrirons d'abord les apports d'un workflow et de la documentation partagée, puis nous donnerons un exemple opérationnel.

Nous verrons apparaître des fonctions nouvelles : animateur de forum, administrateur de processus, etc.

Gérer les dépenses : Il est facile d'utiliser Lotus Notes pour outiller le processus de traitement des demandes d'autorisation d'achat (DAA) et les demandes d'autorisation d'investissement (DAI), ainsi que pour la préparation du budget. Tous ces processus sont analogues : une demande est formulée par quelqu'un, elle doit être validée par le respon-

99. peu de personnes maîtrisent les techniques de l'Intranet, du Datawarehouse, etc. Lotus Notes est considérée par IBM comme « l'interface universelle d'accès au système d'information », et fournit une plate-forme de communication et de développement commode et bien équipée : très peu de gens savent l'utiliser.

sable hiérarchique, vérifiée par le contrôle de gestion, puis éventuellement soumise à des avis d'experts, enfin proposée à l'approbation d'un décideur ; des tableaux doivent être construits pour obtenir une vue synthétique des budgets demandés et accordés, des engagements de dépense etc.

Nous allons ici décrire en détail la façon dont les choses se passent, puis comment elles se passeraient si l'on utilisait un workflow.

Sur papier : Les dossiers sur papier sont établis selon des formats variables, les calculs sont parfois erronés, des allers retours avec le demandeur sont nécessaires pour obtenir une formulation compréhensible de la demande. Puis le dossier part dans le circuit des avis et signatures. Il peut rester longtemps sur un bureau, le traitement des dossiers papier se faisant selon le mode LIFO qui suscite des délais aléatoires. Il est difficile de savoir où en est un dossier. Certains font attendre longuement une signature qu'ils utilisent comme monnaie d'échange dans leurs négociations. Il arrive qu'un dossier se perde.

Les comptes résultant de ce flux d'affaires sont établis par des personnes qui se trouvent en fin de processus, en général au contrôle de gestion, et utilisent des tableurs. Des erreurs de saisie sont possibles, ainsi que des oublis matériels. Des vérifications et recoupements sont donc nécessaires. Ils consomment un temps de travail important, et ne suppriment pas toute incertitude.

Avec un workflow : Les dossiers électroniques sont établis sur des masques de saisie qui comportent une aide en ligne, les calculs (totaux, taux de rentabilité, ratios, reports etc.) sont faits automatiquement, les données de ré-

férence (montant du budget disponible, nomenclatures etc.) sont fournies par des services contextuels. Le dossier comporte une indication sur l'urgence et le délai souhaité de traitement.

Lorsqu'une activité est terminée, le dossier est transmis automatiquement vers l'activité suivante, dont l'utilisateur est prévenu par une alerte sur son écran. La file d'attente des dossiers à traiter tient compte de leur urgence. L'utilisateur consulte le dossier, le traite, note ses avis et décisions, les authentifie par une signature électronique. Le délai de traitement du dossier par une activité est programmé ; si le dossier n'est pas traité dans les délais, il sera routé vers une autre personne. En cas de non traitement persistant, une alarme est émise vers le responsable du processus.

Les droits d'accès aux documents ou à des parties des documents sont gérés par l'administrateur du processus. Une personne autorisée peut, à tout moment, consulter le workflow pour savoir où en est un dossier, connaître les avis donnés, et intervenir si nécessaire.

Le processus articule plusieurs sous-processus (demandes d'expertise etc.), mais il boucle finalement sur la réponse à la demande initiale. La réponse à une demande budgétaire, c'est le montant accordé. La réponse à une demande d'achat, c'est la livraison du bien demandé, qui doit faire l'objet d'un message de la part du demandeur.

Le propriétaire du processus reçoit régulièrement des statistiques : affaires traitées classées par nature, histogramme des délais, montants concernés selon les nomenclatures comptables, incidents, anomalies, etc. Il a les moyens de repérer les activités qui dépassent souvent les délais, et peut soit allonger le délai qui leur est accordé, soit émettre un rappel à l'ordre.

Soulignons que la description ci-dessus ne relève pas de la science fiction, mais correspond à l'état de l'art d'aujourd'hui : dès qu'une entreprise utilise des PC en réseau, et si elle a installé sur ces PC une plate-forme comme Lotus Notes, elle peut utiliser le workflow.

Documentation : La documentation papier présente de nombreux défauts : on ne sait jamais si elle est à jour, elle s'égaré le long des circuits de diffusion, les versions successives s'empilent souvent sans classement, il est difficile d'y faire des recherches. La documentation électronique résidant sur un serveur accessible via le réseau est toujours consultable et à jour. Elle est dotée d'outils facilitant la recherche. Le document électronique peut être imprimé si l'on veut l'utiliser commodément.

La documentation électronique est complétée par un forum où les utilisateurs peuvent poser des questions et recevoir des réponses. Un animateur du forum veille à ce que les réponses soient fournies rapidement, et purge le forum des redondances ou banalités. Progressivement, le forum entoure la documentation d'un commentaire précieux ¹⁰⁰.

Entreprise étendue : L'expression « entreprise étendue » désigne une entreprise dont le système d'information communie avec celui de ses clients, fournisseurs et partenaires.

Historiquement, les premières entreprises étendues se sont mises en place grâce à l'EDI entre grandes entreprises et fournisseurs réguliers (constructeurs automobiles et fabricants de

100. ainsi les forums mis par les fournisseurs de logiciels à la disposition des développeurs contiennent, au bout de quelque temps, les réponses qui permettent de traiter les « bogues » du logiciel, et les astuces qui aident à en tirer le meilleur parti.

pièce détachés) : il s'agissait de faire communiquer des applications informatiques.

L'Extranet permet de faire communiquer des processus, ce qui introduit une souplesse et une puissance nouvelles dans l'entreprise étendue.

Le processus essentiel est celui de la relation commerciale. Vers les partenaires et les fournisseurs se bouclent des sous-processus qui permettent de constituer l'offre.

Les apports d'une gestion du processus à la relation avec les fournisseurs sont connus¹⁰¹ notamment dans le cas des pièces détachées.

Le fonctionnement d'un partenariat demande d'une part un bon raccordement des processus opérationnels, et la transparence du processus de répartition des coûts et recettes. Si le processus opérationnel ne marche pas, le partenariat est inopérant. Si le processus financier est opaque, le partenariat sera peu durable, car il sera pollué par la fraude ou le soupçon de fraude.

Autres exemples : Citons quelques autres dispositifs utiles et dont l'implantation ne pose aucun problème technique (mais sans doute des problèmes d'organisation) :

1. Relevé des décisions prises lors d'une réunion, validé par la personne qui présidait cette réunion, accessible aux participants à la réunion, bouclant sur le compte rendu d'exécution des décisions ;
2. Relation entre informatique et utilisateurs : équiper le processus de traitement des demandes des utilisateurs de sorte que l'informatique puisse gérer les files d'attente des travaux selon le degré d'urgence de la

101. Pascal Eymery, *La logistique de l'entreprise*, Hermès 1997.

- demande, et que l'utilisateur sache où en est le traitement de sa demande ;
3. Mise à disposition des résultats statistiques (enquête sur la satisfaction des passagers, statistiques commerciales, statistiques commerciales, etc.) ;
 4. Traitement des réclamations : un workflow permettrait de contrôler le délai de traitement, d'établir automatiquement des statistiques, etc. ;
 5. Gestion des incidents : il est avantageux de mettre la documentation sur support électronique, et de la compléter par un relevé des incidents permettant d'établir des statistiques et de faire évoluer les procédures ;
 6. Le commissariat implique divers acteurs (Servair, escales, partenaires, réservation) dont les actions doivent être coordonnés pour éviter les gaspillages ;
 7. Indicateurs : un Datawarehouse permettrait de constituer et documenter les agrégats. Un workflow ferait circuler synthèses, graphiques et commentaires ;
 8. Régulation : il manque un processus assurant la réactivité de la chaîne de production à la disponibilité des ressources. Le cloisonnement des applications a conduit à sous-estimer le besoin de communication entre informations d'origines diverses ;
 9. Formation professionnelle : les stages devraient être complétés par du télé-enseignement (accès aux supports de cours, auto-évaluation, forum).

Conclusion

L'approche de l'entreprise par ses processus est cruciale pour le suivi de la qualité, pour la clarté du partage des

responsabilités et des rôles, pour la maîtrise de la production de valeur, etc.

Cette approche ne porte tous ses fruits que si elle est articulée à la définition du système d'information, dont elle devient une étape essentielle.

Dès lors la maîtrise d'ouvrage devient responsable de la modélisation de ses processus, tâche pour laquelle le marché offre des outils efficaces. L'informatique est maître d'œuvre de la transcription de ces modèles métiers en programmes, de préférence en utilisant les langages orientés objet, et de la fourniture des services correspondants sur une architecture performante.

Il en résulte une reformulation, sur des bases solides et claires, du rôle du système d'information dans l'entreprise, ainsi que du rôle des acteurs impliqués dans la définition et l'exploitation de ce système.

L'itinéraire ainsi décrit ne relève pas de la science fiction, comme peuvent le croire ceux qui ne suivent pas l'actualité, mais de la réalité technique et professionnelle d'aujourd'hui. Les entreprises les plus performantes utilisent les procédés que nous avons décrits, qui sont devenus chez elles des banalités sur lesquelles on ne s'interroge plus. Une entreprise reste libre, bien sûr, de refuser cet itinéraire si elle estime que les adaptations qu'il suppose sont trop lourdes, ont des conséquences « politiques » trop délicates et risquent de « poser trop de problèmes de personnes ». C'est un choix stratégique, et il peut se justifier : on juge parfois en médecine l'état du malade trop grave pour lui appliquer le traitement qui serait salutaire pour d'autres. Mais il importe que ce choix soit fait lucidement, avec une vue claire de ses implications.

Un message d'Alain Desrosières¹⁰²

5 novembre 1998 *Commentaires*

J'ai reçu le message suivant d'Alain Desrosières (INSEE) :

« J'ai exploré avec intérêt ton site. Je ne suis pas du tout habitué à ce genre d'outil et d'« auto-site ». C'est un curieux objet, à la fois journal intime et promo. Je ne suis pas contre, mais ça m'intrigue... est ce que beaucoup de gens font cela ? ça modifie la notion d'« espace public » chère à certains philosophes... »

Voici ma réponse :

Ne crois tu pas que l'on trouve déjà des choses de ce genre dans les documents imprimés sur papier ? Il est vrai toutefois que la mise en réseau modifie les conditions de communication des informations et des commentaires. Les règles de répartition du pouvoir, de l'influence, changent. Avant, le pouvoir appartient à celui qui détient et contrôle l'information (les autres sont obligés de le supplier pour obtenir l'information, il peut retenir les informations dont la diffusion le gênerait, il a une position privilégiée pour l'interprétation).

Avec le réseau, le pouvoir appartient à celui qui donne l'information, qui la diffuse. Les autres lui demanderont alors non l'information elle-même, mais le commentaire et l'aide à l'interprétation.

C'est pour cela que j'ai décidé de rendre accessible des textes qui sinon dormiraient dans mes dossiers. Je reçois des messages de gens qui me demandent des détails, des compléments ; ces travaux ont ainsi une deuxième vie. L'INSEE devrait faire la même chose avec ses statistiques !

102. <http://volle.com/divers/desrosieres.htm>

Je conseille à ceux qui publient des revues ou des livres de mettre leurs textes sur Internet, en accès libre et gratuit. Ils craignent de concurrencer ainsi la diffusion « papier », et ils se trompent. Je me suis abonné à des revues que j'avais découvertes sur l'Internet, que j'ai lues ainsi un certain temps ; puis j'en ai eu assez de lire à l'écran, je préfère lire au lit sur papier, et je me suis abonné. L'INSEE devrait mettre sur l'Internet tout *Économie et Statistiques*, tout le BMS, etc.

Enfin, cher Alain, mon seul gagne pain, c'est ma cervelle... il faut que j'en montre les produits pour que les gens aient envie d'en acheter les services. Alors en effet, c'est de la promo.

Résumons : je donne l'information pour qu'elle vive, qu'elle sorte du sommeil des dossiers et serve à quelque chose. Je la donne aussi pour exister sur le marché et trouver des clients. Ma vie professionnelle leur est consacrée, il est donc normal qu'ils connaissent mon CV. Ma vie intime, par contre, ne concerne que moi, et elle n'apparaît guère sur le serveur ...

Système de pilotage de l'entreprise ¹⁰³

15 Novembre 1998 *Informatisation Entreprise*

Le pilotage de l'entreprise utilise des tableaux de bord, des indicateurs, produits selon des méthodes statistiques. Ces méthodes permettent la synthèse d'une information massive, protégée de l'interprétation par sa masse même, et qui ne peut être utilisable que si elle est résumée de façon intelligente.

Nous allons décrire ici les principales méthodes statistiques utilisées par les entreprises, et les difficultés que rencontre parfois leur utilisation.

Le terme « statistique » désigne une méthode qui vise à observer puis décrire des populations. Le mot « population » s'entend ici de façon large : il peut s'agir de populations humaines (démographie), mais plus généralement la statistique considère des *ensembles* : sièges*kilomètres de transport de passagers, francs de chiffre d'affaires, tonnes d'acier, appels téléphoniques etc. Il importe, dans chaque cas, de définir la population que l'on considère et les « individus » qui la composent.

En tant qu'outil d'observation, la statistique est analogue à un microscope ou un télescope : elle ne donne un résultat intéressant que si elle est orientée vers un objet intéressant et si elle est utilisée par un opérateur capable d'interpréter l'observation. Il n'est donc pas inutile de savoir pour qui, et pour quoi, l'observation statistique est faite. Le critère de qualité est la *pertinence* - c'est-à-dire l'adéquation aux besoins qu'implique l'action. L'*exactitude* d'une information

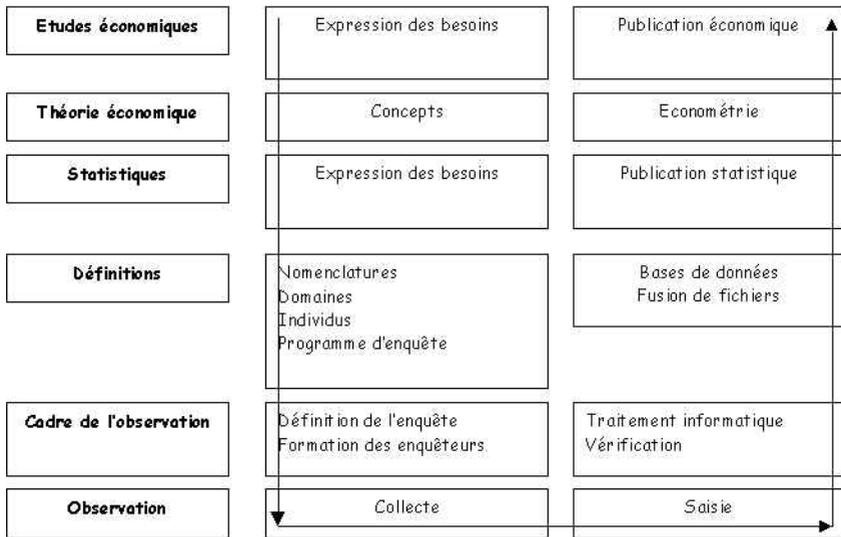
103. volle.com/rapports/pilotage.htm

(c'est-à-dire son aptitude à alimenter un raisonnement exact) importe plus que sa *précision*.

Nota Bene : Le critère de pertinence se distingue du critère d'*objectivité*, que l'on invoque un peu à tort et à travers. Lorsque vous conduisez votre automobile, la présence du concept « signal lumineux » dans votre perception est pertinente, celle du concept « physionomie des passants » ne l'est pas ; il n'en est pas de même si vous flânez sur un trottoir... La présence du concept « signal lumineux » dans la perception du conducteur résulte d'un *choix* et se juge en termes de pertinence. Mais la *valeur* que révèle l'observation (« rouge », « vert » ou « orange ») ne résulte pas d'un choix : elle est *objective*, dans le cadre du concept choisi. Ainsi l'*objectivité* n'est pas une « exacte représentation du monde réel », chimère qui masque un sens commun pétri de préjugés, mais désigne une observation fidèle réalisée *après* un choix conceptuel.

En tant qu'outil de description, la statistique comporte un aspect *éditorial*. Il n'est pas aisé en effet de rendre compte de façon sobre, lisible, intéressante, d'un ensemble d'observations dont le résultat technique constitue une liasse de tableaux de nombres illisibles. La sélection des nombres, ratios, graphiques à publier est un art, ainsi que la rédaction des commentaires.

La démarche statistique comporte ainsi des étapes relevant chacune d'une logique différente : définition des concepts puis du programme de l'observation, collecte et traitement de l'information, publication, modélisation et études. On peut les représenter selon un modèle en couches, chaque couche étant reliée à la suivante par une interface qui doit être définie proprement :



Modèle en couches de la statistique et de l'économie

Socle conceptuel

Il faut d'abord définir le *domaine d'observation* (population) et les *individus* qui le composent. Observe-t-on des personnes, des ménages, des entreprises, des établissements, des passagers, des clients ? On aura des déboires si l'on ne sait pas de quoi l'on parle : ainsi, croire que l'on observe des clients alors que l'on observe des passagers peut conduire à des conclusions erronées.

Nota Bene : quelle est, pour un transporteur aérien, la différence entre un passager et un client ? Le passager, c'est la personne qui fait un voyage, que l'on ne connaissait pas avant ce voyage et que l'on ne connaîtra plus après ce voyage. Le client, c'est un passager identifié : on est donc capable de regrouper sous son identifiant tous les voyages qu'il a faits, et

d'analyser son comportement. La transition du raisonnement sur le passager au raisonnement sur le client permet de parler de comportement, de mesurer la « valeur » associée à un client (idéalement, cette valeur est égale à la valeur actuelle nette des relations avec ce client, c'est-à-dire à la valeur actualisée du chiffre d'affaires que l'on fera avec lui, diminuée de la valeur actualisée du coût de production des services qu'il consomme ; la connaissance de cette valeur suppose que l'on sache prévoir sa consommation, évaluer les coûts des services qu'il consomme, prévoir l'évolution de ces coûts etc. Dans les faits, cette connaissance ne pourra être qu'approchée parce que les données complètes nécessaires pour la construire font défaut).

Pour passer de la connaissance du passager à celle du client, il faut avoir résolu le difficile problème de l'identification du passager.

Identifiants

Il faut pouvoir *identifier* les individus qui composent une population - c'est-à-dire attribuer à chacun un code qui lui est propre. Il n'est possible de suivre un individu dans le temps que s'il a été identifié. Or les identifiants usuels sont trompeurs (homonymies de l'état-civil, ambiguïté de l'adresse, non univocité du numéro de téléphone) ou instables dans le temps (une entreprise peut déménager, changer de dénomination, de secteur d'activité, de taille ...).

La détermination et la gestion des identifiants est l'un des problèmes délicats du système de pilotage. En ce qui concerne les entreprises et établissements français, on dispose des identifiants Sirene et Siret de l'INSEE, mais ils ne sont d'aucun secours pour identifier les clients situés à l'étranger. L'identification des ménages n'existe pas, où se réduit à celle

du logement (il est vrai que le ménage est une unité instable dans le temps) ; l'identification des individus est réalisée en France par le numéro d'état-civil (dit « numéro de Sécurité Sociale ») que souvent l'entreprise n'utilise pas, car ses clients ne comprendraient pas pourquoi on le leur demande. D'autres identifiants sont utilisés pour les équipements, les services etc.

On peut s'efforcer d'identifier les individus à partir d'*informations identifiantes*, dont aucune ne suffit mais dont la conjonction peut permettre d'estimer l'identifiant avec une bonne probabilité de succès. Ainsi, si un client fournit son nom, son prénom, son adresse, son numéro de téléphone, son numéro de carte bancaire et le nom de son entreprise, on peut chercher à retrouver le numéro de sa carte de fidélisation, ou bien lui attribuer un identifiant qui le suivra dans ses relations avec l'entreprise. Si le client fournit non pas toutes les informations ci-dessus, mais seulement certaines d'entre elles, on est en face d'un ensemble d' « informations identifiantes » moins complet et donc moins fiable, mais qui peut toutefois être suffisant en pratique.

Nomenclatures

Enfin, les concepts selon lesquels on entend réaliser l'observation doivent être définis : ce sont les nomenclatures (produits, zones géographiques, activité économique d'une entreprise, classe de taille d'une entreprise, catégorie socioprofessionnelle d'une personne, classe de revenu d'un ménage, classe d'âge d'une personne, équipements, services etc.). Les nomenclatures se présentent le plus souvent comme une suite de partitions emboîtées : une nomenclature peut avoir plusieurs niveaux (exemple : commune, canton, département, région). Leur construction est une étape essentielle de la dé-

marche. Un concept qui n'est pas compatible avec la nomenclature ne pourra être présent ni dans les statistiques qu'elle permet d'établir, ni dans les raisonnements que l'on pourra bâtir sur ces statistiques. Les nomenclatures délimitent la sphère de pertinence théorique d'une statistique ; la confusion dans les nomenclatures engendre des dommages : si deux entités utilisent des nomenclatures différentes, elles ne pourront échanger l'information qu'à travers des « tables de passage » qui comportent une imprécision.

Administration des données

Une *donnée*, c'est le *couple* formé d'un *concept* et d'une *mesure*.

Administrer *une* donnée, c'est donc :

- définir le *concept* ;
- décrire la méthode de *mesure* ;
- identifier le *propriétaire* de la donnée (celui qui est chargé de la mesure, et qui est donc autorisé à mettre la donnée à jour).

Administrer *les* données d'une entreprise, c'est :

- faire le travail ci-dessus pour chaque donnée et qualifier son rôle (donnée de référence, intermédiaire de calcul, donnée technique, donnée publique etc.),
- vérifier la cohérence des données (pas de synonymes ni d'homonymes etc.),
- éditer une documentation.

Pour comprendre le partage des responsabilités en matière d'administration des données, il faut se référer aux notions de *maître d'ouvrage* (directions opérationnelles, ou encore « métiers »), et de *maître d'œuvre*.

Le maître d'ouvrage est le *client* (interne à l'entreprise) qui met en œuvre les applications informatiques et utilise l'information. Le maître d'œuvre est celui qui coordonne la fourniture (développement) et l'exploitation de ces applications, et en porte la responsabilité devant le maître d'ouvrage.

C'est le maître d'ouvrage qui, dans chaque domaine, fournit le *contenu* de l'administration des données : il est porteur des définitions et des règles de mesure. La *mise en forme* de ce contenu, par contre, est une tâche technique ; elle peut être remplie par l'informatique sous la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage et pour son compte. Les *arbitrages*, parfois nécessaires pour désigner le propriétaire d'une donnée, doivent être rendus par une entité rattachée au Président.

Voici des citations extraites de nos entretiens. Elles montrent l'effort à faire pour améliorer l'administration des données :

« *Notre première difficulté est de savoir de quoi l'on parle. Dans les réunions, on discute plus de l'écart entre deux données que des actions à mettre en place pour redresser la situation. Plusieurs entités gèrent sous le même nom des notions différentes. Dans le domaine financier, quand on parle d'enveloppe, chacun met ce qu'il veut sous ce terme : enveloppe initiale, résultante, etc.* »

« *On a du mal à trouver une personne capable de prendre une donnée et de la commenter en disant ce qu'elle représente, si elle est fiable, quelles conclusions on peut en tirer, avec quelle certitude.* »

« *Certaines informations conçues soi-disant pour un pilotage n'ont pas la périodicité requise. Est-ce qu'une entité peut piloter correctement ses consommations à partir d'une comptabilité analytique qui sort deux mois après ? On construit*

parfois des indicateurs qui ne représentent pas ce que l'on veut piloter. Le manager ne peut pas faire son travail. »

Dans beaucoup d'entreprises, l'administration des données est défaillante. Or rien n'est possible en statistique - et, d'une façon plus générale, en système d'information - si les données ne sont pas bien administrées.

Certaines données jouent un rôle particulièrement sensible : ce sont les *données de référence*, auxquelles les diverses applications font souvent appel. Cette désignation recouvre les nomenclatures (découpage géographique, organigramme etc.), les taux de change, etc. Le taux de change est modifié de façon pratiquement continue, les découpages en zones géographiques, organigrammes etc. connaissent aussi des changements mais ils sont moins fréquents. Il importe que chaque donnée de référence soit gérée de façon centrale et unique, et que chacune des applications qui l'utilise puisse accéder à une information à jour.

Or il arrive souvent que les données de référence soient entrées séparément dans chaque application, voire plusieurs fois pour une même application. Il est alors nécessaire de procéder à des mises à jour manuelles chaque fois que la donnée de référence doit être modifiée. Inévitablement, ces mises à jour conduisent à des erreurs : elles sont partielles, certaines sont oubliées, etc. Il en résulte des dommages graves lors des exploitations : que l'on pense par exemple à ce que devient la comparabilité des données si la définition des zones géographiques n'est pas mise à jour de façon cohérente.

Il importe donc que les données de référence soient bien traitées comme telles, et non dispersées dans les applications où elles réclament des mises à jour multiples qui peuvent être sources d'erreurs.

Programme de l'observation statistique

La définition d'un programme d'observation statistique suppose plusieurs choix :

- nomenclatures fournissant son découpage conceptuel,
- périodicité de l'observation (une donnée ne répond pas aux mêmes besoins selon qu'elle est produite de façon quotidienne, hebdomadaire, mensuelle, trimestrielle ou annuelle),
- finesse de l'observation (on peut choisir un niveau de nomenclature plus ou moins agrégé),
- degré de précision (le taux de sondage sera d'autant plus élevé que l'on souhaite davantage de précision),
- délai de disponibilité de l'information.

Un programme statistique se concrétise sous la forme d'une liste d'enquêtes ou d'exploitations répondant chacune à un sous-ensemble des questions posées. Idéalement, on doit choisir les méthodes permettant de satisfaire les besoins au moindre coût, même si le calcul du coût n'est pas explicite.

Ici se pose un problème. Nous avons dit que la statistique était fondée sur des concepts dont la pertinence s'évalue selon leur adéquation à l'action. Tout est simple si le demandeur est un individu. Tout se complique si l'on entend établir une statistique destinée à un ensemble d'individus dont les besoins peuvent différer, et qui peuvent même avoir des intérêts opposés. Le choix conceptuel pertinent pour l'un peut ne pas l'être pour l'autre. Comment une même statistique peut-elle donc correspondre à des besoins divers ?

On ne peut pas répondre à cette question de façon logiquement absolue, car il sera toujours possible d'imaginer un cas où des concepts inconciliables sont pertinents pour des acteurs divers. Cependant cette question reçoit souvent une réponse pratique. L'action de chacun suppose en effet

la communication avec d'autres. Sauf pathologie annonciatrice d'un éclatement, toute collectivité humaine définit des concepts qui lui permettent de partager observations, raisonnements et décisions. Le partage du langage lui donne sens et cohésion. Le besoin de communiquer contrebalance la diversité des priorités individuelles.

La procédure utilisée pour construire le programme statistique doit donc être attentive à l'obtention d'un consensus, de sorte que les données puissent servir à la communication. La méthode utilisée par l'INSEE mérite ici d'être observée : les diverses composantes de la société civile sont invitées à participer au CNIS, qui rassemble des représentants des organisations professionnelles, des syndicats, des universités, des administrations, des associations etc. L'ordre du jour des réunions est établi par l'INSEE, qui rédige les comptes rendus. Le CNIS joue un rôle consultatif, mais en pratique ses avis sont généralement écoutés dans la limite des ressources budgétaires. Éclairé par des experts qui répondent à toutes ses questions, le CNIS donne son avis sur les nomenclatures, les méthodes statistiques, le programme des enquêtes, exploitations et publications etc. Il n'en résulte pas nécessairement un programme excellent (le système statistique français a des lacunes, notamment sur le revenu des fonctionnaires), mais les diverses composantes de la société civile sont invitées à donner un avis dont il est tenu compte. La qualité de la statistique comme langage commun et outil de communication en est améliorée.

On peut imaginer une structure analogue dans l'entreprise. Un « conseil de la statistique et des études » comporterait des représentants mandatés par les diverses directions. Une équipe assurerait l'apport de compétence technique et d'animation. Les méthodes à utiliser (CVS sur les séries chronologiques, évaluation des élasticités prix, segmentation, pu-

blication, diffusion), y seraient discutées posément ainsi que les nomenclatures et le programme des enquêtes. Des questions délicates pourraient être ainsi traitées à froid, dans une ambiance sereine.

Collecte et traitement de l'information

L'entreprise dispose de sources diverses : les applications utilisées dans l'activité opérationnelle fournissent une information potentiellement utilisable au fil de l'eau ; des enquêtes permettent d'obtenir des informations complémentaires ; enfin, il est possible d'acheter des sources extérieures sur le marché des bases de données.

A chacun de ces types de sources correspond un mode d'exploitation spécifique - et il est possible, et utile, de les fusionner entre elles. Ainsi l'on rencontre l'ensemble des situations techniques auxquelles un statisticien peut être confronté.

Sources

Sources exhaustives

Les données fournies par les applications opérationnelles constituent une source exhaustive, mécanique en principe (sans intervention humaine, donc sans erreur humaine), utilisable en temps réel. Cependant cette information est limitée aux relations avec les clients de l'entreprise (elle ne permet donc pas d'éclairer sa part de marché). En outre ces sources exhaustives sont volumineuses, et donc difficiles à exploiter sur le plan statistique.

Sondages internes

On peut chercher à surmonter la lourdeur d'une source exhaustive en faisant un sondage à l'intérieur de cette source,

pour examiner à la loupe ses propriétés sur l'échantillon. Nous appellerons un tel sondage « sondage interne ».

Si l'on a su exploiter correctement la source exhaustive, le sondage interne n'apporte rien sur les totalisations, puisque la mesure qu'il procure comporte une imprécision alors que la mesure exhaustive est exacte. Par contre, il permet d'étudier les *corrélations* entre variables, alors que cette étude serait lourde sur les sources exhaustives. Le sondage interne est donc un bon outil sur le chemin de l'économétrie, fondée sur l'utilisation des corrélations.

Un piège : l'exhaustif partiel

Les ingénieurs, épris de précision, sont parfois mal à l'aise devant la technique des sondages qui fournit des mesures entachées d'incertitude. Ils préfèrent utiliser des données exhaustives, recueillies sur une sous population, et en tirer des leçons. Tel directeur est connu pour généraliser souvent, à toute la population, des évaluations obtenues sur une sous-population précisément connue. Les conclusions abusivement tirées d'une expérience personnelle, ou d'une monographie, relèvent de la même démarche.

Cependant si un exhaustif partiel donne des données certaines, elles sont entachées d'un biais lorsqu'on les utilise comme estimateur des données globales : une sous-population n'est représentative que d'elle-même, alors qu'un échantillon est représentatif de la globalité dont il est extrait.

Le carré de l'erreur sur une donnée est somme du carré du biais et de la variance :

$$E^2 = B^2 + \sigma^2$$

L'exhaustif partiel n'est donc préférable au sondage que si le biais qu'il comporte est inférieur à l'écart-type de l'incertitude associée au sondage. Or souvent il lui est supérieur.

Il faut donc que les responsables apprennent à maîtriser l'inconfort que procure l'utilisation des intervalles de confiance, et sachent qu'une information incertaine est en général plus exacte qu'une information biaisée.

Sondages externes

Les sources exhaustives et les sondages internes à ces sources ne fournissent pas toute l'information dont a besoin l'entreprise. Ils ne donnent pas d'information sur la satisfaction des clients, ni sur les données contextuelles qui permettent d'expliquer leur comportement (revenu, CSP, taille du ménage ; taille de l'entreprise, chiffre d'affaires, etc.) (voir en annexe 1 les éléments de théorie des sondages)

Il faut obtenir ces informations par enquête. Ces enquêtes donnent une information entachée d'incertitude, mais une astuce permettrait d'obtenir des estimations plus précises : celle qui consiste à caler les données fournies par les sondages internes sur des données exhaustives connues de façon certaine.

Supposons en effet que j'associe à un sondage externe (portant sur des données que je ne connais pas) un sondage interne, qui procure sur chacun des individus de l'échantillon la mesure de données dont j'ai par ailleurs une connaissance exhaustive.

Dès lors je peux estimer sur l'échantillon la corrélation entre données internes et données externes. Or je connais avec certitude le total de la donnée interne. Je peux donc, en utilisant la corrélation, estimer la donnée externe. Cette estimation sera certaine si la corrélation est absolue ($\rho^2 = 1$). Si la corrélation n'est pas absolue ($\rho^2 < 1$), j'obtiens une estimation non certaine, mais meilleure que celle fournie par un sondage qui ne serait pas confronté à la source interne, et d'autant meilleure que la corrélation est plus forte.

Panels

Un panel, c'est un échantillon dont on suit l'évolution dans le temps (une « cohorte »). La technique du panel vise à combiner les avantages du sondage (économie sur les coûts d'observation) avec le suivi des comportements permis par la présence permanente des mêmes individus dans le panel. Cette technique est donc séduisante au premier abord. Cependant sa mise en œuvre est des plus difficiles.

La difficulté vient d'une contradiction entre la permanence du panel et l'évolution des populations sondées qui se renouvellent par « naissance », « décès » et « migration » des individus : un ménage se forme, se dissout, déménage ; une entreprise se crée, fusionne, éclate, change d'activité, etc. La continuité du panel, sa représentativité, sont ainsi rompues par des évolutions de type démographique.

La représentativité de l'échantillon risque d'être altérée après quelques années, car s'il a bien été constitué au départ de façon aléatoire les « décès » ont obéi non à une loi aléatoire, mais à une loi naturelle qui ne frappe pas au hasard. Il faut renouveler l'échantillon pour introduire des représentants des « naissances » : mais ces nouveaux individus n'ont pas de passé, et il faut donc les ignorer dans les calculs d'évolution. Les pondérations à accorder aux individus doivent varier dans le temps, pour donner une image fidèle de la proportion des diverses strates : mais des pondérations variables peuvent avoir des effets surprenants pour l'intuition.

Autres sources

On trouve des bases de données sur le marché. Certaines contiennent des informations utiles pour compléter les données internes, et permettent d'éviter la dépense d'une enquête.

Il faut distinguer parmi ces sources celles qui permettent d'identifier l'individu, et autorisent donc une fusion de fichier puis des calculs de corrélation, et celles qui ne fournissent que des totaux sur des sous-populations, et ne sont utilisables qu'à ce niveau agrégé. Les secondes sont potentiellement moins riches et moins utiles. Les contraintes imposées par la CNIL peuvent parfois obliger à dégrader une source : elle pourrait donner des informations individuelles, mais on s'interdit de les utiliser et on ne peut se servir que des données agrégées.

La politique d'achat en matière de sources externes requiert une expertise précise. Elle doit être attentive :

- au niveau d'agrégation auquel il est possible de fusionner la source externe et la source interne,
- au prix, comparé à celui d'un sondage procurant une information analogue,
- au prix, comparé à l'utilité du complément d'information par rapport aux sources internes.

Délimitation des domaines de l'exhaustif et du sondage

Nous avons distingué ci-dessus les calculs qui permettent d'évaluer des totaux (ou des moyennes) et ceux qui permettent d'estimer des corrélations.

Si l'on utilise le langage de la mathématique, on distingue parmi les mesures associées aux variables les « moments d'ordre un » (moyennes, totaux) et les « moments d'ordre deux » (variance, corrélation).

Les moments d'ordre deux sont à l'origine des calculs économétriques, des modèles, et de la segmentation qui implique une analyse de la variance.

L'exigence de précision concernant les moments d'ordre un est souvent élevée et leur calcul est simple (il suppose une addition). Le calcul des moments d'ordre deux est plus lourd, et l'exigence de précision est moins élevée : en matière de variance ou de corrélation, on se contente souvent d'une estimation.

Ainsi, dans les cas où l'on dispose d'une grande source exhaustive, on utilisera cette source pour calculer moyennes et totaux, et on utilisera un sondage interne à cette source pour calculer variances et corrélations. Le sondage est également utile pour estimer les moments d'ordre un et deux des variables non comprises dans la source exhaustive.

Ceci permet de voir clairement le domaine de validité des sondages : ils sont précieux pour les travaux économétriques ou de modélisation, pour la segmentation, pour étudier les corrélations entre variables internes et variables externes (par exemple entre facture et opinion).

Vérification

Avant d'exploiter une source statistique, il faut la vérifier. La vérification porte sur chaque enregistrement individuel. On distingue vérification logique et vérification sémantique. La vérification logique est simple : il s'agit de voir si le questionnaire est complet, si les codes ont des valeurs admissibles, si les totalisations tombent d'aplomb, si tel ou tel taux est juste (TVA, taux de change etc.). La vérification sémantique est plus subtile, car elle porte sur la vraisemblance des informations ou des ratios, comparés par exemple à leur distribution dans l'ensemble de la population.

L'idéal est de faire ces vérifications au moment de la saisie : on peut alors éditer des messages d'erreur ou d'anomalie, et la personne chargée de la saisie effectue les corrections sur

le champ. S'il s'agit d'une source obtenue après saisie, il est indispensable de la soumettre à un programme de vérification avant de l'exploiter.

Exploitation

Exploiter une source statistique (fichier ou enquête), c'est définir la liste des tableaux qui seront produits pour présenter les résultats, puis programmer et faire réaliser par l'ordinateur les opérations nécessaires pour les obtenir.

Les résultats se présentent sous forme de tableaux, obtenus en faisant des tris dans la population considérée, puis des totalisations. Si l'enquête a été réalisée par sondage, chaque réponse doit avant d'être additionnée aux autres être pondérée par l'inverse du taux de sondage dans la strate à laquelle appartient l'individu. Le calcul de cette pondération peut être délicat : dans un panel, par exemple, la représentativité d'un même individu peut varier dans le temps, et il faut faire évoluer sa pondération.

Toujours dans le cas des sondages, le calcul des intervalles de confiance nécessite le recours à des formules un peu complexes. Si l'on considère une évolution dans le temps, il faut savoir distinguer dans les résultats ce qui revient à l'évolution à population constante (suivi de « cohortes », panel « cylindré ») et ce qui revient à la démographie (« mort », « naissance » et « migration » d'individus). Cette distinction est importante dans les statistiques d'entreprise ; la présentation des résultats en est inévitablement alourdie, leur interprétation n'est pas aisée.

L'utilisation de pondérations variables peut avoir des effets surprenants : il peut ainsi arriver que le taux de croissance de la moyenne de deux variables ne soit pas contenu dans l'intervalle des taux de croissance de ces variables (effet

de structure). Cet effet est notoire dans les indices de prix, qui sont des indices de Paasche à pondération variable.

Il est souhaitable d'établir le programme d'exploitation au moment même où l'on définit le programme d'enquête, le dessin du questionnaire etc. : on s'assure ainsi que l'on dispose bien de toutes les données dont on aura besoin, et que la collecte n'est pas excessivement riche. Il est vrai que trop souvent les statisticiens ne respectent pas cette règle, et construisent le programme d'exploitation à chaud, alors même qu'ils croulent sous les questionnaires et vérifications. . .

Fusion de fichiers

La fusion de fichiers est l'une des opérations les plus puissantes de la statistique. Supposons que l'on ait fait deux enquêtes sur une même population, et que l'on ait observé la variable X (n modalités) dans l'une, la variable Y (m modalités) dans l'autre. Fusionner les fichiers revient à constituer un nouveau fichier, indiquant pour chaque individu les valeurs des variables X et Y . Ainsi on peut calculer leur corrélation, et établir le tableau qui les croise (nm modalités) : on peut donc dire de façon très exacte que la fusion de fichiers *multiplie* les possibilités d'exploitation.

La CNIL est souvent hostile aux fusions de fichiers, car cette technique puissante permet de recouper sur un même individu des informations d'origines diverses qui n'avaient pas été collectées dans ce but. Il est vrai que la fusion de fichiers, surtout lorsqu'elle est associée à des techniques d'analyse discriminante (« scoring »), risque de donner trop de puissance à des démarches indiscrètes ou malveillantes. Les contraintes déontologiques doivent être ici particulièrement strictes.

La fusion de fichier est d'ailleurs une technique délicate, car les fichiers sont souvent incomplets, et les identifiants

souvent mal contrôlés. En outre la fusion est l'occasion d'une vérification. On procède par étapes : « mise en forme », « interclassements », « appariements », « réintroduction d'unités absentes », « confrontations », « mise à niveau des données ». Ces opérations sont coûteuses, lourdes, et demandent un savoir faire spécialisé.

Séries chronologiques

Il est utile, dans un environnement concurrentiel, de percevoir rapidement les réactions du marché, et d'interpréter les inflexions de ses tendances. Il faut pour cela (a) disposer de séries chronologiques de bonne qualité, (b) traiter ces séries de façon à faire apparaître la tendance instantanée.

L'exigence est analogue si l'on entend procéder à des expérimentations : il faut disposer d'une mesure d'assez bonne qualité pour pouvoir évaluer les effets d'une nouvelle tarification, d'une nouvelle offre que l'on teste sur un échantillon de clients.

Qualité des séries chronologiques

Une mesure est exacte si elle est adéquate au concept que l'on entend mesurer. Ainsi, additionner les factures émises pendant un mois n'est pas adéquat pour mesurer la valeur de la production de ce mois, puisque certaines de ces factures peuvent correspondre à la production des mois précédents, et qu'une partie de la production du mois considéré sera facturée plus tard. Évaluer les dépenses d'un mois en considérant les factures reçues le 10 du mois suivant n'est pas adéquat non plus, pour des raisons analogues.

Les montants des factures émises ou reçues ont la faveur des comptables, parce qu'il s'agit de données *précises*. Le problème, c'est qu'elle n'ont pas de valeur économique. L'économiste veut avoir une estimation sans biais de la pro-

duction du mois, ou des dépenses du mois. Il accepte ainsi une perte en précision pour obtenir un gain en exactitude, au sens que nous avons donné ci-dessus à ce terme.

Autre exemple : les balances comptables mensuelles visent non à donner une estimation des données du mois, mais à faire progresser tout au long de l'année le classement des enregistrements comptables, de façon à faciliter l'arrêté des comptes en fin d'année. Les données mensuelles ainsi inscrites ne sont pas révisées par la suite, et la donnée relative au mois m est la somme de ce que l'on connaît sur le mois m vers le 10 du mois $m + 1$, plus la somme des corrections et compléments apportés aux données des mois antérieurs : il s'agit en fait plus de la mise à jour partielle d'un cumul depuis le début de l'année que d'une donnée mensuelle.

« *Badger* » les données

Seules certaines données se prêtent donc à l'établissement de séries chronologiques. Il convient de distinguer les données selon l'utilisation qui peut en être faite. Il existe plusieurs façons de mesurer un effectif, un chiffre d'affaires, une production, etc. Il convient de réserver à certaines de ces mesures (si possible, une seule par concept) le badge « publiable » ; les autres porteront un badge technique : données « comptables », « de gestion », « intermédiaires de calcul » etc. En général les données publiables sont celles qui ont un contenu économique, et non celles qui sont les plus faciles à mesurer : la production d'un mois ne peut être connue qu'après des traitements délicats, alors que le montant des factures émis durant un mois (indicateur fallacieux sur le plan économique) est disponible plus vite.

Personne ne peut reprocher à un comptable de calculer le total des factures émises durant un mois, et de l'utiliser à des fins de vérification et de recoupement. Mais ce n'est

pas une donnée économique, car elle ne peut pas aider à calculer la production, la productivité, ni à estimer le résultat etc. Il y aura souvent conflit entre la donnée comptable (précise mais trompeuse) et la donnée économique (fidèle mais imprécise). Il faut savoir préférer la seconde, qui seule peut éclairer le raisonnement, et apprendre à supporter l'imprécision de l'évaluation.

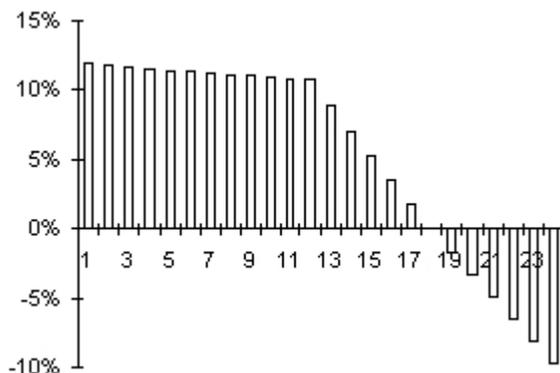
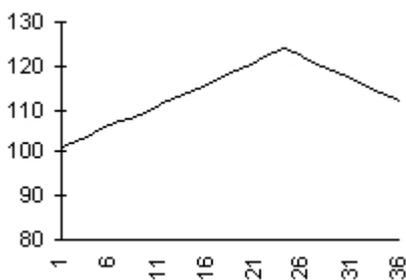
Traiter les séries chronologiques

Considérons une série mensuelle publiable. Son interprétation requiert un traitement. En effet, une mesure mensuelle est un produit $T = n * I$, où n est le nombre de jours d'activité du mois et I l'intensité de la consommation. Si l'on veut dégager cette dernière, il faut appliquer à la donnée brute une correction tenant compte du nombre de jours du mois, voire du nombre de jours ouvrables selon les secteurs économiques considérés.

Enfin les intensités elles-mêmes sont influencées (a) par le mouvement saisonnier propre au marché considéré, (b) par la tendance sous-jacente, qui seule intéresse vraiment le management. Pour détecter la tendance sous-jacente il faut éliminer le mouvement saisonnier. C'est à quoi sert la *correction des variations saisonnières*, ou CVS. (NB : voir la théorie de la CVS).

Certains jugent les CVS trop compliquées pour leur goût. Ils préfèrent les données brutes, qu'ils jugent plus « concrètes », et utilisent pour éliminer l'effet saisonnier la comparaison dite « R/R » : on compare la réalisation d'un mois à celle du mois correspondant de l'année précédente.

Cette méthode est fallacieuse. Considérons une série mensuelle observée sur trois ans, et l'évolution du rapport R/R sur les deux dernières années :



Série chronologique et rapport R/R

La série est croissante pendant les deux premières années, se retourne à la fin de la seconde année et décroît pendant la troisième année. Cependant le rapport R/R reste croissant pendant la première moitié de la troisième année, et ne se retourne qu'au milieu de cette année. Si l'on s'en fie à ce rapport, on se trompe donc pendant six mois sur le signe de l'évolution, et l'on commet une erreur de six mois sur la date du retournement.

D'une façon plus générale, l'évolution du rapport R/R résulte des deux tendances observées lors de l'année en cours

et de l'année précédente : elle mêle donc deux informations, et elle est malgré son apparente simplicité plus difficile à interpréter que celle d'une série CVS.

Utiliser les séries brutes ou le rapport R/R peut paraître rassurant à ceux qui n'ont pas de culture statistique ; mais ce confort se paie par des erreurs d'appréciation qui, de la part d'un décideur, peuvent avoir des conséquences graves.

L'empirisme débridé des calculateurs a produit d'autres méthodes plus sophistiquées, mais analogues, qui présentent les mêmes défauts que le rapport R/R ou des défauts plus graves encore : ainsi la méthode qui consiste à associer à un mois le rapport « somme des douze dernier mois, divisée par la somme des mois $n - 13$ à $n - 24$ », équivaut à la suite des opérations suivantes : - moyenne mobile sur douze mois ; - rapport R/R ; - retard de six mois.

L'empirisme, armé de l'ordinateur, peut produire une grande variété d'indicateurs synthétiques, de graphiques, qui ne veulent rien dire et sont même fallacieux. Les graphiques diffusés, étant erronés ou fallacieux, peuvent avoir une influence sur la décision. L'attachement de l'entreprise aux graphiques présentant l'évolution des rapports R/R, graphiques qui n'apportent aucune information utile et qui peuvent même tromper, est inquiétante.

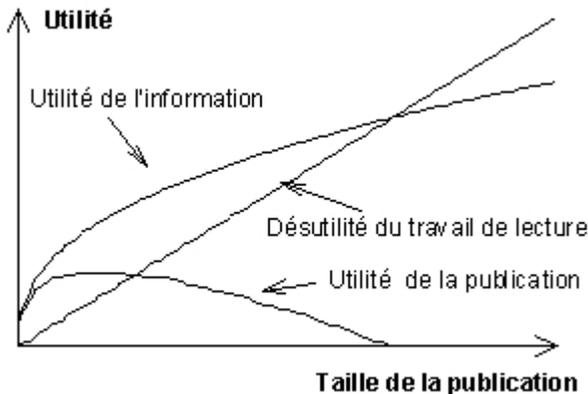
Publication

Les publications statistiques se classent en deux familles :
- les compilations qui, comme les cours de bourse, fournissent à des lecteurs habitués un grand nombre de résultats parmi lesquels ces lecteurs savent trier ce qui les intéresse ; - les tableaux de bord qui fournissent à des lecteurs *a priori* non spécialisés une information synthétique et visent à éclairer

des responsables. Les publications statistiques internes à une entreprise relèvent en majorité de cette seconde famille.

Or les exigences qu'impliquent ces deux familles sont différentes. Une compilation fournit beaucoup de nombre non commentés. Beaucoup croient qu'un tableau de bord doit se présenter de la même façon, et qu'il sera d'autant plus utile qu'il apporte plus d'informations. Ce n'est pas exact.

Pour chaque lecteur d'un tableau de bord, on peut en effet considérer l'indicateur le plus intéressant, puis le second etc. L'utilité totale en fonction du nombre d'indicateurs est représentée par une courbe dont la concavité est tournée vers le bas (graphique 2). Par ailleurs, l'effort demandé par la lecture d'une publication est à peu près proportionnel à la taille de celle-ci. Il en résulte que l'utilité de la publication, différence entre l'utilité des indicateurs et l'effort de lecture, passe par un maximum pour un nombre d'indicateurs donné, puis décroît et peut même devenir négative.



L'utilité en fonction de la taille d'une publication

Un tableau de bord doit donc être sélectif, sobre, visuel et commenté :

- *sélectif* : retenir d’abord les indicateurs les plus intéressants ;
- *sobre* : ne publier que le nombre d’indicateurs correspondant au maximum d’utilité pour le lecteur ;
- *visuel* : la visualisation graphique est indispensable, car les nombres sont difficiles à lire ;
- *commenté* : les commentaires facilitent la compréhension des graphiques, en communiquant au lecteur les raisonnements de bon sens dont le statisticien se sert lui-même, ou des indications sur le contexte qui permettent d’interpréter les données.

Il est difficile de respecter ces exigences simples. Il est pénible pour un statisticien de limiter la taille de sa publication, car les indicateurs qu’il a produit lui semblent tous intéressants. Les représentations graphiques sont diverses, et le choix entre courbes, histogrammes, fromages, ainsi qu’entre diverses échelles est délicat. Enfin la rédaction du commentaire est embarrassante : la gamme est large de la paraphrase des nombres à l’explication qui nécessite de les confronter à une théorie ; le rédacteur a peur d’être banal, d’en dire trop, de prendre le risque d’exprimer une opinion qui peut être discutée.

La plupart des publications statistiques et tableaux de bord ne respectent donc pas ces exigences. On rencontre souvent un empilement de nombres, des graphiques absents ou mal choisis, des commentaires absents ou réduits à un charabia technique, faisant souvent la part belle à des subtilités comptables sans signification économique. Rien de tout cela ne peut servir à un décideur.

Modélisation et études

Les trois techniques essentielles utilisées pour interpréter les données sont l'analyse des données, l'économétrie, et la classification (ou segmentation).

L'analyse des données

L'analyse des données formalise les techniques de statistique descriptive (analyse factorielle des correspondances, analyse en composantes principales, analyse discriminante, etc.). Elle considère uniquement les relations algébriques entre données et ne suppose aucune hypothèse explicative a priori. C'est un instrument d'exploration qui suscite des questions et aide à détecter des phénomènes, ainsi qu'à les décrire et les visualiser, mais ne vise pas à les expliquer.

L'analyse des données est une bonne méthode lorsque l'on doit aborder un gros corpus de données sur lequel on n'a pas d'idées *a priori*, et que l'on veut l'explorer rapidement. Pour traiter les questions que suscite cette exploration et les confronter à des schémas explicatifs, il faut recourir à d'autres méthodes.

Segmentation

La segmentation, ou encore classification, est l'opération par laquelle on définit des classes (segments) dans lesquelles on range les individus appartenant à une population. La construction d'une segmentation suppose des choix : sur une population donnée, plusieurs segmentations sont logiquement possibles. Il importe donc de savoir à quelles fins on construit une segmentation, et de s'assurer que les choix sur lesquels elle repose sont adéquats à ces fins.

Toute action suppose une segmentation, car un cas particulier ne peut être traité que si l'on sait le ranger dans une classe : par l'observation des symptômes, le médecin range un patient dans une classe (la maladie), ce qui lui permet d'établir sa prescription. De même, par l'observation des variables relatives à un client, le commercial classe celui-ci dans un segment, ce qui lui permet d'appliquer le traitement personnalisé convenable. Observons en effet que personnaliser la démarche commerciale, ce n'est pas traiter un client selon les caractéristiques ineffables de son individualité, mais l'affecter à une classe pour laquelle une démarche a été définie *a priori*.

On distingue deux types de segmentation dont les utilisations sont différentes : la segmentation *a priori* comporte peu de classes (quelques dizaines au plus) et repose sur des critères faciles à observer ; la segmentation *a posteriori* résulte d'une utilisation poussée de la statistique, et fournit un grand nombre de classes.

Segmentation a priori

La segmentation *a priori* fournit à l'entreprise un langage et des points de repère. Les classes du découpage, leurs dénominations, deviennent des concepts sur lesquels se construisent raisonnement et communication. Des statistiques agrégées, calculées sur chaque classe par totalisation, permettent de la caractériser.

Segmentation a posteriori

La segmentation *a posteriori* résulte d'une utilisation extensive des bases de données individuelles. En les soumettant à des démarches d'analyse des données, elle délimite quelques centaines de classes. Il ne s'agit donc plus ici de fournir au raisonnement un outil conceptuel, mais de repérer des « niches » sur lesquelles peuvent être engagées des

actions spécifiques, et que la segmentation *a priori* n'aurait pas permis de repérer.

Qualité de la segmentation

La segmentation structure souvent l'organisation. En effet des entités spécialisées sont créées dans l'organigramme pour assurer chacune la relation commerciale avec une classe. Dès lors la segmentation prend une existence institutionnelle qui peut masquer ses origines et les choix sur lesquels elle est fondée. Il est important de relativiser ces choix pour éviter que la segmentation ne se fossilise.

Par ailleurs la finalité de la segmentation doit être prise en compte lors de sa définition. Fonder une segmentation sur des critères relatifs à la relation entre l'entreprise et le client serait au rebours des besoins de la modélisation (cf. encadré).

Les besoins de la modélisation

Un modèle qui vise à expliquer la consommation d'un client, et à révéler un potentiel, doit distinguer :

- les variables exogènes qui décrivent le contexte (dans le cas d'une entreprise : activité, taille, localisation, chiffre d'affaires etc.) ;

- les variables endogènes qui décrivent la consommation et sont modélisées en considérant les exogènes comme des variables explicatives. Il est ensuite intéressant de comparer la consommation effective à la valeur estimée par le modèle pour détecter et interpréter les écarts (sur- ou sous-consommation).

Il importe donc de privilégier les variables exogènes pour définir une segmentation sur laquelle un modèle pourra ensuite s'appuyer. Une segmentation fondée sur la consommation ne peut pas servir à cette fin, puisqu'elle prend comme

variables d'entrée celles que la modélisation doit justement expliquer.

Exemple : si on a défini les classes en fonction du volume consommé (gros consommateurs, petits consommateurs etc.), la réussite d'une politique commerciale portant sur les petits consommateurs aura pour effet de vider cette classe au bénéfice de la classe des gros consommateurs, donc éventuellement de diminuer sa consommation totale !

L'économétrie

(NB : voir les éléments de théorie de l'économétrie).

L'interprétation des statistiques, comme celle de toute observation, réclame une confrontation avec un modèle théorique, qui outre le découpage conceptuel propre à la description postule des relations fonctionnelles entre les données observées. Ainsi la statistique fournira la mesure du revenu R et de la consommation C , mais c'est la théorie qui fournira l'hypothèse d'une relation fonctionnelle (comportant éventuellement un aléa) du type $C = f(R)$.

Parfois, la théorie est simple, et il est inutile de l'expliciter : on a alors l'impression que les données parlent d'elles-mêmes. Souvent par contre il est nécessaire pour faire parler les données de se référer à une toile de fond théorique. Il est alors commode de formuler la théorie sous la forme d'une équation qui permet d'expliquer une donnée à partir des autres et comporte un terme aléatoire, par exemple : $Y_t = a + bPIB_t + cIPI_t + dEMP_t + eCONS_t + fP_t + \epsilon_t$ où :

- a, b, c, d, e, f sont des coefficients,

- Y est le taux de croissance annuel du marché considéré (indexé par le temps t),

– les autres variables désignent sous des notations évidentes les taux de croissance du PIB, de la production industrielle, du prix relatif du produit étudié, de l'emploi et de la consommation,

– ϵ_t est assimilé à un bruit blanc.

Les techniques de l'économétrie permettent d'estimer les valeurs les plus plausibles des coefficients. Ici, le coefficient f est l'élasticité de la consommation au prix, le coefficient a est le taux de croissance tendanciel, etc. Ces techniques comportent également des tests qui permettent de vérifier que les données constatées n'invalident pas la spécification de l'équation.

Les économètres testent plusieurs spécifications avant d'en retenir une qui soit à la fois féconde sur le plan théorique, et acceptable du point de vue des tests statistiques.

Il est possible de lier par de telles équations les données qui décrivent un domaine de l'économie : on aura alors construit un modèle économétrique. On distingue parmi les données les « variables exogènes », paramètres fournis en entrée au modèle, et les « variables endogènes », qui résultent du calcul. Par exemple, dans le cas de l'équation ci-dessus qui constitue un modèle simple, on peut considérer Y comme une endogène, « expliquée » par les variables situées dans le terme de droite de l'équation.

L'économètre est parfois tenté de travailler de façon purement statistique, sans référence aucune à une théorie. Il risque alors de donner foi à des corrélations constatées dans le passé, mais qui sont accidentelles et n'ont donc aucune valeur prédictive. Le surdimensionnement de la flotte navale américaine s'expliquerait par une erreur de ce type.

Lorsqu'il est bien fait, le travail de l'économètre est technique, long et compliqué. Il lui est difficile de communiquer à

un non expert les raisonnements qu'il a faits pour sélectionner les spécifications. En outre la seule autorité des résultats qu'il obtient, c'est de ne pas avoir été rejetés par les tests lors de la confrontation avec les données observées.

Certains tirent parti de cette difficulté de communication et de cette autorité limitée pour révoquer en doute les résultats de l'économétrie, et leur préférer d'autres hypothèses qui sans doute ne résisteraient pas à la confrontation avec les données, mais correspondent mieux à leurs préjugés, et qu'ils ne se soucient d'ailleurs pas de soumettre à des tests.

Il n'est pas facile pour un dirigeant d'entreprise d'utiliser convenablement les résultats de l'économétrie, car cela demande savoir-faire et expérience. Il est certain en tout cas qu'un dirigeant fait prendre un risque à son entreprise lorsqu'il tourne le dos à ces résultats pour se fier à des affirmations plus séduisantes, mais qui leur sont contraires.

Les prévisions

Si l'on dispose de prévisions sur les exogènes, on peut en faisant tourner le modèle sur ces valeurs prévisionnelles en déduire une prévision des endogènes. La qualité de cette prévision dépendra de celle des exogènes, mais aussi de la validité du modèle en dehors de l'intervalle de temps sur lequel il est étalonné. Il est utile, pour vérifier ce dernier point, d'étalonner une même équation sur des intervalles de temps différents, et de comparer les estimations des coefficients ainsi obtenues.

Il n'est pas toujours possible de disposer de prévisions sur les exogènes : on dit alors que ce sont des variables explicatives, mais non prédictives. Pour produire un modèle prévisionnel, il faut limiter les spécifications en ne retenant comme exogènes que des variables prédictives.

L'information prévisionnelle est plus précieuse que l'information sur le passé proche : on ne peut rien faire pour corriger le passé, alors que l'on peut réagir si la prévision montre que l'on est devant un obstacle.

Le mot prévision est à comprendre ici en un sens technique précis.

Si vous conduisez une automobile la nuit, les phares portent droit devant vous et indiquent les tournants de la route et les obstacles. Vous manœuvrez de façon à prendre le virage, éviter l'obstacle etc., et sortez donc de la trajectoire que les phares avaient indiquée. Vous n'accusez pas pour autant les phares d'avoir donné des indications erronées.

De même, les prévisions que l'on obtient par l'économétrie, tendancielle en tout ou partie (les exogènes prédictives sont souvent obtenues par extrapolation), montrent des obstacles que le pilotage de l'entreprise s'emploiera à éviter. Les réactions que suscite la prévision font donc - heureusement - que la prévision ne se réalise pas. Mais, si l'on ne comprend pas que la prévision économétrique est analogue aux phares d'une automobile, on croit que le prévisionniste a eu tort.

Il ne faut pas s'étonner si l'expert garde alors pour lui ses prévisions. Il ne les communique, avec prudence, que si elles lui montrent un obstacle qu'il estime vraiment dangereux pour l'entreprise.

Nota bene : le mot « prévision » reçoit parfois un sens différent de celui que nous avons indiqué ici : il désigne des données établies afin de mensualiser la présentation du budget. La finalité politique du budget - que nous ne remettons pas en cause, mais que nous distinguons d'une finalité économique - donne à ces « prévisions » un caractère hautement conventionnel. Ce sont elles qui sont considérées lorsque l'on calcule des rapports R/P (réalisation/prévision) dans la

présentation des statistiques, rapports qui n'ont guère plus d'utilité pour évaluer la tendance que les rapports R/R que nous avons évoqués.

Il est utile ici de regrouper diverses remarques concernant les statistiques commerciales :

- les experts disposent d'estimateurs sans biais, de séries corrigées de variations saisonnières et interprétables, d'analyses économétriques, de prévisions tendanciennes sur les six mois à venir ;

- l'entreprise leur réclame, et obtient, des données biaisées, présentées sous la forme de rapports R/R ou R/P, accompagnées de lourds commentaires comptables et sans prévisions autres que budgétaires et donc conventionnelles ;

- les données utilisées par l'entreprise sont fallacieuses et peuvent donc conduire à des interprétations et décisions erronées ;

- l'utilisation de données économiques de qualité suppose un changement de l'attitude de l'entreprise vis-à-vis des données et des experts.

Points divers importants

Difficultés propres à la statistique des entreprises

Une population se prête à la statistique :

- si elle est assez nombreuse pour que l'on puisse estimer les moyennes, totaux, dispersions et corrélations des variables qui la décrivent, la classer en segments et procéder aux mêmes estimations sur les segments ;

- si elle est assez stable dans le temps pour que l'on puisse étudier l'évolution des variables ci-dessus.

Les populations des ménages et petites entreprises répondent à ces exigences. Cela ne veut pas dire qu'elles soient homogènes : elles sont au contraire très diversifiées. Mais ces populations sont assez nombreuses pour que l'on puisse les segmenter, réduire leur diversité à des différences entre classes, et en rendre compte à la fois en description instantanée et en évolution.

La situation n'est pas la même en ce qui concerne les grandes entreprises. La population est alors peu nombreuse ; bien qu'exhaustive, elle a les caractéristiques d'un petit échantillon qui serait tiré dans une population infinie, celle des « entreprises possibles », population purement idéale et donc hors d'atteinte par l'observation. Si cet « échantillon exhaustif » est de taille trop petite, les moyennes, totaux etc. que l'on peut en tirer ont une valeur purement descriptive, mais ne se prêtent ni à l'analyse économétrique, ni aux calculs prévisionnels.

C'est flagrant en ce qui concerne les grandes entreprises. Saint-Gobain, Rhône-Poulenc, Bouygues, la Lyonnaise des Eaux, EDF sont des entreprises qui ont une forte individualité et qu'il convient d'étudier en tant qu'individus, même si on les compare à leurs concurrents dans certains domaines. France Télécom, Air France, la Société Générale peuvent être situées chacune sur la toile de fond d'un secteur (opérateurs télécoms, transport aérien, banque), mais présentent aussi chacune des particularités uniques et importantes.

Bref : les entreprises, surtout les grandes entreprises, constituent une population qui ne se prête pas ou mal à la description statistique. *Les mesures que l'on peut faire sur ces populations, même parfaitement précises, sont à considérer sur le plan du raisonnement comme des estimations de faible qualité.*

Cela ne veut pas dire que l'on ne puisse rien tirer des données relatives aux grandes entreprises, mais qu'on est plutôt avec elles dans le domaine de la *monographie* que de la statistique.

Portée et limites de la monographie

Une monographie, c'est une étude qui ne concerne qu'un individu, que l'on considère sous divers aspects entre lesquels on cherche à établir des relations. L'approche monographique est utile en statistique, car elle permet par une démarche purement descriptive de préparer le cadre conceptuel de l'observation d'un domaine nouveau. Mais elle est aussi dangereuse, car l'on est souvent tenté de donner à une monographie une portée excessive, en généralisant indûment ses enseignements (c'est un travers fréquent).

Bref : la monographie est à considérer comme une étape préliminaire du travail statistique ; dans certains domaines comme celui des grandes entreprises on doit en rester à cette étape, et interpréter les résultats qu'elle fournit en se gardant de les généraliser. On peut d'ailleurs, en compilant les monographies d'entreprises d'un même secteur, dégager des ratios et moyennes qui, même incertains, donnent des points de repères utiles.

Connaissance d'un marché concurrentiel

L'effet immédiatement visible de la concurrence, c'est la perte de chiffre d'affaires qu'elle induit. Mais il en est un autre, plus insidieux et peut-être plus grave à terme pour une entreprise qui exploite un réseau : l'incertitude sur la demande future est accrue, car d'une part la connaissance de la demande adressée aux concurrents est imparfaite, d'autre

part le choix des clients entre offres concurrentes comporte un aléa qui n'existait pas auparavant. Or, si l'on suit le raisonnement qui fonde les règles de dimensionnement, on voit qu'un accroissement de l'incertitude sur la demande provoque toutes choses égales d'ailleurs un accroissement du coût du réseau. *Maintenir la qualité de la connaissance de la demande par delà les obstacles que l'arrivée de la concurrence élève devant cette connaissance est un enjeu important.*

Pour connaître le marché des concurrents, trois voies se présentent : soit il existe sur ce marché des intermédiaires auxquels on peut acheter l'information (c'est ce que font les transporteurs aériens), soit on passe un accord d'échange d'information avec les concurrents, soit ... on utilise les techniques du renseignement en assumant les risques qu'elles comportent.

Domaines connexes à la statistique : comptabilité et mesure des coûts

La qualité de la comptabilité et de l'évaluation des coûts de production est d'autant meilleure que les méthodes utilisées sont plus proches de celles de la statistique (mot que nous utilisons pour désigner les données propres à alimenter un raisonnement économique). Ainsi, une provision comptable correcte est une estimation sans biais de l'écart entre données connues et données réelles, etc. Cependant le langage de la comptabilité, héritier d'une longue tradition, n'est pas identique à celui de la statistique.

Nous allons regrouper ici des remarques déjà énoncées de façon éparsée ci-dessus. Pour éviter tout malentendu, disons clairement que nous considérons les approches comptables et statistiques comme *également légitimes*, chacune dans son

ordre. Les difficultés viennent de ce que l'on confond souvent ces deux approches, et que l'on utilise indûment des données comptables à des fins statistiques.

Une entreprise doit savoir être polyglotte en matière de données : elle doit savoir parler le langage de la comptabilité avec ses actionnaires, ses créanciers, l'administration fiscale etc., et le langage de la statistique (qui sera souvent purement interne) pour interpréter sa situation économique et préciser sa démarche marketing. Bien souvent les managers refusent cette complexité, qu'ils jugent superflue. Et comme les données comptables sont nécessairement établies à des fins réglementaires, elles s'imposent au delà de leur cercle de validité, comme si elles fournissaient une représentation économique correcte de l'entreprise.

Statistique et comptabilité

La comptabilité est essentiellement une méthode de classement, permettant de dégager des soldes et des totaux utiles pour la gestion de l'entreprise ainsi que pour la fiscalité.

Statistique et comptabilité produisent toutes deux de l'information, et partagent certaines méthodes (découpage conceptuel, classement etc.). Cependant elles diffèrent sur des points essentiels. Il serait donc erroné de vouloir supprimer à toute force les écarts entre données statistiques et données comptables, car cela reviendrait à « caler la statistique sur la comptabilité », donc à altérer la qualité de la statistique.

La comptabilité procède par classement des recettes et dépenses attestées par des documents, des « effets de commerce ». Elle est maladroite lorsqu'il s'agit de procéder à des estimations qui ne sont pas fondées sur de tels documents, et applique en outre un « principe de prudence » qui biaise les évaluations.

Balances mensuelles

L'exercice comptable a le plus souvent une durée annuelle. C'est à la fin de l'exercice que l'on « arrête » les comptes, opération coûteuse qu'il n'est pas souhaitable de renouveler souvent. Les balances mensuelles n'ont pas pour but premier de fournir une évaluation mensuelle de l'activité de l'entreprise, mais de faire progresser le classement comptable tout au long de l'exercice.

Les données comptables relatives au mois m recouvrent ainsi les comptes relatifs à ce mois, selon l'image qu'en donnent les pièces disponibles au moment de sa clôture, additionnés à la somme des corrections apportées aux comptes des mois précédents en classant les pièces relatives à ces mois mais parvenues après la clôture du compte du mois m ¹.

Il en résulte que les données mensuelles fournies par la comptabilité ne constituent pas de véritables séries chronologiques, et sont impropres à l'analyse des tendances (sauf toutefois si les provisions font l'objet d'un calcul rigoureux, ce qui est rarement le cas).

Exactitude et précision

Le comptable équilibre les comptes au centime près, car l'expérience lui a montré qu'un petit écart pouvait être l'indice d'une importante erreur de classement. Les procédures d'estimation, qui rendent la mesure imprécise (« intervalle de confiance »), ne lui conviennent donc pas.

À la précision, le statisticien préfère l'exactitude. Si le comptable évalue les dépenses du mois m en se fondant sur les factures reçues à la clôture du compte mensuel, le statisticien complète cette évaluation en estimant le montant des factures qui restent à recevoir. Alors que le comptable classe des montants figurant dans les documents disponibles, le sta-

tisticien complète cette information en estimant les montants qui figureront dans des documents que l'on n'a pas encore.

Dans le meilleur des cas, le comptable estime les informations manquantes en évaluant des « provisions », calculées à partir de données observables, souvent physiques, corrélées avec les données comptables. Si le calcul des provisions est bien fait, ce qui est rare, il équivaut à une estimation statistique.

Principe de prudence

Une estimation statistique doit avant tout être « sans biais », c'est-à-dire telle que si elle peut s'écarter sur un cas particulier de la valeur vraie connue *a posteriori*, sur un grand nombre de cas la somme des estimations sera proche de la somme des valeurs vraies (« loi des grands nombres »).

Pour un comptable, l'écart entre évaluation et valeur vraie n'a pas les mêmes conséquences selon qu'il induit un excès d'optimisme ou de pessimisme : le principe de prudence veut que l'on estime la valeur des stocks au coût de production, non au prix de vente ; que l'on estime la valeur d'un actif à son coût d'acquisition (diminué de l'amortissement), non au cours du jour. Les plus-values latentes ne sont pas comptabilisées dans l'actif. Le comptable estime qu'il faut surtout éviter l'excès d'optimisme, jugé plus dangereux que l'excès de pessimisme.

Il en résulte que lors d'une cession ou d'une fusion de l'entreprise, le calcul de l'actif net (mesure comptable de la valeur de l'entreprise) doit être complété par une expertise afin de réévaluer les actifs. L'écart entre les valeurs ainsi établies et la valorisation comptable peut être important, notamment en ce qui concerne les actifs immatériels (valeur du réseau commercial, du savoir faire, de la marque etc.).

Risques de la comptabilité analytique

La comptabilité analytique vise à fournir aux responsables d'unités décentralisées le moyen de calculer le résultat de leur activité, tout en permettant de calculer le coût de production des divers produits de l'entreprise. Elle implique que des prix de cession interne soient associés aux biens que l'entreprise produit pour sa propre consommation.

Il importe que les « signaux prix » qui sont ainsi envoyés aux responsables opérationnels soient exacts, en ce sens qu'ils induisent des comportements favorables à l'entreprise considérée dans son ensemble. Cette définition de l'exactitude peut guider, mieux qu'un prétendu « réalisme » des coûts, le choix des conventions qui permettent le calcul des prix de cession interne. Ces prix doivent être déterminés par arbitrage, et non par négociation : sinon le risque est fort que l'énergie des responsables soit accaparée par des négociations qui n'apportent rien à l'entreprise, au détriment du temps qu'ils doivent consacrer aux clients et à la conquête des marchés.

L'organisation d'une entreprise est souvent représentée par un organigramme hiérarchique. On est alors tenté d'imposer à la comptabilité analytique la même présentation : les comptes d'une entité de niveau n doivent s'obtenir par addition des comptes des entités de niveau $n - 1$, etc. Il en résulte une simplicité reposante pour l'esprit, mais qui nécessite des conventions pour « ventiler » entre entités de niveau $n - 1$ des dépenses engendrées par le fonctionnement des entités de niveau n et au dessus. Les comptes de chaque entité opérationnelle sont alors lestés de « frais généraux », « frais de siège » et autres, sur lesquels les décisions du responsable opérationnel n'ont aucun effet.

Aucune logique indiscutable ne préside à ces ventilations qui comportent toujours une part d'arbitraire. Il est tentant pour un responsable opérationnel, s'il se sent en position

de force, de chercher à obtenir une convention qui lui soit favorable. Les discussions, contestations et négociations sont sans fin, et constituent une déperdition d'énergie ruineuse. La meilleure solution, c'est en fait de demander à chaque entité de dégager une marge - différence entre les dépenses et recettes qui lui sont directement imputables -, la marge de niveau n étant la somme des marges du niveau $n-1$ diminuée des dépenses induites par le niveau n lui-même. Cependant cette solution est jugée parfois trop compliquée...

Mesure des coûts

La mesure des coûts de production est l'un des objectifs les plus délicats de l'économie de l'entreprise, qu'il s'agisse des coûts destinés à fonder les prix de vente à des clients ou des « prix d'ordre » utilisés pour les cessions internes à l'entreprise.

Les ingénieurs s'imaginent souvent que le coût de production d'un bien est une donnée aussi « réelle » que son poids. Or il n'en est rien. La définition du coût dépend du point de vue sous lequel on considère ce bien. Le « réalisme » de la mesure du coût est une illusion dangereuse.

Prenons l'exemple du réseau télécom. Il est dimensionné pour acheminer le trafic de l'heure de pointe avec un taux de perte des appels socialement acceptable. Son coût est donc fonction de la définition de l'heure de pointe, de l'estimation du trafic anticipé pendant l'heure de pointe, du taux de perte accepté, et du coût des unités d'œuvre utilisées pour le construire. Le coût d'une communication en dehors de l'heure de pointe est nul, puisque le trafic induit par cette communication n'entre pas dans la fonction de coût du réseau. Par contre le coût d'une communication pendant l'heure de pointe est élevé.

Il s'agit donc d'un coût conventionnel, qui dépend de la définition de l'heure de pointe et du taux de perte. Ajoutons que ce coût se décompose entre raccordement de l'abonné, utilisation des ressources de calcul et de mémoire des commutateurs, et équipements de transmission.

La répartition du coût entre abonnés suppose des péréquations que l'on peut pousser plus ou moins loin, selon que l'on tient compte ou non de la distance de l'abonné à son commutateur de rattachement (qui détermine le coût de son raccordement), de la densité de la zone à laquelle il appartient (qui détermine le coût de la ressource locale de commutation), de la nature de ses appels, etc.

Ainsi, sans aller jusqu'à dire comme Claude Riveline que « le coût d'un bien n'existe pas », il faut reconnaître que c'est une notion construite, et qui peut l'être de diverses façons selon le but que l'on se donne.

Il faut s'habituer à travailler avec des coûts de production divers : prix de cession interne visant à induire des comportements favorables à l'entreprise, coûts de production destinés aux autorités de tutelle, coûts utilisés pour la détermination des prix, etc. Les degrés de liberté que comporte les péréquations et ventilations de frais généraux doivent être ici utilisés au mieux.

Centralisation/décentralisation

L'organisation de l'observation statistique doit obéir à des impératifs contradictoires : les exigences formelles de cohérence du programme d'observation, des concepts et méthodes militent en faveur d'une centralisation ; les exigences de pertinence militent en faveur d'une décentralisation, l'adé-

quation des concepts à l'action étant plus aisée si l'on est proche de cette dernière.

L'appareil statistique public donne ici un exemple intéressant : les statistiques relatives aux entreprises sont collectées par divers ministères (ministère de l'industrie pour les entreprises industrielles, ministère de l'agriculture pour les exploitations agricoles et les industries agroalimentaires, ministère de l'équipement pour les entreprises du BTP, etc.). L'INSEE remplit par rapport à ces ministères une fonction de coordination en ce qui concerne les méthodes, et anime le conseil national de la statistique qui joue un rôle consultatif dans la détermination du programme d'observations. L'INSEE a en outre la responsabilité des travaux de synthèse : calcul de l'indice de la production industrielle et de l'indice des prix à la production, fusion de fichiers entre les données fournies par les enquêtes et les sources fiscales (déclarations BIC des entreprises), alimentation des comptes nationaux. Les questionnaires sont visés à la fois par l'INSEE et par le ministère qui réalise l'enquête. L'« enquête annuelle d'entreprise » est réalisée sous une forme analogue par divers ministères. L'ensemble des sources relatives aux entreprises est organisé au sein d'un « système de statistiques d'entreprises ».

La collecte doit être proche du terrain pour être pertinente et acceptable par ses utilisateurs. Les méthodes doivent être cohérentes, et une coordination est nécessaire.

Cependant articuler décentralisation de la collecte et coordination des méthodes ne va pas de soi. L'un des premiers soucis des entités soumises à une coordination, c'est d'échapper à l'autorité du coordinateur. Elles la contestent en faisant état de leur expérience du terrain, qu'elles seraient seules à connaître à fond, des difficultés pratiques, qu'elles seraient seules à supporter, et qualifient volontiers les exigences de la coordination de « théoriques », terme auquel elles donnent

un acception péjorative. La légitimité des coordinateurs sera toujours contestée. Pour équilibrer ces tendances centrifuges, il importe donc de confier la coordination à des personnes aux compétences indiscutables et qui ont acquis sur le terrain une expérience reconnue.

L'équilibre entre des exigences centrifuges et centripètes se gère dans la durée : imaginer qu'on puisse l'obtenir d'un coup, par le moyen de dispositions judicieuses, serait une illusion. Par contre il importe de rendre cette gestion *possible*.

Les besoins d'information

Les besoins d'information d'une entreprise concernent essentiellement le marché, qu'il s'agisse de la demande ou de l'offre concurrente. La connaissance du marché suppose qu'on le découpe en segments, de façon à évaluer les forces et faiblesses de l'entreprise sur chaque segment. Puis il faut pouvoir positionner l'entreprise par rapport à ses concurrents. Cela suppose que l'on connaisse le marché de chacun de ces concurrents.

L'objet de ces observations est de définir des priorités pour les forces de vente, d'évaluer l'effet des actions marketing et commerciales, enfin d'alimenter le plan à moyen terme.

Les informations doivent être disponibles par produit, secteur et zone géographique. Elles doivent permettre aux entités de se comparer à la moyenne et de négocier leurs objectifs.

Elles concernent le chiffre d'affaires par segment, les consommations en volume, enfin les parts de marché par rapport à la concurrence.

Il faut disposer d'outils facilitant à partir des bases de données les extractions, tris et regroupements, la production de tableaux statistiques et les présentations graphiques. Il faut pouvoir connaître les marges d'erreur autour des évaluations dans le cas des sondages et panels. Le partage de l'information suppose une gestion des droits d'accès et de la confidentialité, impliquant la mise en place de fonctions d'administrateur des bases de données.

Besoins en études

Esquissons ici ce que pourrait être le programme d'études d'une unité de recherche opérationnelle, destiné à alimenter en analyses les responsables opérationnels du programme, de la tarification et de l'action marketing et commerciale :

Connaître les coûts

Une modélisation, fondée sur des anticipations de demande réaliste, doit permettre d'évaluer les divers types de coût (coût de production, coût de distribution, coût du système d'information ; coût moyen, marginal, incrémental), et d'évaluer l'impact des politiques de partenariat sur les coûts (économies d'échelle, amélioration du rapport de force avec les fournisseurs).

Passer des coûts aux prix

Un outil de simulation tarifaire s'appuyant sur les caractéristiques du client (CSP, âge, habitat, taille du ménage ; montant de la facturation à l'entreprise, répartition du trafic), pourrait permettre de calculer le coût qui doit être affecté à un client et de l'utiliser pour construire des options tarifaires et des formules personnalisées (par segment de clientèle), ainsi que des cadres contractuels et des formules d'intéressement (fidélisation). Le capital de réflexions et d'ex-

pertise accumulé par l'entreprise doit être ici situé dans une perspective d'ensemble.

Il faudrait lier les études marketing à la connaissance des coûts lors du lancement des nouveaux produits, et promouvoir les services qui utilisent le réseau sans pour autant obliger à accroître son dimensionnement.

Passer des prix aux volumes

Il faut disposer d'un outil de mesure permettant d'évaluer selon une segmentation pertinente les effets des baisses de prix, des options tarifaires, des mesures ponctuelles de promotion, des contrats, de la fidélisation, et de la concurrence.

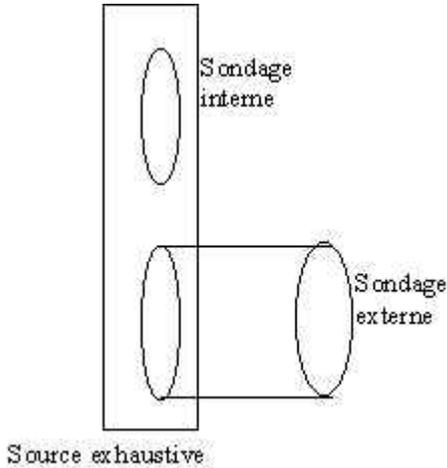
Vers l'approche du client

Il faut classer les clients selon leur contribution au profit actuel et futur de l'entreprise (« scoring », « life time value »), et construire le système d'information nécessaire au marketing relationnel envers les bons clients. Des segmentations a posteriori, redéfinies fréquemment, doivent permettre des actions ponctuelles adaptées à des niches de clientèle.

Une amélioration technique

Caler les sondages et panels sur des données exhaustives permet de fournir des estimations plus robustes. La confrontation avec d'autres sources externes permet d'enrichir les exploitations, notamment en utilisant la technique de fusion de fichiers. Par exemple la « Sirétisation » des fichiers d'entreprises permet de rapatrier les identifiants de l'INSEE et les informations qui les accompagnent (code APE de l'établissement, classe de taille, code géographique), puis de fusionner les fichiers avec les autres sources disponibles utilisant le même identifiant.

Articulation des sondages et sources exhaustives



L'utilité en fonction de la taille d'une publication

Il faut d'organiser le stockage de l'information de façon à faciliter la constitution de séries chronologiques, outils indispensables pour la modélisation et l'évaluation car l'évolution des données apporte plus d'information que leur niveau instantané. Ce procédé fait d'ailleurs partie de la démarche du datawarehouse.

La représentativité des sondages dans le domaine des entreprises doit être contrôlée grâce à une connaissance des mouvements de l'ensemble des établissements, obtenue sur les sources exhaustives. Les sondages doivent être diversifiés et coordonnés : coordination des échantillons (gestion des inclusions et exclusions), choix des domaines, périodicités des enquêtes et des mises à jour des questions.

L'interprétation doit être enrichie par la modélisation et l'économétrie : les données ne parlent pas d'elles-mêmes, et ne sont interprétables que si elles sont confrontées à des modèles dont l'adéquation est vérifiée par l'économétrie.

Une exploitation enrichie

La production d'information doit être organisée sous plusieurs formes :

- un programme annuel d'exploitation systématique, planifié à l'avance après consultation du comité de statistique ;
- la mise à disposition de bases de données, dont le contrôle d'accès est administré, avec des interfaces permettant de traiter rapidement les demandes simples ;
- des études à la demande réalisées dans un délai limité sur la base d'un devis accepté par le client.

Pour définir le programme, les bases de données et le cadre contractuel des études, il est nécessaire de s'organiser pour connaître les besoins.

Le conseil statistique représentatif des utilisateurs examinera les statistiques sur les demandes d'information et d'études et validera le programme annuel d'exploitation ainsi que le design des outils de consultation.

Les utilisateurs disposeront d'une messagerie (ou d'un forum) pour exprimer leurs demandes, poser des questions et échanger leurs avis. Une hot line téléphonique complètera ce support électronique. La documentation nécessaire (supports de formation aux techniques statistiques, nomenclatures, description des bases de données, documents préparatoires aux réunions du conseil statistique) sera installée sur une base documentaire.

Le maître d'ouvrage des études statistiques ne pourra pas à lui seul réaliser l'intégralité des prestations techniques nécessaires : il devra avoir recours à des sous-traitants pour compléter son offre propre.

Les relations avec les sous-traitants devront être définies de façon à éliminer certains problèmes : ainsi il importe que le maître d'ouvrage soit propriétaire des sources (question-

naires, fichiers informatiques) construites à l'occasion des enquêtes qu'il sous-traite, sous peine d'être dépendant des sous-traitants pour les travaux ultérieurs. Il faudra récupérer les sources des travaux réalisés dans le passé par l'entreprise, au besoin en négociant avec les sous-traitants à l'occasion de la passation de nouveaux contrats.

Annexe 1 : Éléments de théorie des sondages

Considérons une population P de m individus, et une variable X observable sur chacun de ces individus. Supposons m grand. Soit x_i la valeur de X sur l'individu courant.

La somme des x_i , leur moyenne \bar{x} et leur écart-type σ_x seront connus si l'on demande à chaque individu de déclarer son x_i . Le coût d'une observation exhaustive peut cependant être élevé. Il est alors intéressant de procéder par sondage.

Exploitation d'un sondage

Dans la population, on va tirer au hasard n individus. Sur cet échantillon, on va mesurer la moyenne \bar{x}^* de X :

$$(1) \bar{x}^* = \sum_i^n x_i / n,$$

\bar{x}^* est une variable aléatoire, car sa valeur dépend du choix des individus qui composent l'échantillon. Si n est assez grand \bar{x}^* suit une loi de Laplace-Gauss d'espérance mathématique \bar{x} (\bar{x}^* est un estimateur de \bar{x}).

L'estimateur de la variance σ_x^2 des x_i est s_x^2 , où

$$(2) s_x^2 = \sum_i^n (x_i - \bar{x}^*)^2 / (n - 1)$$

et l'estimateur de la variance de \bar{x}^* est s_x^2/n .

L'imprécision due au tirage de l'échantillon est donc d'autant plus faible que n est plus grand : la précision d'un sondage dépend de la taille de l'échantillon, non du taux de sondage.

L'« intervalle de confiance à 95 % » est $[\bar{x}^* - 2s_x/\sqrt{n}, \bar{x}^* + 2s_x/\sqrt{n}]$: il contiendra dans 95 % des cas la valeur vraie \bar{x} .

Ce résultat n'est vrai que si l'échantillon a bien été tiré au hasard. Or pour réussir un tirage au hasard il faut suivre un

protocole précis. Si l'on fait par exemple un sondage en prenant des personnes au hasard dans la rue, on risque d'avoir un *biais*, dû à la composition sociologique du quartier, au fait que les personnes âgées ou infirmes ne sortent pas dans la rue, etc.

On gagne par ailleurs en précision si l'on *stratifie* la population, c'est-à-dire si on la divise en sous-populations (strates) soumises à des sondages séparés : la variance de l'estimateur est alors plus faible.

Sondage et source exhaustive

Supposons que l'on dispose d'une source exhaustive sur la variable X (on connaît donc \bar{x}), et que l'on réalise un sondage pour estimer une autre variable Y . Il sera alors intéressant d'observer aussi la variable X sur l'échantillon, car si Y est corrélée avec X on pourra améliorer la précision de l'estimation de \bar{y} .

L'estimation du coefficient de corrélation de X et de Y est :

$$(3) \rho(X, Y) = \frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}^*)}{(n-1)s_x s_y}$$

On améliore l'estimation de y en utilisant non $\bar{y}^* = \sum y_i/n$, mais :

$$(4) y' = a\bar{x} + b,$$

où a et b sont les coefficients de la régression de Y sur X estimés sur l'échantillon (cf. l'annexe 2 « Éléments d'économétrie »).

En effet, l'espérance de y' est \bar{y} , y' est donc un estimateur de \bar{y} et sa variance est :

$$(5) s_{y'}^2 = s_y^2 [1 - \rho^2(X, Y)]$$

Si X et Y sont corrélés (ρ^2 proche de 1) y' est un estimateur plus précis que \bar{y} .

Pour calculer y' et estimer sa précision, on procède donc ainsi :

- estimer a et b par régression de Y sur X sur l'échantillon ;
- calculer y' par (4) ;
- estimer la corrélation de X et Y par (3) ;
- estimer la variance de y' par (5).

Grâce à ce résultat, on peut améliorer la précision des sondages en utilisant les informations fournies par une source exhaustive. La connaissance exhaustive sur certaines données permet ainsi d'améliorer celle des données observées par sondage, dans la mesure où ces dernières sont corrélées aux données connues de façon exhaustive.

Ce gain en précision peut être utilisé soit pour améliorer les estimateurs pour une taille d'échantillon donnée, soit pour diminuer la taille de l'échantillon et alléger le sondage tout en préservant sa qualité.

Annexe 2 : Éléments d'économétrie

Le but de cette fiche est de donner les éléments essentiels permettant de comprendre les méthodes de l'économétrie et d'interpréter ses résultats sans faire d'erreur grave.

Nous donnons d'abord quelques exemples illustrant l'apport de l'économétrie. Puis nous donnons ses propriétés mathématiques essentielles, et enfin examinons la présentation de ses résultats.

Ce résumé correspond assez bien à la pratique empirique des modélisateurs ; une pratique « rigoureuse » demanderait d'autres précautions ; elle est en fait assez rare, car elle nécessite beaucoup plus de travail pour un gain faible en ce qui concerne la qualité des résultats.

Quelques exemples

Explication de l'investissement

On constate après 1973, dans les comptes nationaux, un ralentissement de l'investissement des entreprises. Mais, sur la même période, leur production a ralenti aussi. Doit-on considérer que le ralentissement de l'investissement est fort ou faible ? Il faut pour cela :

1) avoir une *explication* théorique de l'investissement, qui le relie à des variables explicatives (ici : variation de la production et rythme des déclassements) ;

2) avoir *spécifié* cette explication sous la forme d'une équation se prêtant au calcul, ici :

$$(1) I_t = c\Delta Q_t + acQ_{t-1}$$

3) avoir estimé les paramètres de cette équation par ajustement sur les séries statistiques observées (ici : $a = 3,5 \%$ et $c = 1,4$ sur la période 1963-1973).

Après quoi l'on peut répondre à la question. En l'occurrence, il apparaît que l'investissement a moins baissé que ne l'impliquait le ralentissement de la production : on peut donc dire que, contrairement aux apparences, le comportement d'investissement a été soutenu.

Seule l'économétrie, avec ses trois étapes (explication, spécification, estimation), a permis de répondre à la question.

Élasticité prix

Supposons qu'une entreprise diminue son prix de vente. Cette mesure a deux effets de signe contraire : augmentation des ventes en volume, baisse du prix unitaire. Seule l'estimation de l'élasticité de la consommation au prix, réalisée sur les séries chronologiques disponibles, permet d'éclairer cette question.

L'élasticité prix est :

$$(2)\eta = (p/Q)\partial Q/\partial p$$

η est le plus souvent négative. Si $0 > \eta > -1$, l'effet d'une hausse de prix sera d'augmenter le chiffre d'affaires. Si $\eta = -1$, le chiffre d'affaires est indépendant du prix. Si $\eta < -1$, une hausse du prix fait diminuer le chiffre d'affaires.

On voit ici que le calcul (*quantitatif*) est indispensable pour conduire jusqu'au bout un raisonnement *qualitatif* : sans estimation de l'élasticité, il est impossible de prévoir le *signe* de l'effet d'une modification du prix sur le chiffre d'affaires.

Économétrie et modèles

La théorie économique, notamment la *macro-économie*, comporte un riche catalogue de spécifications : fonctions de Houthaker-Taylor pour la consommation, de Cobb-Douglas pour la production, de Bischoff pour l'investissement, etc. Le choix des spécifications est varié (choix des variables et de leur forme : en niveau, en taux de croissance, logarithmes, variations, quotient de variables, variables retardées etc.). La finesse et la cohérence théoriques sont ici les critères essentiels. On doit tenir compte aussi des limites des statistiques disponibles.

La tâche propre de l'économétrie est d'*estimer* les paramètres des équations par *ajustement* sur les séries passées. L'ajustement conduit parfois à réviser la spécification : lorsqu'une variable « ne sort pas » (coefficient non significatif, cf. ci-dessous), ou qu'elle a un coefficient du « mauvais signe » (effet contraire à celui théoriquement attendu).

L'économétrie ne donne que des indications, non des preuves : on ne peut pas dire qu'une spécification a été « prouvée », mais seulement qu'elle n'a pas été rejetée par les tests. L'usage de ses résultats doit donc être prudent.

On prend cependant un risque lorsque l'on retient une hypothèse rejetée par l'économétrie (par exemple sur les élasticités). Celui qui procède ainsi doit indiquer pourquoi il s'estime autorisé à passer outre.

Régression

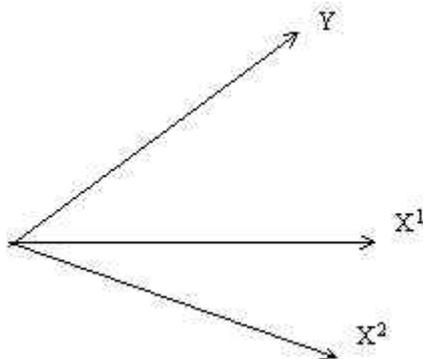
Supposons que l'on ait spécifié une relation qui explique la variable Y (repérée par une série chronologique, t varie de 1 à T) par un ensemble de p variables explicatives, que nous noterons X^1, \dots, X^p . Nous noterons X^k la variable explicative courante ($k = 1, \dots, p$).

L'équation à estimer est :

$$(3) Y_t = a_1 X_t^1 + a_2 X_t^2 + \dots + a_p X_t^p, \text{ ou}$$

$$(4) Y_t = \sum_k a_k X_t^k$$

A chaque ensemble des T observations relatives à une variable peut être associé un vecteur de l'espace à T dimensions. Supposons que $p = 2$; on peut avoir une situation de ce type :



X^1 et X^2 définissent un plan. Si Y appartenait à ce plan, tout serait facile : les coefficients a_k seraient les coordonnées de Y dans la base formée par X^1 et X^2 . On les obtiendrait par un calcul simple.

Dans le cas général, Y n'appartient pas au plan formé par X^1 et X^2 : l'« explication » de Y par X^1 et X^2 est « incomplète ». Il peut y avoir des erreurs de mesure, des aléas, ou encore la spécification a négligé une variable explicative importante.

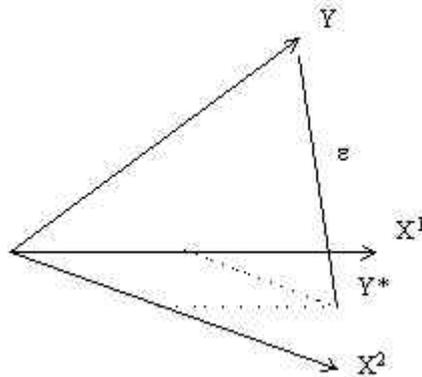
Lors de la phase d'ajustement, on pose par hypothèse que la spécification est vraie (quitte à tester cette hypothèse par la suite). On fait donc comme si la seule raison pour

laquelle Y n'appartient pas au plan résidait dans des erreurs de mesure sur Y , ou dans des aléas statistiques.

S'il n'y avait pas d'erreur, on aurait trouvé :

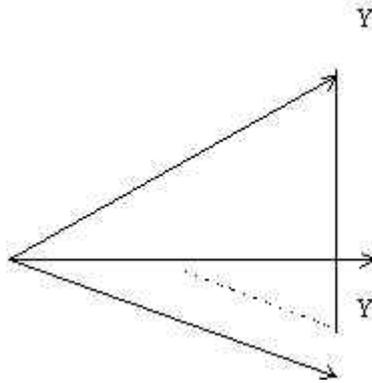
$$(5) Y_t^* = \sum_k a_k X_t^k,$$

les a_k étant les coefficients vrais.



Le « vecteur des erreurs » ϵ a pour coordonnées $\epsilon_t = Y_t - Y_t^*$

On ne connaît pas Y^* , mais seulement Y . On va donc estimer Y^* . La solution qui se présente le plus naturellement à l'esprit est de prendre le point du plan (X^1, X^2) le plus proche du point observé Y : nous noterons ce point \underline{Y} . C'est la projection orthogonale de Y sur le plan (X^1, X^2) .



Les programmes de calcul permettent de trouver les coordonnées \underline{a}_k du point \underline{Y} dans le plan. Ces coordonnées sont les estimations des paramètres de la relation (4).

Commentaires

1- Il n'y a généralement pas de raison de supposer que le vecteur ϵ est allongé dans une direction de l'espace plutôt que dans une autre. La projection de Y en \underline{Y} se fait alors selon la définition canonique de l'orthogonalité : elle correspond à la distance euclidienne canonique, $(distance)^2 = \Sigma(dif\ frence\ des\ coordonnes)^2$. On dit que l'on utilise les « moindres carrés ordinaires » (MCO).

Dans certains cas, on doit supposer qu'il existe entre les coordonnées de ϵ des relations telles qu'il risque de se trouver plutôt dans certaines directions de l'espace : sa distribution de probabilité n'est plus sphérique, mais ellipsoïdale.

On utilise alors une métrique particulière, selon la méthode des « moindres carrés généralisés » (MCG). Elle est notamment utile lorsque ϵ_t est fortement corrélé avec ϵ_{t-1} . Le test de Durbin et Watson (cf. ci-dessous) permet de savoir si l'on est dans ce cas.

2 - les variables X^k peuvent être presque colinéaires (il existe, dans le paquet des p vecteurs X^k , des vecteurs faisant un angle petit). La détermination des coefficients a_k est alors entachée d'une imprécision. Le test de Student (cf. ci-dessous) permet de savoir si l'on est dans ce cas.

3 - l'économétrie comporte des raffinements, mais la plupart du temps les choses se passent simplement : on estime les a_k par MCO, et on ne fait autrement que si le test de Durbin et Watson est mauvais, ou si le test de Student est mauvais pour une variable importante. Des méthodes préprogrammées dans les logiciels d'économétrie permettent alors de s'en sortir.

Présentation du résultat d'une régression

Le résultat d'une régression peut avoir une forme apparemment compliquée, pour peu que le nombre des variables soit élevé.

Considérons l'équation « partage de l'offre » du modèle METRIC, qui répartit l'offre industrielle totale entre production et importations. La présentation est très technique :

$$X = 0,773 + 30,2/(T+90) + 0,1 CAPA + \sum_{0 \leq i \leq 5} a_i PXI/PIMI$$

$$(24,1) \quad (15,0) \quad (2,8)$$

$$a_0 = -0,032 \quad a_1 = -0,034 \quad a_2 = -0,034 \quad a_3 = -0,030$$

$$(3,5) \quad (7,6) \quad (9,3) \quad (6,5)$$

$$a_4 = -0,023 \quad a_5 = -0,01$$

$$(5,0) \quad (4,2)$$

$$R^2 = 0,99$$

$$DW = 1,55$$

$$SEE = -0,0033 \text{ (moyenne de } X = 0,83)$$

Période d'estimation : 1965 à 1976

où les notations signifient :

- XI : production industrielle
- IMI : importations industrielles
- T : temps
- CAPA : marges de capacité disponibles
- PXI : prix de la production industrielle
- PIMI : prix des importations industrielles

Les coefficients a_i décrivent une structure de retard sur le rapport des prix relatifs production/importation.

Cette équation traduit trois idées *a priori* : 1) ouverture tendancielle du marché aux produits étrangers ; 2) on importe d'autant plus qu'il y a plus de tension sur les capacités de production ; 3) on importe d'autant plus que les prix de production sont élevés par rapport aux prix des importations.

Voici l'explication des indications techniques :

En dessous des estimations des coefficients figure entre parenthèses le *test de Student*. En pratique, il faut que ce test soit supérieur à 1,75 pour que l'on puisse dire que le coefficient est significativement différent de zéro. C'est le cas pour ceux de cette équation.

$R^2 = 0,99$: le R^2 est le cosinus carré de l'angle entre Y et \underline{Y} . Plus il est proche de 1, plus Y est allongé sur le sous-espace engendré par les vecteurs X^k . Si l'on a affaire à des séries chronologiques, le R^2 est souvent très fort sans que cela signifie grand chose car beaucoup de séries croissent avec le temps. Par contre, il faudra s'interroger si le R^2 est faible (disons inférieur à 0,6).

$DW = 1,55$: c'est le *test de Durbin et Watson*. Il sert à vérifier si le vecteur des erreurs est distribué indifféremment dans l'espace. DW doit être situé entre 1,5 et 2,5 pour que

l'on puisse dire que les MCO sont légitimes. On s'inquiétera si $DW < 1$ (autocorrélation positive des erreurs) ou $DW > 3$ (autocorrélation négative).

$SEE = 0,0033$: c'est l'écart type de l'erreur qui affecte la variable expliquée. En le divisant par la moyenne des X (ici 0,83), on obtient une idée de la précision de la régression (ici 0,4

Période d'estimation : indique l'intervalle $(1, \dots, T)$ sur lequel les séries ont été observées. C'est une indication importante : bien souvent, les paramètres changent lorsque l'on change de période d'estimation. La pérennité des « lois économiques » que l'on estime par l'économétrie est donc souvent limitée.

Annexe 3 : Correction des variations saisonnières

Les séries chronologiques sont souvent caractérisées par des inflexions saisonnières. L'interprétation d'une série chronologique qui comporte un mouvement saisonnier exige que l'on procède à une « correction des variations saisonnières » : sans quoi ce sera l'interprétation elle-même qui sera saisonnière, et chaque année on aura l'impression que « ça monte » à la même date, que « ça baisse » à la même date. Ce qui importe, c'est de savoir si « ça monte » ou « ça baisse » plus ou moins que d'habitude, c'est-à-dire d'évaluer la tendance sous-jacente.

Forme de l'équation

S'il existe un phénomène saisonnier, l'observation relative au mois m de l'année a prend la forme :

$$X_{ma} = T_{ma} + S_m + \epsilon_{ma}$$

où T_{ma} est la tendance sous-jacente, insensible au mouvement saisonnier, S_m le facteur saisonnier, et ϵ_{ma} un terme aléatoire.

On peut aussi supposer que le mouvement saisonnier est multiplicatif, en retenant la spécification suivante :

$$X_{ma} = T_{ma}S_m(1 + \epsilon_{ma})$$

Il est équivalent d'utiliser cette dernière spécification ou d'appliquer la spécification additive aux logarithmes des variables considérées. Des tests permettent de choisir la spécification la plus convenable pour le cas considéré.

(Dans les paragraphes ci-dessous, nous utiliserons indifféremment les notations t ou ma pour désigner le mois courant).

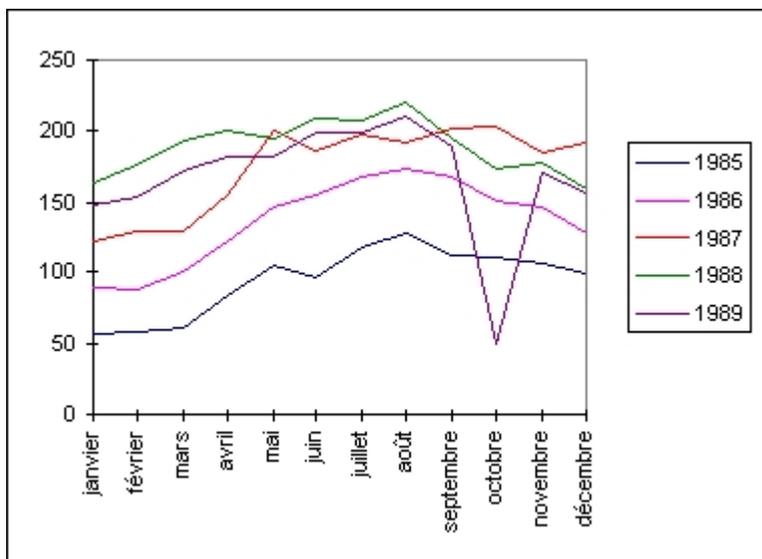
Jours ouvrables

La durée du mois sera prise en compte par le coefficient saisonnier, sauf en ce qui concerne le mois de février qui a un jour de plus une année sur quatre.

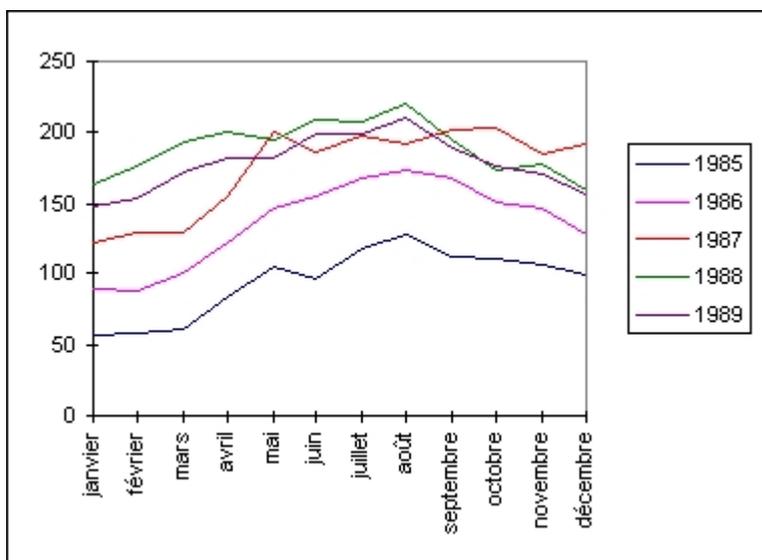
Certaines activités économiques sont très sensibles au nombre de jours ouvrables dans le mois. Ce nombre dépend de la durée du mois, mais aussi du nombre de week-ends, des jours fériés etc. Il convient dans ce cas de faire passer une première correction portant sur le nombre de jours ouvrables.

Élimination des mois aberrants

Il convient de corriger les données relatives aux mois pendant lesquels s'est produit un événement exceptionnel (grève, guerre du golfe, etc.). Pour cela, on établira un graphique sur lequel on superpose les courbes relatives aux diverses années, et on corrige « à l'oeil » (en fait ces corrections sont assez précises) les données relatives aux mois aberrants. C'est sur les données ainsi retouchées que se fera ensuite la correction des variations saisonnières.



Données comportant un mois aberrant en octobre 1989



Données après correction du mois aberrant

Calcul des coefficients saisonniers

Pour estimer les coefficients S_m , il faut disposer d'une série mensuelle assez longue (au moins quatre ans).

On commence par affecter à chaque mois une moyenne mobile sur douze mois (MM12). On peut utiliser une formule du type suivant :

$$M_t = (X_{t-6}/2 + X_{t-5} + X_{t-4} + X_{t-3} + X_{t-2} + X_{t-1} + X_t + X_{t+1} + X_{t+2} + X_{t+3} + X_{t+4} + X_{t+5} + X_{t+6}/2)/12$$

(en fait le choix des coefficients est libre, l'essentiel est d'avoir une moyenne centrée sur le temps t et portant sur douze mois).

Le calcul de la MM12 ne peut démarrer que sur le septième mois connu, puisqu'il faut pouvoir commencer à $t - 6$. On « perd » donc dans ce calcul les six premiers et six derniers mois. Si l'on dispose de données sur quatre ans, on ne pourra calculer la MM12 que sur trois ans.

On calcule ensuite les écarts entre X_t et M_t

$$E_t = X_t - M_t$$

et on estime le coefficient saisonnier S_m par U_m :

$$U_m = (1/n)\Sigma_a E_{am}$$

où n est le nombre d'années sur lesquelles on a mesuré les écarts E_t .

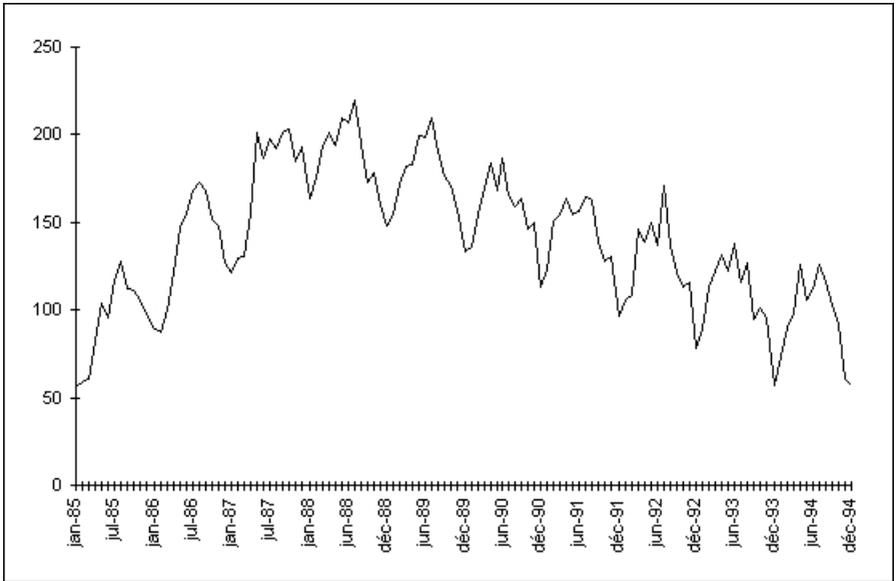
La série CVS est ensuite estimée en calculant :

$$C_{am} = X_{am} - U_m$$

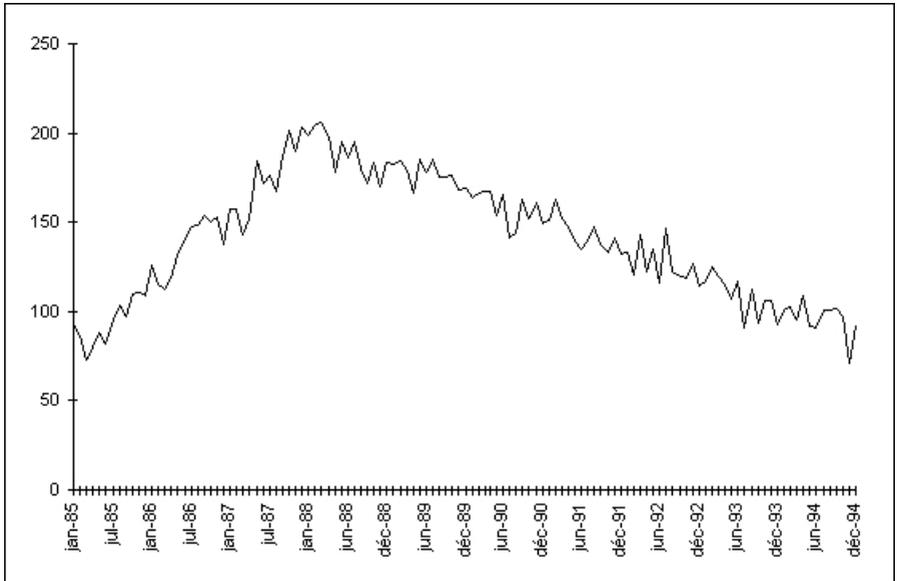
Observons que le terme aléatoire $\epsilon_{\text{psilon}_t}$ reste présent dans l'expression de la série CVS, qui ne cherche pas à corriger l'aléa mais seulement l'effet saisonnier.

Exemple

La série brute ci-dessous a été obtenue de façon artificielle, en additionnant une tendance (d'abord croissante, puis décroissante), un mouvement saisonnier et un bruit blanc.



On obtient le résultat ci-dessous en appliquant à cette série la technique de CVS que nous avons décrite :



Les effets saisonniers sont pratiquement éliminés. Il reste l'effet du bruit blanc, ce qui n'interdit pas d'identifier les tendances et de repérer avec une précision satisfaisante la date du retournement (janvier 1988).

Table des matières du cours « Techniques des télécommunications » de l'ENSPTT ¹⁰⁴

15 Novembre 1998 *Télécoms*

- Introduction générale p. 252
- Introduction aux télécommunications p. 260
- Transmission analogique et transmission numérique p. 268
- Architecture du réseau téléphonique commuté
- Introduction au modèle en couches
- Évolution historique du rôle du réseau
- Réseaux privés
- Bureautique p. 108
- Étude de cas : Infotel, un exemple de workflow
- Histoire et avenir du PC
- Les objets communicants
- Évolution du prix des micro-ordinateurs
- La messagerie
- Protocoles d'accès aux réseaux locaux
- Le multiordinateur
- L'EDI
- Architecture de réseau intelligent
- L'ATM

Bibliographie

Annexes

- Histoire de l'informatique
- Cellspace

104. volle.com/ENSPTT/table.htm

- Jini
- Le GPS
- « Le cheval qui a tout faux » (ou « toutes les erreurs possibles pour une entreprise dans les télécoms ») in *Télécoms Magazine* juin 1990 p. 13
- Lexique du système d'information p. 282

Introduction générale du cours sur les télécommunications¹⁰⁵

15 Novembre 1998 *Télécoms*

Nota Bene : ce cours sur les techniques des télécoms a été donné à l'ENSPTT dans les années 1980. Il ne mentionne pas l'Internet, qui ne s'imposera à l'attention que dans les années 1990.

* *

Certains élèves de l'ENSPTT occuperont des fonctions de responsabilité au sein du groupe France Telecom ou à la Poste, ou encore dans des entreprises de réseau utilisant les télécommunications. Il importe donc qu'ils aient une idée exacte de la technique des réseaux de télécommunications, et qu'ils sachent la relier aux phénomènes économiques qui lui sont associés.

Un secteur innovant

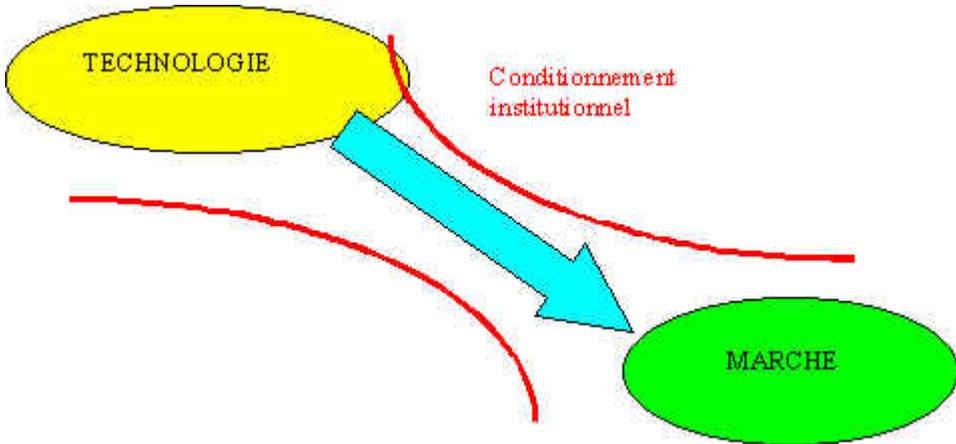
L'innovation technique dans le domaine de la micro-électronique et de la transmission induit une forte baisse des coûts de production qui équivaut, du point de vue économique, à la découverte d'une ressource naturelle. Organiser l'exploitation de cette ressource, la porter sur le marché de façon efficace, telle est la tâche essentielle des opérateurs de télécommunications. Le cours vise à fournir l'éclairage économique nécessaire à la compréhension des questions techniques.

105. volle.com/ENSPTT/introgen.htm

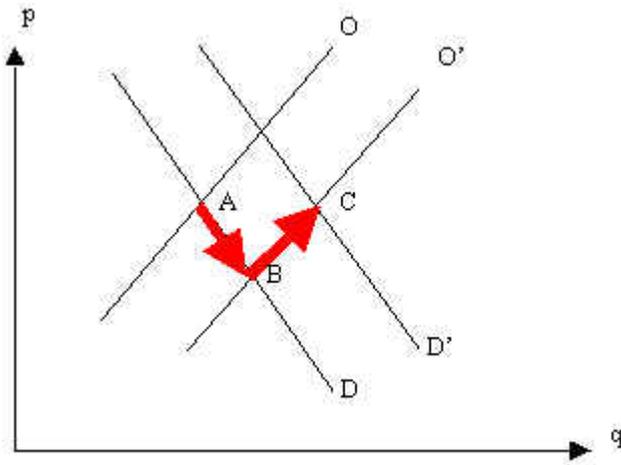
Un exemple : la baisse du prix des micro-ordinateurs

Le micro-ordinateur devient le terminal typique des réseaux numériques (comme le téléphone était le terminal typique du réseau téléphonique). La baisse accélérée du prix des composants, la concurrence entre fournisseurs ont pour effet une baisse rapide du prix des micro-ordinateurs. Elle est de nature à faciliter la pénétration de ce terminal et à banaliser l'accès aux réseaux numériques :

La relation entre technique et marché doit être pensée de façon bipolaire, l'une étant la source de l'« énergie », l'autre le lieu de sa valorisation. Les deux pôles de cette relation sont inséparables, même si dans la pratique de la gestion chacun se comporte en fonction de sa spécialité.



Comme la source de l'évolution réside dans la technique, le premier mot appartient à l'offre, et la réponse de la demande se fait en deux temps :



À l'équilibre, le prix de l'offre et la quantité consommée sont les coordonnées du point *A*, intersection des courbes d'offre et de demande *O* et *D*. L'innovation technique a des effets sur la qualité des services offerts et sur leur coût de production (donc sur leur prix). La courbe d'offre *O* se déplace vers la droite en *O'* (l'offreur offre plus pour le même prix) ; cependant la courbe de demande reste la même : l'utilisateur n'assimile pas immédiatement les informations sur la modification de l'offre, et il assimile plus vite celles concernant les prix que celles concernant la qualité ; il en résulte que dans un premier temps la consommation augmente modérément et que le prix moyen baisse (point *B*).

Lorsque l'information sur l'évolution de la qualité de l'offre parvient aux utilisateurs, la courbe de demande se déplace en *D'* vers la droite (en raison de l'accroissement de l'utilité de l'offre) ; il en résulte une relance de l'augmentation de la consommation, et une hausse du prix moyen (point *C*) pouvant compenser la baisse antérieure.

L'effet de réseau

On peut caractériser l'économie des réseaux par deux économies d'échelle (spatiale et temporelle), une économie d'envergure entre services supports, et deux externalités (d'encombrement et de réseau).

1) économies d'échelle :

– spatiale : concentrer plusieurs circuits sur un même câble (transmission),

– temporelle : concentrer plusieurs communications successives sur le même circuit (commutation) ; les ressources de transmission sont ainsi économisées, mais on accepte un risque d'encombrement.

2) économies d'envergure entre services supports : l'intégration des services permet de supprimer des complications coûteuses et pénibles pour l'utilisateur (passerelles, doubles numérotations etc.)

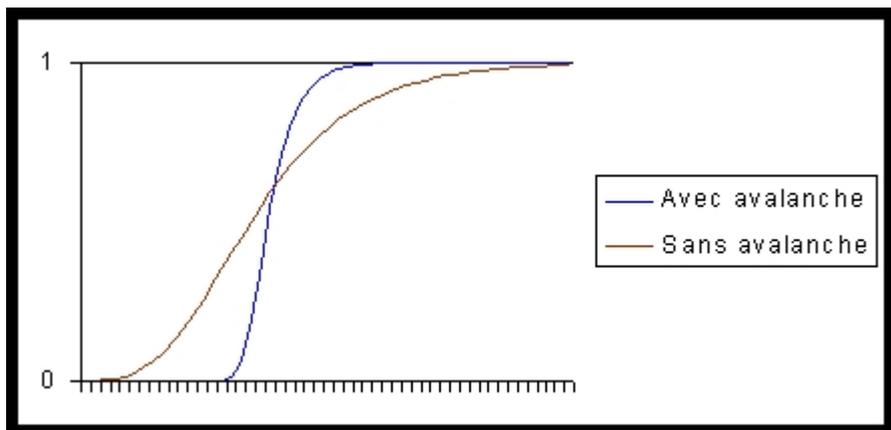
3) externalités :

– d'encombrement (négative) : un utilisateur du réseau diminue la disponibilité du réseau pour les autres,

– de réseau (positive) : un nouvel abonné accroît l'attrait du réseau pour les autres, en élargissant l'ensemble des communications possible.

L'externalité de réseau (également nommée « effet de réseau ») a pour corollaire l'effet d'avalanche : tout réseau nouveau sera lent à démarrer, parce qu'il a trop peu d'abonnés pour être attractif ; au delà d'un certain seuil, tout le monde veut y être raccordé. La courbe de pénétration d'un réseau se distingue de la courbe de pénétration des autres biens : elle est plus plate au début, puis plus pentue ensuite. Il en résulte une règle pour l'exploitant d'un réseau : ne pas se laisser décourager par l'insuccès apparent du démarrage ; guetter les

signes avant-coureurs de l'avalanche pour pouvoir préparer les stocks d'équipement et accélérer les raccordements.



Par rapport à d'autres types de produits nouveaux, la pénétration des services télécoms est caractérisée par une courbe logistique qui met longtemps à démarrer, puis croît rapidement.

L'effet de réseau caractérise tout nouveau service : le service téléphonique lui-même, utilisé aujourd'hui par tout le monde, a pénétré d'abord lentement ; Transpac, Télétel, Numéris, l'Internet ont connu des évolutions du même type.

Nous verrons que des phénomènes économiques spécifiques caractérisent le marché des services marchands commercialisés sur le réseau (ou services à valeur ajoutée), comme celui des bases de données en ligne ou de la documentation électronique.

Plan du cours

O- Introduction

- généralités sur les réseaux de télécommunications
- aspects essentiels de l'évolution technique
- résultats essentiels de l'économie des télécommunications
- présentation du plan du cours

1 - Notions générales sur les réseaux

- Typologie des réseaux :
 - communication point-à-point, multipoint ; diffusion
 - réseau maillé, réseau étoilé
 - transmission et commutation
- Le modèle « en couches » OSI de l'ISO
- Codage de l'information
- Supports physiques de transmission :
 - cuivre : paire torsadée et câble coaxial
 - fibre optique
 - liaison hertzienne terrestre et par satellite
- Les divers types de communication :
 - modes avec ou sans connexion
 - communication en mode paquet et en mode circuit
- La commutation : organisation et fonctions d'un commutateur
- Architecture et dimensionnement d'un réseau :
 - les lois d'Erlang
 - optimisation d'un réseau

2 - Un exemple de réseau public : le cas français

- Architecture du réseau téléphonique commuté (RTC)
- Transpac
- Vidéotex
- Liaisons louées
- Réseaux câblés de vidéocommunications
- Numéris :
 - services support
 - compléments de service
 - applications Numéris
 - interconnexion des RNIS nationaux

3 - Réseaux d'établissement

- PABX et téléphonie :
 - groupement de postes
 - annuaire interne
 - compléments de services : renvois, transferts
 - fonctions d'accueil
 - interfonctionnement entre PABX et RLE
- Réseaux Locaux d'Etablissement :
 - Fonctions des RLE : raccordement de terminaux « bêtes » pour l'informatique centralisée, bureautique intra- et inter-départementale, CAO
 - types de RLE : Ethernet, Token Ring, Starlan, LattisNet, Phonet FDDI

4 - Réseaux d'entreprise

- Plates-formes de réseaux :
 - signalisation
 - multiplexeurs

- administration de réseau
- Bureautique :
 - messagerie
 - transfert de fichiers
 - workflow
 - groupware

5 - Réseaux et services du futur

- Progrès du codage
- Réseaux à haut débit : la technique ATM et ses concurrentes
 - Open Network Architecture, Open Network Provision
 - Vers les Réseaux intelligents
 - Services à valeur ajoutée :
 - EDI
 - Messagerie
 - Atlas 400
 - Le réseau considéré comme une place de marché

Introduction aux télécommunications ¹⁰⁶

15 Novembre 1998 *Télécoms*

Le domaine des télécommunications est vaste et varié. Le premier risque à éviter est celui de la confusion. Il est donc nécessaire d'organiser l'approche de ce domaine en posant des définitions claires.

NB : On trouvera d'autres définitions utiles en consultant le **lexique** des systèmes d'information.

Définition des télécommunications

Le terme « télécommunications » désigne l'ensemble des moyens techniques permettant l'acheminement fidèle et fiable d'informations entre deux points quelconques pour un coût raisonnable. Les télécommunications utilisent deux techniques inséparables : la *transmission* assure le transport de l'information à distance ; la mise en relation de deux usagers quelconques conformément à leurs ordres relève de la *commutation*.

Quelques remarques :

- Le besoin de communication préexiste aux télécommunications. On pourrait idéalement le représenter par une fonction matricielle du temps indiquant à tout moment les besoins de mise en relation entre points quelconques de l'espace, et précisant les qualités que doit présenter cette mise en relation (débit ou largeur de bande, taux d'erreur, durée d'établissement de la communication).

- Les moyens techniques sont de nature électromagnétique. L'information est codée puis transmise en modulant

106. volle.com/ENSPTT/introtcom.htm

des ondes qui se propagent sur des câbles en cuivre (paires de fils ou câble coaxial), sur des fibres optiques ou dans l'espace (transmission hertzienne, au sol ou via satellite).

– L'information est transportée indépendamment de son support matériel initial (onde sonore ou lumineuse, papier, bande magnétique, disque optique etc.). Elle peut prendre des formes diverses : son (paroles, musique), textes (retraitables ou non), données, images (fixes ou animées).

– Fidélité et fiabilité sont les deux paramètres de la qualité du service. Par « fidélité », on entend la transparence d'un réseau qui restitue exactement l'information émise malgré les imperfections des moyens techniques et les perturbations. Par « fiabilité », on entend la permanence de la disponibilité du service malgré les pannes qui sont inévitables dans tout dispositif technique.

Architecture du réseau

La qualité parfaite est un objectif limite qu'aucun système technique ne peut atteindre. L'architecture du réseau (dimensionnement, emplacement des équipements etc) résulte d'un arbitrage entre coûts (R&D, investissement, exploitation) et qualité du service.

L'arbitrage optimal au sens économique serait celui qui maximise le surplus collectif associé à l'offre de services de télécommunications. Dans les faits, l'optimum est approché par tâtonnement, l'expérience des praticiens et leur connaissance des réactions des utilisateurs permettant de suppléer dans une certaine mesure les lacunes de l'information : la fonction d'utilité des télécommunications n'est jamais explicitement établie.

Lorsque la demande de communication excède le dimensionnement du réseau, il en résulte un encombrement et donc une dégradation de la qualité (constitution de files d'attente ou perte de données). Pour un état donné de la technologie, l'arbitrage entre qualité et coût se ramène essentiellement à un arbitrage entre dimensionnement et encombrement, car les coûts d'exploitation d'un réseau sont faibles en regard des coûts d'investissement (France Télécom investit 30 GF par an, pour une dépense annuelle d'exploitation de 60 GF ; celles-ci sont donc relativement faibles en regard du capital fixe accumulé en quelques années).

La commutation a pour objectif essentiel d'économiser les moyens de transmission.

Classification des réseaux et services

Les services de télécommunication se distinguent selon :

- le type d'information transmise (parole, images ou données) ;
- le nombre des partenaires impliqués dans la communication ;
- le mode de communication, qui précise le rôle des divers partenaires (unilatéral, bilatéral, conférence à plusieurs).

Le réseau

L'ensemble des moyens physiques utilisables par des usagers qui bénéficient d'un même service s'appelle un réseau. Certains types de réseau sont utilisés pour des services de diffusion (radio, télévision) ou de collecte (télémessure, télé-surveillance) qui sont des services unilatéraux.

Une liaison peut être permanente si elle est établie selon l'ordre de l'exploitant du réseau pour une durée « longue » (liaison louée) : l'usage d'une telle liaison n'est soumis à aucun risque d'encombrement. Lorsque la liaison entre partenaires est établie au cas par cas selon leurs ordres, on dit que le réseau est commuté. Il comprend alors, outre les moyens de transmission, des équipements capables d'interpréter et exécuter ces ordres (commutateurs).

On distingue dans un réseau commuté le réseau de distribution (ou réseau « capillaire », ou encore « boucle locale », en anglais « local loop ») composé le plus souvent de liaisons permanentes entre chaque utilisateur et un commutateur, et réseau de transport (entre commutateurs). La commutation peut comporter une hiérarchie de commutateurs : un commutateur de transit ne relie entre eux que d'autres commutateurs. Le réseau capillaire est la partie la plus coûteuse d'un réseau de télécommunications : son coût représente environ 75

Un réseau commuté peut être fermé (accès autorisé pour une liste limitative d'utilisateurs) ou ouvert (accès autorisé à tout abonné, sans restriction à l'entrée dans la liste des abonnés). On peut dire aussi réseau privé et réseau public.

Les services

Un service de télécommunication peut être vu sous deux aspects, selon que l'on prend le point de vue de l'utilisateur ou celui de l'exploitant du réseau :

- du point de vue de l'utilisateur, le service est caractérisé par ses utilisations possibles ; on parle alors de *téléservices* ;
- du point de vue de l'exploitant, le service est considéré selon son recours aux ressources offertes par le réseau : on parle alors de *service support*.

Exemple : le service visiophonique commuté permet à deux usagers de se parler en voyant chacun l'image animée de l'interlocuteur. Cette description, complétée par des indications sur les équipements terminaux, le type d'image (codage) et la qualité du son, définit le téléservice. Plusieurs versions du service visiophonique existent ; l'une de ces versions nécessite l'utilisation simultanée de deux canaux à 64 kbit/s commutés, l'un transparent (pour l'image) et l'autre non transparent (pour le son) : on définit ainsi le service support associé à cette version du service.

Le *tarif* d'un service est la liste des prix d'accès et d'utilisation du service (prix de raccordement, abonnement, prix à la durée ou au volume, prix des compléments de service offerts en option ; le tarif peut comporter une modulation horaire ou une dégressivité). La *tarification* est le fait d'établir un tarif.

La *taxation* d'un service est le recueil des mesures permettant l'établissement de la facture. Elle est opérée par un dispositif technique, le *taxeur*, généralement situé dans ou auprès du commutateur de rattachement, et qui enregistre pour chaque communication les indications nécessaires (nature, heure, durée etc).

La *facturation* est le fait d'éditer une facture. Elle est calculée en multipliant les nombres d'unités observées lors de la taxation par les prix unitaires indiqués par le tarif.

Une *application télécom* met en œuvre, en vue d'un usage précis, un ensemble organisé de téléservices (du côté de l'utilisateur) et de services support (du côté du réseau).

Exemples :

1) une application de documentation électronique permet à l'utilisateur de procéder à des recherches sur critères, mots-clés ou en texte intégral dans une base documentaire, puis

d'obtenir (sur télécopieur, écran ou imprimante) une image du document sélectionné. Le service support associait naguère l'utilisation d'un circuit virtuel en mode X25 (pour le dialogue avec la base de données) et d'un canal à 64 kbit/s transparent (pour le transfert de l'image). On utilise maintenant plutôt l'Internet.

2) une application de télésurveillance fait remonter des alarmes (brefs messages de données) du site surveillé vers la centrale de surveillance ; pour faciliter l'interprétation de ces alarmes, des images provenant des caméras installées sur le site peuvent être affichées sur l'écran de la centrale de télésurveillance. Le service support est analogue à celui décrit ci-dessus.

Un *réseau à valeur ajoutée* (RVA) est un réseau fermé sur lequel un ensemble limité d'utilisateurs (club) bénéficie de services de télécommunications d'une qualité différente de celle fournie sur le réseau public (le plus souvent supérieure), et accèdent à des applications qui leur sont propres.

Exemples de réseaux à valeur ajoutée : SITA dans l'aéronautique, SWIFT dans le domaine bancaire etc.

Un *service à valeur ajoutée* (SVA) est une application télécom dont l'usage fait l'objet d'une tarification qui s'ajoute à celle des services supports utilisés par l'application. Il présente donc un caractère essentiellement marchand. L'expression « valeur ajoutée » représente les deux faces de cet échange marchand : le service apporte une utilité au client (sans cela il ne rencontrerait aucune demande), et un profit au producteur (sans quoi il ne pourrait être offert). Certains services à valeur ajoutée sont vendus sur des réseaux à valeur ajoutée, d'autres sont vendus sur le réseau public.

Exemples de services à valeur ajoutée : les services vidéo-tex ; les bases de données en ligne ; les services marchands de documentation électronique.

Classification des services de Télécommuni- cation

Sons

Téléphone

Interphone

Messagerie vocale

Recherche de personnes

Conférence téléphonique

Informations téléphoniques (horloge parlante, météo)

Radiodiffusion

Téléphonie mobile

Texte

Télex, télétext

Courrier électronique (EDI, messagerie etc)

Documentation électronique

Vidéotex

Télécopie

Image

Transfert d'images fixes

Télévision

Visiophonie

Visioconférence

Vidéocommunication sur réseau câblé

Téléinformatique

Télémesure

Transport de données

Télesurveillance

Télécommande

Paging

Transmission analogique et transmission numérique ¹⁰⁷

15 Novembre 1998 *Télécoms*

Introduction

Au fondement même des télécommunications se trouve l'idée de transformer un signal pour pouvoir en assurer la transmission. Ainsi le signal sonore, qui occupe une bande de fréquences de 15 Hz à 16 kHz et qui est transmis via des variations de pression grâce à l'élasticité de l'air, a une portée réduite à quelques mètres. Le principe de la téléphonie (comme de la radiophonie) est de transformer ce signal sonore en un signal électromagnétique porté par une onde qui peut aller loin sur un support approprié (espace hertzien dans le cas de la radiodiffusion, câble en cuivre, fibre optique ou faisceau hertzien dans le cas des télécommunications), puis de reconstituer le signal sonore à l'arrivée par décodage du signal électromagnétique.

Le codage du signal sonore sur les réseaux télécoms, comme celui du son sur le réseau radiophonique ou de l'image sur le réseau de télévision, s'est d'abord fait en utilisant un procédé qui, tout en le transformant pour pouvoir le transporter, reproduit la forme même du signal que l'on veut communiquer. On parle alors de transmission (ou de codage) analogique. Les procédés qui permettent de passer d'un signal sonore à un signal électromagnétique, et vice versa, sont des procédés de modulation et démodulation connus depuis longtemps.

107. www.volle.com/ENSPTT/codage.htm

Cependant le développement des outils informatiques a banalisé les équipements numériques (qui traitent des bits ou des octets, comme les composants des ordinateurs) dont le coût a baissé rapidement. Il est possible, nous le verrons, de coder un signal sonore sous la forme d'une suite de bits, la technique la plus courante associant au circuit téléphonique un débit numérique de 64 000 bit/s. Les calculs de coûts ont montré qu'il était rentable d'utiliser la technique numérique sur le réseau de transport, entre les commutateurs.

Dès lors le signal émis lors d'une conversation téléphonique subit deux codages : un signal analogique est émis par le téléphone et transmis au commutateur de rattachement, où il est codé à 64 kbit/s ; il sera ainsi véhiculé jusqu'au commutateur de rattachement du correspondant, où il subira un décodage numérique/ analogique avant d'être acheminé sur le réseau de distribution jusqu'au terminal téléphonique, qui assurera enfin le décodage analogique/son.

La coexistence de deux techniques de codage différentes dans le réseau comporte évidemment un coût : on a donc cherché à définir un réseau purement numérique, le codage numérique du signal se faisant dans l'installation même de l'utilisateur. Ce réseau est le RNIS (réseau numérique à intégration de services), dont nous aurons l'occasion de reparler.

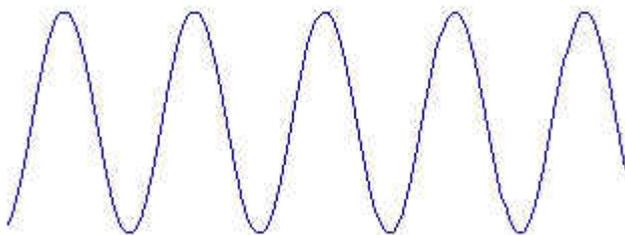
Transmission analogique

Codage analogique

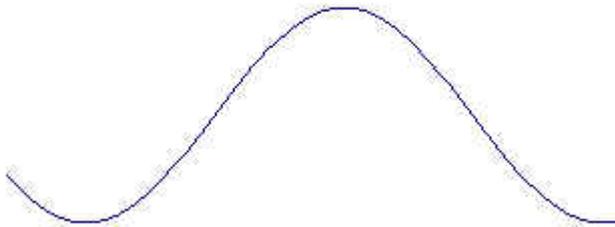
La sensibilité de l'oreille humaine va de 15 Hz à 16 kHz ; cet intervalle comprend les fréquences de la voix humaines, ainsi que celles utilisées en musique (en prenant en compte les harmoniques les plus aiguës).

Le téléphone utilise une bande de fréquences de 300 à 3400 Hz, jugée suffisante pour garantir l'intelligibilité de la parole. Il en résulte que la voix est déformée par le téléphone, ce qui rend parfois difficile la distinction entre certaines consonnes (les « s » et les « f » par exemple), et rend fatigante une longue conversation. La largeur de bande du téléphone est notoirement insuffisante pour assurer une transmission musicale de qualité.

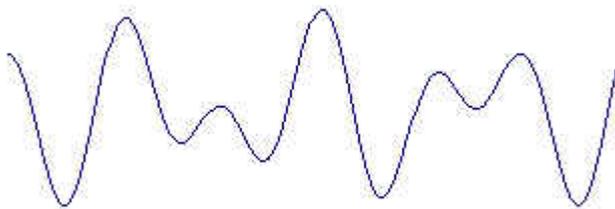
Pour transmettre le signal sonore, le réseau téléphonique utilise un codage analogique : le signal sonore est utilisé pour moduler une onde porteuse.



Onde porteuse avant modulation



Signal sonore à transporter



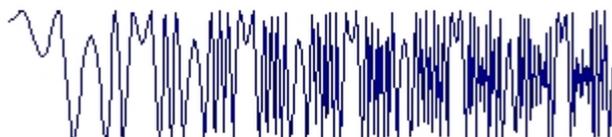
Onde porteuse modulée

Cette technique de codage est utilisée pour d'autres types de signaux : ainsi, on peut transporter sur un câble coaxial un signal de télévision qui occupe une largeur de bande de 5 MHz.

Le signal analogique peut subir trois sortes de modulation : en amplitude (c'est le dessin ci-dessus), en fréquence et en phase, en jouant sur les trois paramètres qui définissent

une onde sinusoïdale S , l'amplitude A , la fréquence $f = \omega/\pi$, la phase ϕ :

$$S(t) = A\sin(\omega t + \phi)$$



Exemple de modulation de fréquence

Multiplexage fréquentiel

On peut réaliser la transmission de plusieurs signaux téléphoniques de 4 kHz sur un canal de transmission large bande en utilisant le multiplexage fréquentiel : chaque circuit à 4 kHz fait l'objet d'une transposition en fréquence, puis subit à l'arrivée la transposition inverse. Dans le cas du schéma ci-dessous, cinq circuits à 4 kHz sont multiplexés sur un circuit à 20 kHz, puis démultiplexés à l'arrivée :

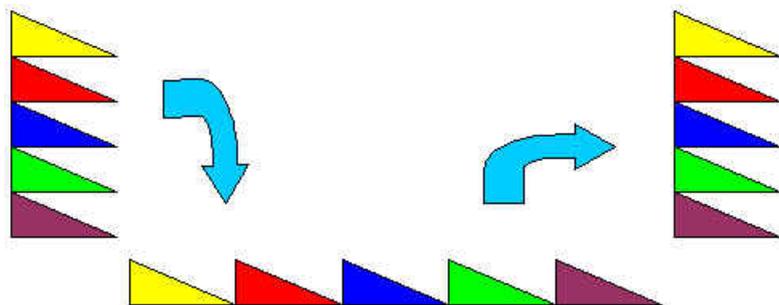


Schéma du multiplexage fréquentiel

Cette technique de multiplexage était utilisée à grande échelle sur le réseau de transport avant d'être supplantée par la technique de multiplexage temporel qui sera décrite plus loin.

Affaiblissement du signal et largeur de bande

Un signal de fréquence f s'écrit, en notant A son amplitude et ϕ sa phase :

$$S(t) = A\sin(2\pi ft + \phi)$$

La transmission a pour effet de diminuer l'amplitude du signal dans une proportion qui dépend souvent de la fréquence du signal : celle-ci sera donc multiplié par un facteur $K(f) < 1$ et deviendra :

$$S(t) = K(f)A\sin(2\pi ft + \phi)$$

On appelle « affaiblissement » et on mesure en décibels (dB) la quantité

$$A(f) = -20\log_{10}K(f)$$

NB : La puissance du signal est égale au carré de son amplitude. L'affaiblissement peut donc aussi s'écrire, en notant $P(f)$ le rapport des puissances :

$$A(f) = -10\log_{10}P(f)$$

La correspondance entre nombre de décibels et valeur de l'affaiblissement est donnée par le tableau ci-dessous :

La correspondance entre nombre de décibels et valeur de l'affaiblissement est donnée par le tableau ci-dessous :

dB	K(f)
0,000	100 %
0,915	90 %
1,938	80 %
3,098	70 %
4,437	60 %
6,021	50 %
7,959	40 %
10,458	30 %
13,979	20 %
20,000	10 %

La transmission a également pour effet de modifier la phase du signal, ce qui perturbe la transmission lorsque le codage utilise la phase (c'est le cas de certains codages en transmission de données).

Comme l'affaiblissement varie selon la fréquence, le signal se déforme avec la distance. On appelle « largeur de bande » du canal de transmission l'intervalle de la bande de fréquence à l'intérieur duquel l'affaiblissement varie de moins de 3 dB. A l'intérieur de cet intervalle, les rapports d'amplitude correspondant aux diverses fréquences sont donc respectés dans la proportion d'au moins 71 %.

Pour lutter contre l'affaiblissement du signal, on introduit à distance régulière des amplificateurs qui ont pour but de régénérer le signal en lui restituant la puissance perdue. Ces amplificateurs doivent aussi redresser le signal en corrigeant à l'aide de filtres les distorsions d'amplitude et de phase.

Outre les distorsions provoquées par l'affaiblissement, le signal transporté par un réseau est soumis à d'autres modifications : d'une part le réseau peut recevoir des perturbations provenant de l'environnement électromagnétique (cas typique : passage d'un train électrique au voisinage d'une

ligne téléphonique), et surtout le signal est perturbé par le bruit de fond provoqué par le mouvement brownien des électrons. Ce bruit de fond est un « bruit blanc » qu'il est impossible d'extraire du signal en raison de son caractère aléatoire.

Ainsi le signal transporté par le réseau est après une certaine distance la somme du signal émis, des phénomènes d'affaiblissement et de distorsion qu'il a subis, et du bruit provoqué par les diverses perturbations. L'affaiblissement et la distorsion peuvent être compensés dans une certaine mesure, mais le bruit de fond est inévitablement amplifié avec le signal utile par les amplificateurs, d'où le caractère inéluctable de la dégradation du rapport signal/bruit.

La transmission des données sur réseau analogique

Le réseau analogique est très utilisé pour transporter des données, que ce soit pour assurer la communication entre ordinateurs ou dans des applications comme la télécopie.

A l'intérieur d'un ordinateur, un bit (unité d'information) est transmis à l'aide de variations de la tension électrique (un peu comme si l'on ouvrait et fermait un circuit pour couper ou faire passer le courant). Sur le réseau analogique, le dessin carré du bit est utilisé pour moduler une onde porteuse qui le transmettra à destination. Ce sont les modems (modulateurs – démodulateurs) qui assurent la traduction entre le signal électrique interne de l'ordinateur et le signal électromagnétique transmis par le réseau. Les distorsions du signal dues notamment au bruit altèrent le dessin des bits, qui peuvent devenir difficile à discerner pour l'équipement de réception :



Signal d'origine



Signal déformé

Les techniques utilisées dans le réseau téléphonique sont choisies de sorte que la parole de l'interlocuteur reste compréhensible, même à très grande distance ; par contre, les défauts de transmission peuvent être gênants lorsqu'on utilise le réseau pour transmettre des données, car ils provoquent des erreurs de transmission. Les protocoles de transmission ont pour objet de repérer et corriger ces erreurs, mais elles entraînent alors des répétitions de messages et donc une baisse du débit utile du canal de transmission.

La transmission numérique

Avec les techniques de transmission numérique, on ne cherche plus à transmettre un signal analogue à celui que l'on veut reproduire ; on traduit tout signal en une suite de bits. Choisie pour des raisons économiques, cette évolution technique a provoqué de profondes modifications dans les télécommunications : elle a conduit à les rapprocher des techniques utilisées en informatique, et a permis aux télécoms de bénéficier des économies d'échelle accumulées par le développement des composants destinés à l'industrie informatique.

Le codage MIC

Le premier problème à résoudre est de transformer le signal de base du réseau téléphonique (le signal sonore dans la bande 300 - 3400 Hz, disons 0 - 4000 Hz pour simplifier) en un signal numérique. C'est le but du codage MIC (Modulation par Impulsion et Codage).

Le signal est soumis pour cela à une mesure toutes les 125 ms (donc 8000 fois par seconde). Le résultat de cette mesure est codé sur huit bits (on peut donc coder $2^8 = 256$ niveaux d'amplitude). Comme la sensibilité de l'oreille varie non selon l'amplitude d'un signal, mais selon le logarithme de cette amplitude, les niveaux d'amplitude sont découpés en plages logarithmiques.

Le signal qui en résulte a un débit de $8 * 8000 = 64$ kbit/s.

Ce débit est devenu un standard sur les réseaux de télécommunications : les composants électroniques qui le traitent ont été produits en grand nombre et ne coûtent pas cher ; il est utilisé dans le réseau de transport (multiplexage temporel) ainsi que dans les réseaux RNIS (c'est le débit du canal B de Numéris).

Pendant des techniques de codage plus perfectionnées ont été proposées pour le signal vocal, tirant parti de sa redondance mieux que ne le fait le codage MIC :

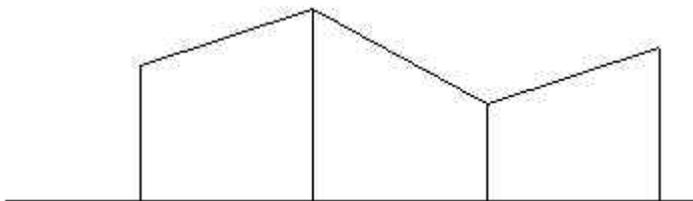
- les techniques « différentielles » codent non l'amplitude du signal, mais la variation de cette amplitude ;

- les techniques « prédictives » codent l'écart entre le signal constaté et sa valeur prévue par extrapolation.

Un signal de même qualité peut être obtenu grâce à ces codages avec des débits de 32, 16, 8 ou même 4 kbit/s. Les codecs (codeurs - décodeurs) nécessaires sont d'autant plus chers que la technique est plus sophistiquée, et en outre le circuit à 64 kbit/s reste le circuit standard sur le réseau téléphonique public. Les codages sophistiqués sont utilisés principalement dans certaines applications sur Numéris, ou encore afin de comprimer le signal pour économiser les LL sur les réseaux privés.

On peut ainsi utiliser 64 kbit/s et un codage performant pour transmettre un son de bonne qualité : certains terminaux utilisés en audioconférence utilisent un son à 7 kHz qui rend la reconnaissance du locuteur et l'interprétation des phonèmes en réunion téléphonique plus aisée et donc la communication moins fatigante.

A l'arrivée du signal à 64 kbit/s, le signal est recomposé ; il n'est pas parfait, puisque le codage comporte une imprécision (les amplitudes sont codées par plages, on relève l'amplitude sur un échantillon et non continûment). Le signal reconstitué comporte donc un « bruit de numérisation ».

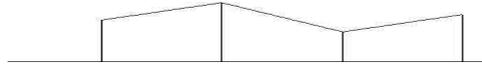


Reconstitution du signal

Ce « bruit » reste cependant acceptable : il est inférieur aux bruits usuels en transmission analogique, et en outre nous allons voir que la transmission numérique possède sur la transmission analogique des avantages décisifs.

Les répéteurs

Les amplificateurs du réseau analogique ont pour inconvénient d'amplifier le bruit avec le signal ; dans le réseau numérique, des répéteurs reçoivent le signal éventuellement déformé par les défauts de la transmission, et reconstituent le dessin exact des bits :



Signal d'origine



Signal déformé par la transmission



Signal reconstitué par le répéteur

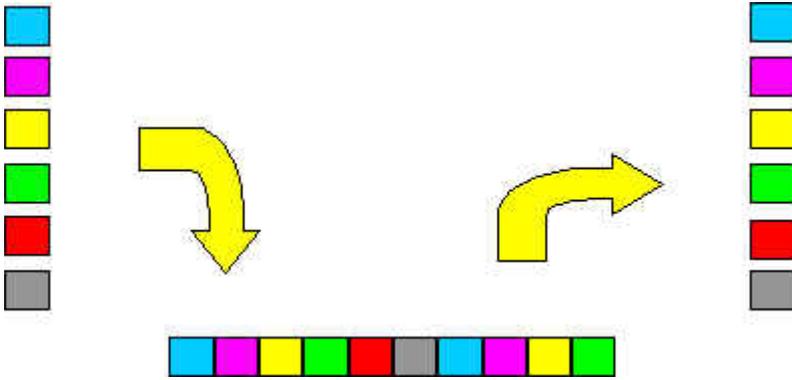
Ainsi le signal numérique est régénéré « à neuf » par le répéteur, dans la mesure du moins où les distorsions dues à la transmission n'ont pas été telles qu'elles auraient provoqué une erreur de reconnaissance de la part du répéteur. Les techniques de codage utilisées, ainsi que les règles d'ingénierie qui précisent les distances entre répéteurs successifs, ont pour objet de limiter ce risque.

Le signal numérique ne subit donc aucune addition de bruit du fait de la transmission ; il est reçu tel qu'il a été émis. Ajoutons que la distance admissible entre répéteurs sur une ligne est plus grande que la distance entre amplificateurs, et que le coût de la transmission numérique en est diminué. Ce sont ces avantages qui ont poussé à l'introduction de la transmission numérique sur le réseau de transit.

Le multiplexage temporel

A chaque communication téléphonique est associé un circuit à 64 kbit/s. Il est possible de multiplexer plusieurs circuits à 64 kbit/s sur une artère à haut débit (384 kbit/s,

2 Mbit/s, davantage encore sur les faisceaux du réseau de transport). Le multiplexage temporel procède en entrelaçant les bits relatifs à des communications différentes : si l'on multiplexe 6 circuits (384 kbit/s), on fera passer sur le support utilisé le premier bit de chaque circuit, puis le premier bit du second circuit et ainsi de suite :



Multiplexage temporel de six circuits

Une hiérarchie de transmission relie les divers niveaux de multiplexage correspondant aux faisceaux de plus en plus larges en débit du réseau de transport.

De la commutation spatiale à la commutation temporelle

La commutation téléphonique établit une continuité de bout en bout entre les interlocuteurs. La nature de cette continuité change cependant avec le multiplexage temporel : le lien n'est plus purement physique (« le cuivre »), il est constitué par une succession des intervalles temporels du multiplexage sur les faisceaux de transmission.

La commutation spatiale établissait une connexion physique entre circuit arrivée et circuit départ d'un commutateur et nécessitait donc que l'on démultiplexe avant tout traitement ; la commutation temporelle réoriente les bits en fonction de la destination du circuit auquel ils appartiennent, et traite donc le multiplex lui-même. Elle s'associe donc naturellement au codage numérique du signal, et elle a permis de rapprocher encore davantage les techniques des télécommunications de celles de l'informatique.

Lexique du système d'information ¹⁰⁸

15 Novembre 1998 *Informatisation*

Un mot est toujours entouré de connotations floues. Le bon poète joue en virtuose de cette polysémie. L'ingénieur doit oser se priver de cette richesse et simplifier les définitions pour obtenir la clarté nécessaire au travail productif.

Cette clarté, cette simplicité ont d'ailleurs aussi une valeur esthétique : le langage connoté et riche du poète, c'est une ravissante robe d'Yves Saint-Laurent avec son pouvoir évocateur ; le terme technique précis, c'est une aile d'avion au dessein parfait dans sa sobriété.

NB : On trouvera un complément humoristique utile de ce lexique p. 13 dans « Le cheval qui a tout faux » (notamment dans le « Petit dictionnaire des idées reçues » qui conclut ce document).

On trouvera aussi les définitions relatives aux télécommunications p. 260 dans l'« introduction aux télécommunications » du cours à l'ENSPTT.

Administration des données

Ce terme recouvre deux fonctions :

– entretien de la documentation des données*, tant du côté logique (Modèle conceptuel de données*) que du côté technique (Métadonnées*).

– désignation du « propriétaire » de chaque donnée (c'est-à-dire de celui qui donne les autorisations de mise à jour).

(voir la fiche « **Mettre en place une administration des données** »)

Agenda partagé *Shared Schedule*

108. volle.com/rapports/lexique.htm

Agenda électronique accessible aux diverses personnes d'un groupe de travail, et permettant notamment de détecter les créneaux possibles pour les réunions. Plusieurs scénarios d'utilisation sont possibles, le plus courant étant le suivant :

- chacun peut consulter l'emploi du temps des autres, et mettre à jour les informations concernant son propre emploi du temps.

- des personnes autorisées (secrétaires) peuvent mettre à jour les informations de tout le monde.

Agent intelligent *Intelligent Agent*

Messages contenant un programme de recherche d'information sur des bases de données internes ou externes, ainsi que des règles prescrivant leur parcours et les conditions de la consultation de ces bases. En termes simples : un agent intelligent est un chien de chasse que l'on envoie sur le réseau et qui ramène l'information. Il peut aussi remplir d'autres fonctions, par exemple contenir un porte-monnaie qui lui permet de payer les fournisseurs, etc.

Analyse des données *Data Analysis*

Ensemble de méthodes de statistique descriptive facilitant l'interprétation de gros corpus de données et très utilisées dans le *Datamining*. Il comporte :

- des techniques d'analyse factorielle (analyse en composantes principales, analyse des correspondances, analyse discriminante etc.)

- des méthodes de classification automatique (segmentation etc.).

(voir l'ouvrage « Analyse des données »)

Annuaire d'entreprise *Personnel directory*

Référentiel* consacré à l'identification des agents de l'entreprise, et comportant les attributs permettant d'évaluer le profil de chaque agent et de définir ses habilitations.

(Voir « **Référentiels et annuaires** »)

Applet

Voir Java*.

Application

Programme contenant les traitements à appliquer aux données d'entrée (*input*) pour obtenir un résultat désiré (*output*).

Application Programming Interface (API)

Protocole standard de communication entre deux ou plusieurs langages de programmation* différents, on entre des systèmes d'exploitation* différents.

Architecture à trois niveaux *Three Tiers Architecture*

Génération récente de l'architecture Client Serveur* qui comporte trois composants (un pour les données, un pour les traitements, un pour la présentation) pouvant résider dans des endroits différents. Typiquement : les données sur un mainframe central, les traitements sur un serveur local, la présentation sur le PC (attention : l'expression « trois tiers » est un faux ami).

Architecture Client-Serveur *Client-Server Architecture*

Architecture informatique qui vise à utiliser au mieux les ressources en puissance de traitement et en mémoire pour l'exécution des applications, en tirant parti des moyens disponibles sur les PC. Typiquement, les données sont concentrées sur le mainframe, la présentation est faite par le PC, les traitements sont répartis entre les deux. Cf. architecture à trois niveaux*.

Assistant à maîtrise d'ouvrage

Un « assistant à maîtrise d'ouvrage » (AMO) est un consultant externe ou une personne que la direction informatique a mises à la disposition d'une maîtrise d'ouvrage*. Il assiste un maître d'ouvrage délégué* ou un maître d'ouvrage opérationnel* lors des périodes de pointe (par exemple lorsqu'il faut spécifier, suivre ou recetter un gros projet ; concevoir ou mettre en place des méthodes nouvelles ; mettre en œuvre une expertise que l'entité ne possède pas. Il rédige les spécifications ou documents méthodologiques, tient les tableaux de bord à jour etc.

(voir « **Fonctions dans la maîtrise d'ouvrage** »)

Base de données *Database*

Logiciel qui permet de stocker, classer, retrouver des données, et de réaliser des calculs sur ces données.

Base documentaire *Documentary Database*

Logiciel qui permet de stocker, classer, retrouver des documents.

Browser

Logiciel offrant une interface d'accès aux documents HTML* disponibles sur le World Wide Web* d'Internet*. Netscape, Microsoft Explorer sont des Browsers. Ils permettent de « surfer sur le Web ».

Bureautique *Office Automation*

Ce terme a d'abord désigné l'équipement électronique de bureau (photocopieuses, machines à calculer). Puis il s'est appliqué au micro-ordinateur et à ses premières applications (traitement de texte*, tableur*, grapheur*) ainsi qu'aux imprimantes. Avec la mise en réseau des PC, on est passé à la fin des années 80 à la « bureautique communicante » dont les premières applications ont été la messagerie* et l'agenda partagé*. La bureautique communicante a été vers 1992 englobée sous le concept de groupware*.

(voir l'article « La téléinformatique dans l'entreprise » p. 108)

Bus

Dans un ordinateur ou un réseau, le bus est un support de transmission sur lequel les signaux sont émis ou reçus par chacun des éléments raccordés au réseau. Seuls ceux auxquels un signal est adressé le traitent effectivement ; les autres le négligent. Le mot « bus » vient de la ressemblance avec les autobus que des passagers peuvent prendre ou quitter à chaque arrêt. Sur un réseau, le bus relie des ordinateurs ; dans un ordinateur, le bus relie la carte mère avec les cartes insérées dans les *slots* d'extension (lecteurs de disques durs ou de CD-Roms, adaptateurs graphiques, cartes son etc.)

Business Process Reengineering (BPR)

Analyse des processus de l'entreprise visant à les rendre plus efficaces en termes de délais, de coût et de qualité, et procédant par remise en question systématique des règles et procédures de l'entreprise.

Chef de projet maîtrise d'œuvre

Le chef de projet maîtrise d'œuvre (CP MOE) assure la gestion de la maîtrise d'œuvre* d'un projet particulier. C'est un chef de chantier avec tout ce que cela demande de compétence, de savoir-faire et d'énergie : il coordonne les entreprises, vérifie la qualité des fournitures, veille au respect de la cohérence entre les diverses livraisons, etc. Son interlocuteur naturel est le maître d'ouvrage opérationnel*.

(voir « **Fonctions dans la maîtrise d'œuvre** »)

Circuit intégré *Integrated Circuit*

Ensemble de composants électroniques fixés, ainsi que leurs interconnexions, sur une « puce » (le plus souvent en silicium).

Client

Dans le langage de l'informatique, un « client », ce n'est pas une personne, mais le PC de l'utilisateur. C'est ainsi qu'il faut comprendre l'expression « client-serveur* ».

Commerce électronique *Electronic Commerce*

Réalisation du processus de la relation commerciale par voie électronique (réseau, ordinateurs) : présentation des produits, prise de commande, paiement, gestion de la logistique de livraison. Dans le cas des documents ou des logiciels, la livraison elle-même peut se faire par voie électronique.

(Voir le chapitre « Commerce électronique » dans *e-économie*)

Compilateur *Compiler*

Logiciel qui traduit le programme, écrit par le développeur dans le « langage source », en une série d'instructions interprétables par l'ordinateur. Un programme compilé est généralement incompréhensible pour un être humain.

Correction des variations saisonnières (CVS) *Normalisation*

Méthode statistique de traitement d'une série chronologique visant à faire apparaître la tendance sous-jacente en compensant les fluctuations à caractère saisonnier.

(voir « Correction des variations saisonnières » p. 183)

Cyberespace

Terme inventé par l'écrivain William Gibson pour désigner le monde virtuel* constitué par le réseau informatique mondial.

Data Mart

« Magasin de données » contenant une partie des données de l'entreprise (par produit, département ou activité), organisées sous une base de données logique et éventuellement plusieurs bases de données physiques.

Datamining

Méthodes reposant sur les techniques d'analyse des données* et permettant, à partir de phénomènes constatés sur des données agrégées, d'identifier les causes au niveau des variables détaillées. Exemple : repérer l'agence de voyage dont le comportement explique la part de marché d'Air France sur une zone donnée.

(voir « [Intranet et Datamining](#) »)

Datawarehouse

Méthodes d'agrégation et consultation permettant de calculer et mettre à la disposition de l'utilisateur, sous une forme commode, les séries chronologiques* dont il a besoin ainsi que les outils d'analyse de ces séries.

(Voir « [Histoire d'un datawarehouse](#) »)

Disque dur Hard Disk

Mémoire de masse d'un ordinateur, à accès lent, résidant sur un support magnétique. Contrairement à la RAM*, le disque dur ne s'efface pas lorsque l'ordinateur s'éteint.

Documentation partagée Shared Documentation

Documentation située sur un serveur et accessible aux utilisateurs autorisés. Pour trouver le document qui l'intéresse, l'utilisateur dispose de divers outils de recherche : index, « vues » présentant des listes de documents selon un classement convenu, recherche sur des mots contenus dans les textes. La documentation partagée est le meilleur moyen pour diffuser les notes administratives, tenir à jour les documentations techniques, et mettre les support de formation à la disposition des anciens stagiaires.

Donnée Data

Une donnée, c'est un couple logique formé par (a) une définition, (b) la spécification d'une méthode de mesure, d'observation ou de calcul (« Métadonnée* »). Réaliser la mesure (ou l'observation pour les données qualitatives, ou le

calcul pour les données agrégées) permet de connaître la valeur prise par la donnée dans un contexte particulier (lieu, date).

Dynamic Data Exchange (DDE)

Technique permettant d'insérer dans un document des données provenant d'autres applications.

Économétrie Econometrics

Méthode permettant de tester des relations de causalité en se fondant sur l'examen des corrélations entre données. Certaines des relations ainsi obtenues peuvent être utilisées à des fins de prévision ou de simulation. L'économétrie est le complément naturel de l'analyse des données*.

(voir « Econométrie » p. 183)

EDI (Échange de données informatisé) (Electronic Data Interchange)

Communication entre applications informatiques d'entreprises différentes ou non, par le moyen de messages dont le format et le codage auront été fixé par un accord d'interchange. La norme Edifact définit le format général des messages. L'EDI facilite les échanges répétitifs d'information (commande, facture, etc.) entre un fournisseur et un client assidu. L' « EDI-ouvert » procure une norme pour décrire les rôles de diverses entreprises dans les montages complexes d'ingénierie d'affaire, et garantit que leurs applications sont capables de communiquer par messages EDI.

Enterprise Application Integration (EAI)

L'expression EAI désigne les projets, méthodes et outils qui visent à coordonner et consolider les applications informatiques d'une entreprise. Une entreprise qui a par exemple des applications et bases de données anciennes, et qui veut continuer à les utiliser tout en mettant en œuvre de nouvelles applications qui utilisent l'Internet (e-commerce, Extranet).

Toutes les grandes SSII ont une offre d'EAI. Pour les mettre en œuvre, elles utilisent des techniques récentes : langages orientés objet, produits de middleware, brokers de messages, interface avec gestion de files d'attente, accès aux données avec le langage XML etc.

(voir « [Le simplisme contre la simplicité](#) » ; « [A propos des EAI](#) »)

Enterprise Resource Planning (ERP)

L'expression ERP désigne un logiciel comprenant divers modules qui permettent à une entreprise de gérer d'importantes parties de ses affaires : planification de la production, achats de produits intermédiaires, gestion du stock de pièces de rechange, relations avec les fournisseurs, services aux clients, suivi de l'exécution des commandes, et aussi comptabilité et gestion des ressources humaines. Un ERP est fondé sur l'utilisation d'une base de données relationnelle. La mise en place d'un ERP peut nécessiter un important travail d'analyse et transformation des processus de travail, ainsi que de formation des agents. Les grands fournisseurs d'ERP sont SAP, Peoplesoft, J. D. Edwards, Oracle etc.

(voir « [Le simplisme contre la simplicité](#) », « [Les ERP](#) »)

Espace virtuel *Virtual Space*

Espace à trois dimensions reconstitué par ordinateur, et dans lequel l'utilisateur peut se déplacer en utilisant des outils de pilotage (manche à balai ou « joy-stick », lunettes pour la vision en relief, gants pour la sensation tactile), voire participer à des réunions avec d'autres utilisateurs représentés par leurs images virtuelles.

Ethernet

Protocole de transmission de données sur réseau local*, procédant par envoi de trames diffusées sur le réseau et dont l'adresse est reconnue par le récepteur.

(voir « **Protocoles d'accès aux réseaux de PC** »)

Executive Information System (EIS)

Système présentant, sous une forme graphique claire et commentée, des indicateurs* sélectionnés « sur mesures » pour un ou des responsables de l'entreprise.

(voir « Système de pilotage de l'entreprise » p. 183 et « **Fonctionnement d'un système informatique d'aide à la décision** »)

Extranet

Mise en réseau de plusieurs entreprises qui connectent leurs Intranets*. L'Extranet est le moyen idéal pour les relations avec les partenaires, fournisseurs et clients.

File Transfer Protocol (FTP)

Protocole de transfert de fichiers utilisé sur l'Internet*.

Forum News

Messagerie* dans laquelle l'accès à la boîte aux lettres est ouvert à plusieurs personnes autorisées. Questions et réponses sont présentées à la suite. Les forums sont un bon moyen pour les relations entre utilisateurs « de base » et experts. Un forum doit être suivi par un animateur, qui le purge des messages sans intérêt, et veille à ce que les questions reçoivent assez rapidement une réponse. Le forum est un complément naturel de la documentation partagée* pour le suivi des formations.

Geek

Prononcer « guic ». Le geek est un programmeur passionné, expérimenté, qui connaît bien les possibilités et pièges des divers langages, et l'art de s'en servir pour répondre aux besoins des utilisateurs - ou pour son propre plaisir. Il ne compte pas les heures qu'il passe devant l'ordinateur, consomme beaucoup de café, a le plus souvent des lunettes, porte volontiers la barbe, préfère se vêtir d'un jean et d'un

T-shirt que d'un costume-cravate. La version péjorative du geek, c'est le « nerd ».

GPS (Global Positioning System)

Le GPS est un système de navigation utilisant un réseau de satellites militaires américains dont l'accès est autorisé aux civils. Il donne la position et l'altitude chaque seconde, 24 heures sur 24, n'importe où dans le monde.

(voir « **GPS** »)

Graphheur Computer Graphics

Logiciel qui permet de faire des dessins avec un micro-ordinateur.

Groupware

Ce terme (en français « collectique ») désigne l'ensemble des logiciels qui facilitent le travail de groupe, quelle que soit la localisation géographique des participants : messagerie*, documentation partagée*, agenda partagé*, rédaction coopérative*, workflow*, etc. La plupart des applications de Groupware se retrouvent maintenant sur l'Intranet. (voir l'article « La téléinformatique dans l'entreprise » p. 108)

Hyper Text Markup Language (HTML)

Langage de balisage de documents permettant d'y insérer des liens hypertextes*.

Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)

Protocole de transmission des documents HTML* sur l'Internet.

Hypertexte Hyper Text

Création dans un document de liens, signalés par des icônes, des textes soulignés ou en couleur, contenant l'adresse d'un autre document qui est appelé et chargé lorsque l'on clique sur le lien. L'hypertexte est à l'origine de la création et du succès du WWW*.

Indicateur *Indicator*

Donnée* ou agrégat de données sélectionné pour son intérêt économique, mis sous forme de série chronologique*, corrigé des variations saisonnières* après interprétation des incidents, ayant fait l'objet d'une modélisation économétrique* permettant de l'interpréter et de fournir des prévisions tendanciennes (ou extrapolations). La production d'un indicateur est une opération relativement coûteuse : seules certaines données choisies méritent d'être élevées au statut d'indicateur.

Infocentre

Outil d'interrogation de bases de données et de reporting*. L'Infocentre est plus pauvre que le Datawarehouse : les données ne sont pas mise sous forme de séries chronologiques*, et il n'est pas aussi bien outillé pour produire les agrégats souhaités.

Information

Une information, c'est une donnée observée par un acteur que cette donnée intéresse. L'observation par un acteur implique la comparaison au moins implicite à d'autres données, car sans comparaison il n'y a pas d'interprétation possible. Passer du rang de donnée à celui d'information suppose que la connaissance de la donnée contribue à l'action de celui qui l'observe : la notion d'information recèle donc un côté subjectif et un côté objectif. Dans la « théorie de l'information* », le mot information est pris dans une autre acception que celle-là.

Informatique

Le mot « informatique » a été créé en 1962 par Philippe Dreyfus, ingénieur chez Bull, pour traduire l'anglais « computer science ». Il est construit par contraction des mots « information » et « automatique ».

(Voir « [Restaurer le mot "informatique"](#) »)

Intelligence artificielle (IA) *Artificial Intelligence (AI)*

Méthode de conception de programmes (« systèmes experts », « systèmes interactifs d'aide à la décision (SIAD) ») automatisant une partie d'un processus de décision. Plusieurs procédés sont utilisables, dont l'un consiste à analyser les procédés des meilleurs experts et à en reproduire le cheminement dans le programme. Le plus souvent, il n'est pas possible d'automatiser complètement le processus de décision, et le système expert offre à l'utilisateur une assistance en automatisant les phases répétitives de sa tâche (on dit que le travail est « assisté par ordinateur »). Ainsi la traduction automatique d'un texte littéraire est hors de la portée d'un ordinateur, alors que la traduction assistée est très efficace.

Interface

Mise en forme des données permettant leur passage d'une étape à l'autre du traitement. Equipement assurant la transcription des données d'un langage dans un autre. L'interface homme-machine assure la communication entre l'homme et l'ordinateur grâce à des supports (écran, clavier, haut parleurs) accessibles aux sens de l'être humain. L'interface graphique (*Graphical User Interface*, ou GUI), qui permet d'afficher et de créer des images, fait partie de l'ergonomie standard en 1997.

Internet

Réseau d'interconnexion d'ordinateurs utilisant le protocole de transmission de données TCP/IP* (qui permet aussi le transfert des images, fixes ou animées, et du son). Efficace, robuste et peu coûteux grâce aux qualités de TCP/IP, l'Internet a été d'abord utilisé par des chercheurs, puis a servi de support à des services devenus populaires (messagerie,

forums, Web, commerce électronique, téléchargement de logiciels) qui ont fait de lui un phénomène de société. C'est désormais le réseau mondial de communication électronique.

(Voir le chapitre « Commerce électronique » dans *e-économie*)

Interpréteur *Interpreter*

Logiciel qui transcrit un programme d'un langage dans un autre en procédant instruction par instruction et en les faisant exécuter immédiatement (le traducteur*, par contre, transcrit l'intégralité du programme avant l'exécution).

Intranet

Utilisation de l'Internet à des fins internes à une entreprise. L'Intranet permet à l'entreprise de bénéficier de l'économie d'échelle acquise par les logiciels sur l'Internet, et d'outils de développement orientés-objet comme Java*. On peut réaliser maintenant sur l'Intranet la totalité des applications de groupware*. L'Intranet nécessite toutefois une administration soigneuse des droits d'accès, et la mise en place de « Firewalls » pour protéger les données de l'entreprise.

Pare-feu *Firewall*

Logiciel qui sert à protéger un réseau contre les tentatives d'intrusion.

Java

Langage de programmation orienté objet* développé par Sun et bien adapté à l'échange de petites applications (Applets) sur l'Internet. Java est d'abord une version simplifiée et sécurisée de C++. Le PC de l'utilisateur doit être équipé d'une couche logicielle dite « machine virtuelle », qui permet notamment de le protéger des virus. L'utilisateur appelle l'applet en cliquant sur un lien hypertexte, et celle-ci est lancée immédiatement après son téléchargement.

Langage de programmation *Programming Language*

L'ordinateur ne comprend que des instructions simples : chercher des données dont il connaît l'adresse en mémoire, faire une opération arithmétique sur ces données, stocker le résultat de cette opération en mémoire, etc. Le langage qui permet d'écrire ces instructions est le langage machine.

Programmer en langage machine serait une tâche fastidieuse pour un être humain. Les langages de programmation offrent des instructions plus synthétiques et commodes. En fait, l'exécution d'un programme écrit en « langage de haut niveau » (Visual Basic, Java, C++ etc.) nécessite une cascade de traducteurs* et interpréteurs* pour aboutir à des instructions exécutables par la machine.

Les langages de programmation sont ainsi plus proches du langage « naturel » (ou de sa représentation graphique). Ils restent cependant très conventionnels, et leur utilisation experte suppose une formation approfondie.

(voir « [A propos de l'utilisation du mot "langage" en informatique](#) » ; « [La programmation comme hobby](#) » ; « [Entretien avec Laurent Bloch](#) » ; « [Langage et "langage"](#) »)

Langage de quatrième génération (L4G) *Fourth Generation Language*

Langage de programmation* facilitant la conception des applications de type client-serveur, et facilitant les tâches de gestion documentaire et de gestion de configurations.

Liaison louée *Leased Line*

Support de transmission loué par un opérateur télécoms pour relier deux établissements distants. On dit parfois encore LS (liaison spécialisée). Le catalogue comporte une offre variée en termes de débit. Le prix dépend du débit et de la distance.

Maître d'œuvre *Prime Contractor*

Personne morale (entreprise, direction etc.) garant de la bonne réalisation technique des solutions. Il a un devoir de conseil vis-à-vis du Maître d'ouvrage. En cas de pluralité de fournitures, il veille à leur cohérence et à la qualité des interfaces. Il coordonne l'action des fournisseurs en optimisant la qualité technique, en minimisant les risques et en assurant le respect des délais fixés par le Maître d'ouvrage. Il valide la recette technique des solutions.

Maître d'ouvrage *Customer*

Personne morale (entreprise, direction etc.) chargée d'une mission.

Le maître d'ouvrage est responsable de l'efficacité de son organisation, de ses méthodes de travail et de son système d'information. Il fait appel à des maîtres d'œuvre pour obtenir les solutions qui lui permettent de réaliser sa mission. Il leur fournit les spécifications fonctionnelles, et valide la recette fonctionnelle de ces solutions.

Les fonctions du maître d'ouvrage sont remplies par des personnes ou des équipes : le « maître d'ouvrage stratégique » est le patron de la personne morale considérée ; le « maître d'ouvrage délégué » est l'expert qui assiste le maître d'ouvrage stratégique pour lui permettre d'exercer ses responsabilités ; le « maître d'ouvrage opérationnel » est un expert spécialisé dans l'automatisation d'un processus (voir ci-dessous les définitions).

(Voir « [A propos de la maîtrise d'ouvrage du système d'information](#) », « [La maîtrise d'ouvrage du système d'information et ses utilisateurs](#) », « [Aventures d'un maître d'ouvrage délégué](#) », « [Fonctions dans la maîtrise d'ouvrage](#) », « [La professionnalisation des maîtrises d'ouvrage](#) », « [Méthodes de la maîtrise d'ouvrage](#) » « [Servitude et grandeur](#)

de la maîtrise d'ouvrage » « Prospective de la maîtrise d'ouvrage », « Responsabilité de la maîtrise d'ouvrage »)

Maître d'ouvrage délégué *Business Technologist*

Le « maître d'ouvrage délégué » (MOAD) est une personne, soit seule, soit à la tête d'une équipe, qui veille à la qualité du SI de l'entité tant du point de vue de la conception que de la façon dont il est utilisé. Il assiste le maître d'ouvrage stratégique* en lui fournissant les éléments nécessaires à la décision et à l'« alignement stratégique » du SI.

Ses interlocuteurs naturels au sein de l'entité sont les chefs de service et les maîtres d'ouvrage opérationnels*. Son interlocuteur naturel au sein de la direction informatique est le responsable de domaine*.

(voir « Aventures d'un maître d'ouvrage délégué », « Fonctions dans la maîtrise d'ouvrage »)

Maître d'ouvrage opérationnel

Le « maître d'ouvrage opérationnel » (MOAO) est, dans l'entité, un expert qui connaît à fond l'un des grands processus du métier. Il recueille les demandes des utilisateurs et établit ou supervise les spécifications générales. Il a pour interlocuteur naturel à la direction informatique le « chef de projet maîtrise d'œuvre* ».

(voir « Fonctions dans la maîtrise d'ouvrage »)

Maître d'ouvrage stratégique

Le « maître d'ouvrage stratégique » (MOAS) du SI d'une entité est le dirigeant de cette entité : PDG ou DG pour l'entreprise, DGA ou directeur pour une direction de l'entreprise, chef de service pour les unités qui constituent la direction etc. Le SI étant à la fois la concrétisation de la stratégie et la condition de sa mise en œuvre, le MOAS prend les décisions essentielles concernant la maîtrise d'ouvrage (notamment pour le lancement des grands projets). Il arbitre

les différends entre ses collaborateurs et signe le contrat avec la maîtrise d'œuvre.

Le MOAS n'est pas, en général, un expert en matière de SI. Il se fait assister par un maître d'ouvrage délégué* (MOAD) auquel il délègue (c'est le sens même de l'expression) l'expertise en matière de SI.

(voir « **Fonctions dans la maîtrise d'ouvrage** »)

Mémoire *Memory*

Support magnétique ou électronique comportant des zones dotées d'adresses, et où un ordinateur peut stocker données et programmes. Une mémoire est d'autant plus chère que son accès est plus rapide (d'où l'utilisation d'un disque dur* à accès lent pour la mémoire de masse, et d'une RAM* à accès rapide pour les travaux en cours).

Messagerie électronique *E-mail*

Système d'adressage et de stockage permettant à des utilisateurs d'échanger des messages en mode asynchrone : le message est stocké dans la « boîte aux lettres » (BAL) de l'utilisateur en attente de sa consultation. L'introduction d'une messagerie a un effet puissant sur l'organisation d'une entreprise.

(voir « **Le bon usage de la messagerie** »)

Métadonnée *Metadata*

Spécification d'une méthode de mesure, d'observation ou de calcul d'une donnée. La documentation des métadonnées est l'un des éléments importants de la construction d'un Datawarehouse*.

Modulation par impulsion et codage (MIC)

Codage numérique du signal sonore (64 kbit/s) qui a permis d'utiliser la transmission numérique d'abord sur les liaisons de transit du réseau téléphonique, puis sur la ligne d'abonné avec le RNIS*.

(voir « [Transmission analogique et transmission numérique](#) »)

Micro-ordinateur *Micro Computer*

Ordinateur dont l'unité centrale est constituée d'un microprocesseur*. Le micro-ordinateur contient d'autres circuits intégrés réalisant des fonctions de mémoire et d'interface.

(voir « [Origine de l'ordinateur individuel](#) », « [Histoire et avenir du PC](#) », « [Évolution du prix des micro-ordinateurs](#) », « [Évolution des caractéristiques physiques des micro-ordinateurs](#) »)

Microprocesseur *Micro Processor* Circuit intégré contenant les circuits arithmétiques, logiques et de contrôle ainsi que les registres nécessaires pour réaliser les fonctions de l'unité centrale d'un ordinateur.

(voir « [La loi de Moore](#) » et le chapitre « Informatique » dans *e-économie*)

Minitel

Nom donné par France Télécom au terminal de son service vidéotex, permettant d'accéder à des serveurs de données ou de messagerie à travers le réseau téléphonique et Transpac. Le Minitel a été un grand succès commercial en France, parce que France Télécom l'a distribué gratuitement et a ainsi créé un marché pour une offre de services diversifiée et intéressante.

Modèle

Représentation schématique, à la fois conceptuelle et causale, d'un objet dont on veut pouvoir simuler mentalement le fonctionnement (en se faisant assister éventuellement par l'ordinateur). Un modèle économique simule le fonctionnement d'une économie, un modèle d'entreprise celui d'une entreprise, un modèle mécanique celui d'une machine etc.

Modèle conceptuel de données (MCD)

Catalogue des définitions mettant en évidence les liens logiques entre les diverses données de l'entreprise : découpage des nomenclatures sans double compte ni omissions, documentation des agrégats, ratios et autres données dérivées par le calcul des données d'observation directe. La rédaction du MCD est une étape importante de l'administration des données*.

Modèle OSI *OSI Model*

Le modèle OSI (*Open System Interconnection*) a été mis au point par l'ISO (*International Standard Organization*) pour définir un modèle en couches pour la transmission de données sur les réseaux de télécommunications. Il comporte sept couches (physique, liaison, réseau, transport, session, présentation, application).

(voir le chapitre « Modèle en couches » dans *e-économie*)

Modélisation

Activité dont le but est de produire un modèle.

(voir « [A propos de la modélisation](#) »)

Modem

Appareil (modulateur démodulateur) qui traduit les signaux électriques d'un ordinateur en modulations susceptibles d'être transportées par le réseau téléphonique analogique, et qui effectue la traduction inverse à l'arrivée.

Multimédia *Multimedia*

Ce terme s'applique aux interfaces de communication qui utilisent (presque) toutes les possibilités sensorielles : caractères d'imprimerie, images fixes ou animées, son, voire sensations tactiles et vue en trois dimensions dans les espaces virtuels*. Il s'applique aussi aux logiciels qui utilisent ces interfaces, et aux PC disposant de lecteurs de CD-Rom, de cartes graphiques, de cartes son, de micros, de hauts parleurs.

Multiplexeur *Multiplexer*

Appareil qui permet d'entrelacer à l'émission plusieurs signaux sur un même canal de transmission, et de les séparer à la réception (démultiplexeur). Les multiplexeurs numériques assurent aussi des fonctions de compression du signal, de routage en cas d'encombrement du canal, etc. Ils sont utilisés par les entreprises pour optimiser l'utilisation des liaisons louées*.

Nerd

(prononcer « neurd »). Le « nerd », c'est le programmeur sans bon sens, le « Gaston la Gaffe » de l'informatique. Il travaille autant ou plus que le geek, mais n'en a pas l'efficacité. La satisfaction des utilisateurs ne le concerne pas. Son langage est rempli de termes techniques qu'il cite avec componction et toujours hors de propos. Les programmes qu'il écrit sont désespérément bogués. Il ne tient jamais ses engagements. Il a souvent l'allure d'un adolescent attardé : lunettes sales, acné, gestes mal coordonnés.

Voir la définition du « nerd » dans le Merriam Webster's College Dictionary.

Notes

Logiciel de groupware* portant la marque de Lotus. Lotus Notes est à la fois une interface utilisateur permettant un accès commode à toutes les applications du Groupware ainsi qu'aux données du système d'information, et une plateforme de développement permettant de réaliser des applications communicantes pour un faible coût. IBM veut faire de Notes l'« interface universelle d'accès au système d'information ». Le serveur de Notes (Domino) comporte une interface commode avec l'Internet. Les produits rivaux ne sont pas au même niveau (Exchange de Microsoft), mais la concurrence est féroce et l'innovation rapide.

(voir l'article « La téléinformatique dans l'entreprise » p. 108)

Numéris

Nom du réseau RNIS* commercialisé par France Telecom.

Object Linking and Embedding (OLE)

Technique qui permet de faire apparaître une application comme un objet à l'intérieur d'une autre application (exemple : un tableur* à l'intérieur d'un traitement de texte*), et d'étendre ainsi les fonctionnalités de l'application hôte.

Object-Oriented Creation and Learning (OOCL)

Méthode de modélisation des processus mise au point par Agilis Corporation.

Œuvre

Produit fourni par un travail et propre à un usage. La façon dont le travail est mené (ouvrage) a une influence sur l'œuvre (délais, qualité, satisfaction des clients etc.). NB : dans le langage courant, les mots « œuvre » et « ouvrage » sont à peu près synonymes. Il n'en est pas de même dans des expressions comme « maître d'ouvrage » et « maître d'œuvre », où ils ont des définitions techniques et précises que nous reprenons.

Ordinateur *Computer*

Appareil électronique capable de recevoir des données et d'exécuter sur ces données des instructions programmées à l'avance.

(voir « **Qu'est-ce qu'un ordinateur ?** » ; « **Qualité du concept d'"ordinateur"** » ; « **La question de l'"intelligence" des ordinateurs** » ; « **Contenu de l'ordinateur** » ; « **Origines de l'ordinateur individuel** »)

Orienté-objet (langage) *Object-Oriented Language*

La tradition du développement voulait que l'on séparât les données et leur traitement, réalisé par les applications*. Puis il est apparu judicieux de rapprocher dans un même petit programme certaines données et certains traitements qui leur sont souvent associés. Ce petit programme, appelé « objet », est par la suite plus facile à réutiliser que les lignes de code des anciennes applications. A la limite, le travail fait autrefois par une application est fait désormais par des objets qui communiquent en s'échangeant des messages.

L'offre d'outils de développement orientés-objet n'est pas stabilisée, mais ce type de langage semble devoir s'imposer pour des raisons économiques et logiques.

(voir « [A propos de l'utilisation du terme « objet » en informatique](#) »)

Orienté-objet (modèle) *Object-Oriented Model*

La définition des données (modèle conceptuel de données*) est complétée, dans les modèles orientés-objet, par celle des activités qui utilisent les données (« use case ») et par celle des objets que ces activités manipulent. Il sera utile de pousser le modèle conceptuel de données jusqu'à ce degré de précision, même si ensuite les contraintes techniques ne permettent pas de tout réaliser avec un langage orienté-objet.

(voir « [A propos de l'utilisation du terme "objet" en informatique](#) », « [La technologie objet](#) »)

Ouvrage

Définition, financement, organisation de l'action ou du travail en vue de la réalisation d'une mission. L'ensemble composé du produit fini (œuvre) et des conditions de sa réalisation contribue à l'accomplissement de la mission.

NB : dans le langage courant, les mots « œuvre » et « ouvrage » sont à peu près synonymes. Il n'en est pas de même dans des expressions comme « maître d'ouvrage » et

« maître d'œuvre », où ils ont des définitions techniques et précises que nous reprenons.

Paquet *Packet*

Un message qui doit être transmis à travers un réseau commuté est découpé en « paquets » qui comportent l'adresse du destinataire, un numéro d'ordre, et des indications permettant de vérifier l'intégrité de la transmission. Un commutateur qui reçoit un paquet le route vers le commutateur suivant.

Personal Computer (PC)

Nom du micro-ordinateur lancé par IBM en 1981 pour faire face à la concurrence des micro-ordinateurs d'Apple. Le PC est devenu un standard, et on utilise souvent cet acronyme comme synonyme de micro-ordinateur (nous le faisons dans certaines de nos définitions).

(voir « [Origine de l'ordinateur individuel](#) », « [Histoire et avenir du PC](#) », « [Évolution du prix des micro-ordinateurs](#) », « [Évolution des caractéristiques physiques des micro-ordinateurs](#) » ; « [Ce que coûtent les PC en réseau](#) »)

Pont *Bridge*

Appareil (souvent un micro-ordinateur) qui permet à deux réseaux locaux de communiquer. Un pont filtrant ne laisse sortir d'un réseau que les trames destinées à l'autre. Cf. routeur*.

Prévision *Forecast*

Une prévision qui se réaliserait exactement relèverait de la magie, non du système d'information. Celui-ci peut seulement aider à établir des projections, ou des extrapolations, en partant des informations disponibles : c'est comme les phares d'une voiture, qui éclairent toujours droit devant, même sur une route sinueuse. Cela ne diminue en rien leur intérêt. La

qualité des prévisions peut être améliorée par un recours à l'économétrie*.

Processus *Process*

Succession ordonnée des opérations nécessaires à l'exécution d'une tâche.

Protocole de communication *Communication Protocol*

Norme définissant les conditions du dialogue entre deux équipements qui doivent communiquer.

(voir « **Protocoles de communication sur RLPC** »)

Random Access Memory (*RAM*)

C'est dans l'ordinateur la mémoire sur laquelle sont stockés les logiciels en cours d'exécution et les données en cours de traitement. La RAM, ou « mémoire vive », réside sur un circuit intégré d'accès rapide et de coût élevé.

Read Only Memory (*ROM*)

Mémoire dans laquelle le constructeur d'un ordinateur grave des instructions qui ne pourront pas être modifiées par la suite.

Rédaction coopérative *Cooperative Writing*

Logiciel qui permet à plusieurs auteurs travaillant sur des PC différents de coopérer pour écrire un même texte. Il faut que le texte soit conservé dans la mémoire d'un serveur*, et soit protégé contre les risques de corrections qui s'effaceraient ou se superposeraient (« concurrence »).

Référentiel

Documentation et base de données indiquant, pour chacune des populations considérées par le SI de l'entreprise, les règles d'identification des individus qui la composent, les nomenclatures utilisées pour la classer. La gestion des référentiels relève de l'administration des données.

(voir « **Annuaire et administration des données** », « **Mettre en place une administration des données** », « **Comment concevoir un référentiel** »)

Réplication *Replication*

Procédé qui permet à deux serveurs d'échanger, selon des horaires convenus, les mises à jour des bases de données ou des bases documentaires.

Reporting

Document périodique d'une forme convenue à l'avance, par lequel une entité de l'entreprise rend compte de son activité à une autre entité.

(voir « **Système de pilotage de l'entreprise** » p. 183)

Réseau local de PC (RLPC) *Local Area Network (LAN)*

Un réseau local, ou RLPC, permet à plusieurs ordinateurs de communiquer entre eux dans le même bâtiment ou le même campus.

(voir « **Protocoles de communication sur RLPC** »)

Réseau Numérique à Intégration de Services (RNIS) *Integrated Services Digital Network (ISDN)*

Norme internationale de communication numérique entre les installations des utilisateurs finals. Le RNIS permet à ses utilisateurs de disposer de débits plus élevés que ceux permis par un accès analogique au réseau.

Responsable de domaine

A l'intérieur de la direction informatique, le responsable de domaine est le correspondant privilégié d'un maître d'ouvrage délégué*. Il est responsable des travaux concernant le SI d'un des métiers de l'entreprise. Il supervise le travail des chefs de projet maîtrise d'œuvre.

(voir « **Fonctions dans la maîtrise d'œuvre** »)

Routeur *Router*

Appareil (souvent un micro-ordinateur) qui permet à plusieurs réseaux locaux de communiquer, ou plus généralement qui assure une fonction de commutation sur un réseau de transmission de données. Le routeur dispose de tables d'adressage qui lui permettent d'envoyer une trame ou un paquet vers le réseau sur lequel se trouve le destinataire. Cf. pont*.

Salle de marché

Salle où des opérateurs (synonyme de *trader* ou de cambiste) interviennent sur le marché d'une part pour coter, d'autre part pour acheter et vendre.

(Voir « [Lexique des salles de marché](#) »)

Segmentation

Utilisé souvent comme synonyme de classification : identification de classes entre lesquelles l'on peut répartir une population. Une segmentation se construit selon des critères répondant à la fin visée. En marketing, il s'agit de classer les clients selon la ressemblance de leurs comportements en regard de l'offre commerciale qui leur est faite.

Sémantique

Ce qui est relatif au sens (d'un mot, d'un texte) ou à une intention (d'une action, d'une organisation).

(Voir « [Pour un "génie sémantique"](#) »)

Série chronologique *Time Series*

Présentation des données selon l'ordre des périodes sur lesquelles a porté l'observation. Cette présentation est souvent utile pour l'interprétation des données (mesure du taux de croissance, estimation de la tendance, etc.).

(voir « Correction des variations saisonnières » et « Économétrie » p. 183)

Serveur *Server*

Ordinateur connecté à un réseau et qui met à la disposition d'autres ordinateurs ses ressources de mémoire et de puissance, ou qui sert de support au déroulement d'un programme. Exemple : serveurs de messagerie, de base de données, de calcul etc.

SIAD (Système informatique d'aide à la décision)

Outil d'observation et de description qui, en fournissant une présentation synthétique de l'ensemble des données produites ou acquises par l'entreprise, donne aux managers les moyens de recevoir des alertes, de suivre l'évolution de l'activité et de faire des investigations sur des sujets ou phénomènes particuliers. Il ne fournit pas les explications ni les commentaires qui relèvent d'un travail postérieure à l'observation.

(voir « **Fonctionnement d'un Système Informatique d'Aide à la Décision** », « **Histoire d'un tableau de bord** »)

Spam

Message parasite diffusé sur l'Internet dans le but d'engorger les boîtes aux lettres électroniques et le réseau lui-même.

(voir « **Les spams** »)

Standard Query Language (SQL)

Format des questions adressées à une base de données (« requêtes SQL »).

Stratégie

Ensemble des questions relevant de l'art du « stratège », du dirigeant de l'entreprise.

(Voir « **L'informatique est-elle un enjeu stratégique ?** » ; « **A propos de stratégie** » ; « **Le SI et la stratégie de l'entreprise** »)

Système d'exploitation *Operating System (OS)*

Logiciel qui exécute les tâches relative à la création, l'ouverture, la fermeture, la copie, la destruction de fichiers contenant des programmes ou des données, ainsi qu'au lancement des programmes et à leur exécution, à la gestion des interruptions, à la communication entre les mémoires, etc.

Système d'information (SI) *Information System (IS)*

Ensemble constitué par la définition des processus des métiers et par celle des stocks et flux d'information éclairant ces processus.

Système informatique *Information Technology (IT)*

Ensemble de moyens matériels et logiciels assurant le stockage, le traitement et le transport des données sous forme électronique.

Tableur *Spreadsheet*

Logiciel comportant des fonctions qui facilitent le calcul sur des données quantitatives rangées dans un tableau. C'est le premier tableur, VisiCalc, qui a fait décoller le marché des micro-ordinateurs après 1978.

Théorie de l'information *Information Theory*

Théorie mise au point par Shannon pour quantifier l'information apportée par un message, une distribution statistique etc. et traiter des questions de dimensionnement des réseaux. La théorie de l'information est indifférente au sens des données considérées. Elle est donc étrangère au sens usuel du mot « information* », mais ses applications en analyse des données* montrent qu'elle peut aider à dégager le sens des données.

Token Ring

Protocole de transmission de données sur réseau local*, selon lequel le droit d'émettre une trame est donné à l'ordi-

nateur qui détient un jeton (*token*) qui passe d'un ordinateur à l'autre en suivant leur ordre sur l'anneau (*ring*).

Traducteur *Translator*

Logiciel qui transcrit l'intégralité d'un programme d'un langage dans un autre avant de lancer son exécution (l'interpréteur*, par contre, procède instruction par instruction et en les faisant exécuter immédiatement).

Traitement de texte *Word Processing Application*

Logiciel qui permet à l'utilisateur de mettre en forme un texte selon une présentation dont la qualité se rapproche de celle de la typographie (sans l'égaliser toutefois). Le traitement de texte est, après le tableur* et avant le grapheur*, l'une des applications qui ont assuré le succès des micro-ordinateurs.

Trame *Frame*

Un message qui doit être transmis sur une liaison entre deux points est découpé en trames comportant un numéro d'ordre et les indications nécessaires à la vérification de l'intégrité de la transmission. Un paquet* transmis entre deux commutateurs est ainsi découpé en trames. La technique de transmission par « relais de trame » (« frame relay ») évite la reconstitution et le découpage des paquets dans chaque commutateur.

Transistor

Équipement de petite taille constitué d'un empilage de semi-conducteurs obtenus en ajoutant des impuretés au silicium, et qui a la propriété d'amplifier, contrôler et produire des signaux électriques. Inventés en 1947, les transistors ont supplanté les tubes à vide vers la fin des années 50, et permis vers la fin des années 60 la production des circuits intégrés*.

Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP)

Protocole de transmission de données en mode paquet. Mis au point pour répondre à une demande de l'armée américaine, il est construit pour être indestructible en cas d'attaque nucléaire : pas d'administration centralisée, propagation des tables d'adressage entre serveurs par réplication de proche en proche, routage très simple exigeant le minimum de puissance des ordinateurs. C'est ce protocole qui a permis de construire le réseau Internet. TCP/IP s'impose comme le standard universel de la transmission de données.

Transpac

Réseau public français de transmission de données en mode paquet selon le protocole X25*. Le prix de la communication est indépendant de la distance (cf. liaison louée*). « Transpac » est aussi le nom de l'opérateur qui exploite ce réseau.

Unified Modelling Language (UML)

Langage qui vise à rassembler les meilleurs procédés (« *best practices* ») dans les modèles conceptuels de données orientés-objet, et qui ambitionne de devenir un standard en unifiant les autres langages de modélisation.

(voir « **UML en action** », « **Langage de modélisation UML** »)

Urbanisme du système d'information

Par analogie avec l'urbanisme d'une ville, cette expression désigne (1) la modélisation « à grosses mailles » du SI, représentant l'ensemble du SI d'une entreprise avec ses divers domaines, leurs processus et les relations qu'ils entretiennent ; (2) les règles qu'un SI doit respecter pour être cohérent et utiliser de façon efficace les ressources partagées par les divers processus.

(voir « **Urbaniser l'entreprise et son SI** », « **Urbaniser** », « **Économie du SI et urbanisation** »)

Use case Dans UML*, un « use case » est la description formelle d'une activité dans un processus* : le « use case » décrit les données consultées ou saisies par l'acteur, ainsi que ses appels de service pour le traitement des données.

Virtuel

Attention : ce mot est un faux ami. En français, une chose est virtuelle quand elle n'existe qu'à l'état de simple potentialité. En anglais, « the virtual leader », c'est le vrai patron d'une équipe (mais qui n'en a pas le titre). Une entreprise virtuelle, c'est une entreprise de fait malgré les apparences, etc. Ce faux ami entraîne de nombreux contresens. Cf. les définitions de « virtuel » et de « virtual » données par de bons dictionnaires.

Wide Area Network (WAN)

Un WAN permet à plusieurs ordinateurs de communiquer entre eux dans une même zone géographique en interconnectant des RLPC*.

World Wide Web (WWW)

Le « Web » est constitué par l'ensemble des documents HTML* consultables sur l'Internet. C'est l'une des applications les plus intéressantes de l'Internet.

(voir « [A propos de l'utilisation du Web](#) »)

Workflow

Logiciel qui permet d'organiser, faire fonctionner et contrôler un processus. Le workflow comporte la définition des masques des documents échangés entre les acteurs du processus et les règles qui codifient son fonctionnement : programmation des routages, délais, alarmes, compteurs de délais et de volumes, édition de comptes rendus automatiques.

(voir « [Workflow](#) »)

X25

Norme de transmission de données par paquets utilisant la technique du « circuit virtuel » (le premier paquet établit entre les routeurs un chemin qui sera suivi ensuite par les autres).

X400

Norme de messagerie* (adressage et stockage) sur réseau public, permettant à des utilisateurs appartenant à des entreprises différentes d'échanger des messages. L'offre de messagerie X400 est vigoureusement concurrencée par la messagerie sur l'Internet.

Classement thématique

Commentaires

Les origines de volle.com p. 7

Un message d'Alain Desrosières p. 181

Économie

Mise en perspective p. 29

Ivar Ekeland, *La répartition des ressources rares* p. 135

Entreprise

Le « cheval qui a tout faux » p. 13

Système de pilotage de l'entreprise p. 183

Informatisation

Le « cheval qui a tout faux » p. 13

Quelques indications sur les systèmes d'information p. 58

Obstacles au changement p. 78

La téléinformatique dans l'entreprise p. 108

Approche du système d'information par les processus p. 136

Système de pilotage de l'entreprise p. 183

Lexique du système d'information p. 282

Lectures

Ivar Ekeland, « La répartition des ressources rares », *La Recherche*, n° 65, mars 1976 p. 108

Philosophie

Mise en perspective p. 29

Télécoms

Table des matières du cours « Techniques des télécommunications » de l'ENSPTT p. 250

Introduction générale du cours sur les télécommunications p. 252

Introduction aux télécommunications p. 260

Transmission analogique et transmission numérique p. 268

Index

- AT&T, 87
- Action Technologies, 121
- Administration des données, 188, 282
- Agenda partagé, 282
- Agent intelligent, 283
- Air France, 83
- Alcatel, 87
- American Airlines, 87
- Amplificateur, 278
- Analyse des données, 283
- Annuaire, 25
- Annuaire d'entreprise, 283
- API (Application Programming Interface), 284
- Applet, 284
- Application, 284
- Architecture du réseau, 261
- Architecture à trois niveaux, 284
- Architecture Client-Serveur, 284
- Archivage électronique, 25
- Arcome, 11
- Arrow, Kenneth, 31
- Assistant à maîtrise d'ouvrage, 284
- ATI, 122
- Atlas 400, 120
- ATM (Asynchronous Transfer Mode), 11
- Augustin, Saint, 56
- b-scale, 87
- Backbone, 131
- BAL (Boîte aux lettres), 119
- Bartok, 98
- Base de données, 285
- Base documentaire, 285
- Bauhaus, 98
- BEA, 164
- Benzécri, Jean-Paul, 9
- Berger, Pierre, 111
- Beyond, 123
- Boeing, 317
- Boffil, Ricardo, 128
- Bonhoeffer, Dietrich, 54
- Boucle locale, 263
- Boîte d'Edgeworth, 30, 31

BPR (Business Process Reengineering), 286
 Browser, 285
 Bruxelles, 83
 Bull, 122
 Bureautique, 108, 285
 Bureautique
 communicante, 109
 Bus, 286
 Business Design Technology,
 131
 C++, 165
 Castel, François du, 10
 CE Software, 121
 Chabrier, Emmanuel, 98
 Chartier, Évelyne, 60
 Chef de projet maîtrise
 d'œuvre, 286
 Circuit intégré, 286
 Clausewitz, Carl von, 82
 Client, 286
 Client-serveur, 58, 61, 77
 CNIS, 192
 CNIS, 192
 Codage, 268
 Codage analogique, 269
 Codage MIC, 276
 Colisée, 20
 Commerce électronique, 287
 Commutation, 280
 Compaq, 128
 Compilateur, 287
 Corba, 11
 Courier, Paul-Louis, 8
 Courrier électronique, 120
 Crandall, Robert, 87–89
 Crowston, K., 134
 CVS, 192, 203, 205
 CVS (Correction des variations
 saisonnnières), 287
 CVS, 192
 Cyberspace, 287
 Céline, 98
 César, 36
 Cézanne, Paul, 98
 Dada, 98
 Data Mart, 287
 Datamining, 58, 287
 Datawarehouse, 58, 174, 179,
 288
 DDE (Dynamic Data Exchange),
 289
 Debreu, Gérard, 31
 Descartes, René, 50
 Desrosières, Alain, 181
 Dimensionnement, 100
 Direction du Trésor, 83
 Disque dur, 288
 Documentation partagée, 288
 Documentation électronique,
 264
 Donnée, 188, 288
 Dumézil, Georges, 56
 Dunham, R., 134
 Dupuy, Jean-Pierre, 51

EAI (Enterprise Application Integration), 289
 Edgeworth, Francis, 30
 EDI, 177
 EDI (Échange de données informatisé), 289
 EDS, 128
 Effet d'avalanche, 255
 Effet de réseau, 255
 EIS (Executive Information System), 291
 Ekeland, Ivar, 10, 135
 Ellis, C., 134
 ENA, 84
 Engelbart, Douglas, 134
 English, W., 134
 ENSPTT, 252
 ERP (Enterprise Resource Planning), 290
 Espace virtuel, 290
 Ethernet, 290
 Eutelis, 11
 Extranet, 291
 Eymery, Pascal, 178
 Favret-Saada, Jeanne, 105
 FileNet, 122
 Flaubert, Gustave, 14
 Flores, Fernando, 121, 134
 Forum, 291
 Fowler, Martin, 163
 France Telecom, 252
 FTP (File Transfer Protocol), 291
 GDS (Global Distribution System), 87
 GED (Gestion électronique de documents), 117
 Geek, 291
 GFC Financial, 127
 Giscard d'Estaing, Valéry, 89
 Gogol, Nicolaï, 90
 GPS (Global Positioning System), 292
 Gramsci, Antonio, 45, 84
 Group Technologies, 125
 Groupware, 12, 115, 292
 Halverson, T., 116
 Harvard, 121
 Hayek, Friedrich, 35
 Henry, J., 134
 Hicks, John, 10
 Hitler, Adolf, 36
 HTML, 165
 HTML (Hyper Text Markup Language), 292
 HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), 292
 Husserl, Edmund, 29, 49, 50, 56, 57
 Hypertexte, 292
 IBM, 116, 120, 174
 Identifiants, 186
 Imaging Technology, 123
 Indicateur, 81, 293
 Indice de Paasche, 200

Individual, 124
 Infocentre, 112, 293
 Information, 293
 Informatique, 293
 INSEE, 110, 181, 182, 186, 192, Légaut, Marcel, 50
 225, 228
 Intel, 128
 Intelligence artificielle (IA), 294
 Interface, 294
 Internet, 11, 252, 256, 294
 Interpréteur, 295
 Intranet, 8, 58, 295
 Intriligator, Michael, 34
 Iona, 164

 Jaa, 11
 Java, 165, 295
 Journet, Nicolas, 51

 Kawell, L., 116
 Keen, P., 134
 Keen, S., 121, 122
 Kelleher, Herbert, 87-89
 Klee, Paul, 98
 Knopf, Alfred, 156

 La Poste, 252
 Laclos, 98
 Langage de programmation, 295
 Langage de quatrième génération (L4G), 296
 Laozi, 51
 Liaison louée, 296

 Lotus, 116, 121, 127, 132
 Lotus Notes, 174, 177
 LS (Liaison spécialisée), 15,
 17, 18, 20, 25, 26, 132

 Macintosh, 133
 Malone, T., 134
 Malone, Thomas, 130
 Maître d'ouvrage, 8
 Maître d'ouvrage délégué, 298
 Maître d'ouvrage opérationnel, 298
 Maître d'ouvrage stratégique, 298

 Maître d'œuvre, 8
 Maître d'ouvrage, 297
 Maître d'œuvre, 296
 Messagerie, 119
 Messagerie électronique, 26, 299
 Micro-ordinateur, 26, 253, 300
 Microprocesseur, 300
 Microsoft, 121
 Middleware, 165
 Minitel, 120, 300
 MIT, 130
 Modem, 275, 301
 Modulation, 271
 Modulation par impulsion et codage (MIC), 299
 Modèle, 210, 300
 Modèle conceptuel de données (MCD), 300
 Modèle en couches, 146

Modèle OSI, 301
 Modélisation, 301
 Montaigne, Michel de, 98
 Montesquieu, Charles de, 39
 Moulinex, 87
 Multimédia, 301
 Multiplexage fréquentiel, 272
 Multiplexage temporel, 279
 Multiplexeur, 302
 Mémoire, 299
 Métadonnée, 299

 Negroponte, Nicholas, 66, 156
 Nerd, 302
 Nogès, L., 111
 Nomenclatures, 187
 Notes, 116, 127, 132, 133, 302
 NTIC (Nouvelles technologies de l'information et de la communication), 45, 61, 63, 65
 Numéris, 18, 27, 132, 256, 277, 303

 OLE (Object Linking and Embedding), 303
 On Technology, 125
 OOCL (Object-Oriented Creation and Learning), 303
 Optimum de Pareto, 30, 31, 33, 37
 Orbix, 164
 Ordinateur, 303
 Orienté objet, 58

 Orienté-objet (langage), 303
 Orienté-objet (modèle), 304
 Outsourcing, 79
 Ouvrage, 304
 Ozzie R., 116

 PABX (Private Automatic Branch Exchange), 15–18, 23, 26, 131
 Pan Am, 87
 Panel, 196
 Paquet, 305
 Paradigm +, 163
 Pare-feu, 295
 Pareto, Vilfredo, 29–34, 38, 42, 47, 48, 56
 Pareto, Vilfredo, 29
 PC (Personal Computer), 305
 Penny, Philippe, 108
 Petzinger, Thomas, 87
 Platinum, 163
 Pont, 305
 Potocki, Jan, 98
 Pound, Ezra, 98
 Ppénétration, 256
 Price Waterhouse, 128
 Processus, 8, 61, 62, 65, 66, 68–76, 136–156, 160–163, 165–167, 169–171, 173–176, 178–180, 306
 Protocole de communication, 306
 Prévision, 305

RAM (Random Access Memory), 306

Rawls, John, 29, 38, 40, 42, 47, 48, 56, 97

Recherche opérationnelle, 82

Reporting, 307

Responsable de domaine, 307

Riveline, Claude, 138, 224

RLE (Réseau local d'établissement), 23, 132

RLPC (Réseau local de PC), 307

RNIS (Réseau Numérique à Intégration de Services), 11, 23, 27, 307

Roissy, 83

ROM (Read Only Memory), 306

Rousseau, Jean-Jacques, 38, 40, 98

Roussel, Albert, 98

Routeur, 308

Rowe, Frantz, 13

RTC (Réseau téléphonique commuté), 132

Rédaction coopérative, 306

Référentiel, 306

Réplication, 116, 307

Répéteur, 278

Réseau, 262

Réseau local, 112

Réseau à valeur ajoutée (RVA), 265

SAGEM, 87

Saint-Simon, Henri de, 45, 46

Saint-Simon, Louis de, 98

Salle de marché, 308

Salomon, Ernst von, 55

Salton, G., 124

Scarlatti, Domenico, 98

SDA (Sélection Directe à l'Arrivée), 19

Segmentation, 81, 308

Servair, 179

Serveur, 309

Service à valeur ajoutée (SVA), 265

Shirer, William, 55

SIAD (Système informatique d'aide à la décision), 309

Southwest, 87

Spam, 309

Spinoza, Baruch, 38, 39, 98

SQL (Standard Query Language), 309

SSII, 129

Stanford, 130

Statistique, 9, 183

STC (Système technique contemporain), 42, 45–47

Stendhal, 98

Stratégie, 309

Suez-Lyonnaise des Eaux, 87

Système d'information, 8, 13, 78, 310

Système d'exploitation, 310
 Système informatique, 8, 310
 Sémantique, 80, 308
 Série chronologique, 81, 201, 308
 Tableau de bord, 80
 Tableur, 310
 Tanenbaum, A., 134
 TAO, 143
 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), 311
 Théorie de l'information, 310
 Tirole, Jean, 135
 Token Ring, 310
 Traducteur, 311
 Trafic +, 20
 Traitement de texte, 311
 Trame, 311
 Transcom, 16
 Transistor, 311
 Transmission, 268, 274
 Transpac, 15, 18, 120, 132, 256, 312
 Tresmontant, Claude, 55
 Tuxedo, 164
 Télécommunications, 108, 268
 Télécoms, 13
 Télécopie, 27
 Téléinformatique, 267
 Téléphone, 270
 Téléphonie, 28
 Télésurveillance, 265
 Télétel, 256
 UML, 65, 156, 163, 165, 168
 UML (Unified Modelling Language), 312
 UML (Uniforme Modeling Language), 11
 Université de l'Arizona, 127
 Unix, 133
 Urbanisme du système d'information, 312
 Use case, 313
 Valeurs, 78
 Veltz, Pierre, 13
 Ventana, 116, 127
 Vian, Boris, 98
 Virtuel, 313
 Volle, Michel, 108
 WAN (), 132
 WAN (Wide Area Network), 313
 Winograd, Terry, 121, 130, 134
 Workflow, 58, 61, 62, 65, 69, 71, 73, 101, 102, 133, 142, 144, 147, 149, 156, 161, 162, 174–177, 179, 313
 WWW (World Wide Web), 313
 X25, 17, 25, 26, 313
 X400, 314
 Xerox, 122

Yield management, 87

Économétrie, 211, 289

Équité, 38

Œuvre, 303