

# WebCodex 3.0

Hugues GENVRIN

21 mars 2014

## Résumé

Ce projet est parti du développement à titre personnel d'une base de données documentaire pour les différents services d'une firme pour laquelle je travaillais. Je m'occupais de logistique, plutôt du côté opérationnel, mais j'agrémentais une partie de mon temps libre à ce projet qui me semblait important. Ayant trouvé des écarts entre les nécessités pour répondre à des marchés nouveaux, ou des demandes de la direction, j'ai développé d'une part un système de veille sous un environnement Mediawiki et d'autre part des applications (pour la plupart sous le logiciel Excel) qui exploitaient le jeu de la base de données de la firme par des vues, me permettant de produire les documents demandés. Je me suis dit que dans l'environnement économique actuel, ce type de projet pouvait être intéressant. Malheureusement je n'ai pas réussi à trouver des clients et j'ai donc écarté une exploitation commerciale. Néanmoins j'ai l'idée de le poursuivre prochainement dans un cadre Open-source, le cœur du projet se déplaçant alors vers un registre d'applications pour l'optimisation opérationnelle, qui touche aussi bien l'organisation de tournée, la prévision des commandes, le calcul des besoins, l'émission de documents (Packing-List, Circuit de préparation, Ordres de Fabrication,...), le remplissage de boîtes...

Le projet WebCodex que nous allons présenter doit soutenir un nouveau système de documentation et d'applications pour les firmes qui se déclinent sous trois dimensions : un secteur d'activité, un métier, une firme. Il est le fruit d'une analyse des processus lors d'un cas de mise en place d'un système d'information dans une firme. L'expression de ce projet se situant dans la continuité de la démarche encyclopédiste, ainsi nous utiliserons comme architecture logicielle le projet open-source Mediawiki, qui sert également de support à la fameuse encyclopédie en ligne Wikipédia. Néanmoins nous nous en démarquerons par une méthodologie spécifique et des applications de synthèse, qui s'opposent à la démarche analytique classique d'un système d'information.

# 1 Système d'information

Les systèmes d'information existent depuis la nuit des temps, néanmoins le développement du système numérique décimal, le développement de la statistique, des sciences de la production, du management... évoluant parallèlement aux puissantes innovations technologiques des machines, ont permis de définir un périmètre et des enjeux centraux pour une firme.

## 1.1 Archéologie

La structure des ressources documentaires a largement évolué depuis les peintures rupestres, elle est due à des révolutions techniques et intellectuelles successives :

1. Papyrus (support d'écriture de l'antiquité),
2. Rouleau de papyrus,
3. Parchemins (support principal d'écriture au moyen-âge),
4. Palimpsestes (rouleau ou les feuilles peuvent être effacées et réutilisées),
5. Codex (ensemble de parchemins assemblés dans un format parallélépipédique),
6. Papier (utilisation à partir du XII°),
7. Typographie et imprimerie (1440),
8. L'encyclopédie de Diderot et d'Alembert,
9. Logiciels,
10. Les protocoles internet, web, mail,...
11. Protocoles des supports (image, pdf, xml...)
12. ERP,
13. Wikipédia.

La vision actuelle retenue est de développer des structures documentaires et des applications logicielles qui viendront répondre à des aspects clairement formulés et standardisés dans un cahier des charges de spécificités et de faisabilité, qui permettra d'exprimer les besoins dans l'environnement de la firme.

## 1.2 L'époque des lumières

### 1.2.1 L'encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Si les projets encyclopédistes sont nombreux à l'époque des lumières, on peut faire remonter les premières encyclopédies longtemps avant, parmi plu-

sieurs civilisations. Néanmoins il apparaît clairement que la démarche des lumières s'appuie sur une reproductibilité à la fois d'un point de vue qualitatif et quantitatif relativement simple, grâce à l'invention de l'imprimerie qui date du XV<sup>e</sup> siècle, et offrent à l'encyclopédie de retrouver dans une position centrale du savoir au XVIII<sup>e</sup>. De nombreux projets encyclopédistes se sont développés à l'époque des lumières, on peut citer l'encyclopédie Britannica. A l'origine, on trouvera dans les œuvres de Bacon et Locke l'idée de rassembler le savoir sous la forme d'un livre permettant la diffusion de l'état de tous les savoirs en place. Si le projet de Bacon fut avorté, ce fut Locke qui soumit une méthode pour classer les thèmes à aborder, suivant la structure d'un arbre de Prophyre. On passe alors d'un savoir réservé à des érudits, la forme dominante de la Renaissance, à un savoir qui déploie par l'intermédiaire de l'encyclopédie vers l'ensemble de la société.

L'aventure encyclopédiste démarra en 1709, mais ce fut en 1747 que Diderot et d'Alembert prirent en main le projet. Le physicien Réaumur occupant le poste de directeur de la publication jusqu'en 1750. Dès 1751 le prospectus fut publié et diffusé à 8 000 exemplaires, ce dernier avait pour but de souligner les insuffisances des encyclopédies existantes. Les personnes qui participèrent au projet furent appelés les collaborateurs, on y retrouva des personnes qui étaient exclus des hautes-charges de l'état et de l'église, qui provenaient pour beaucoup du tiers-état. On en compta en tout dans les 150, on y retrouva des personnages célèbres tels Turgot, Necker, Quesnay, Montesquieu, Rousseau, Vaucanson, ou encore Hélivétius. D'Alembert rédigea jusqu'à sa démission en 1758 : 1 600 articles, dont ceux sur les mathématiques, Diderot se consacra aux articles de sciences expérimentales et à la philosophie. Ce furent en tout 4 255 exemplaires de 17 volumes qui furent publiés, dont 7 édités à Paris et 10 à Neuchâtel, entre 1751 et 1772. Le sous-titre fut « Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers », on y trouva alors 71 818 articles occupant 18 000 pages (qui représentent un peu moins de 22 millions de mots). Le plus important contributeur fut Louis de Jaucod qui rédigea 17 395 articles. Le projet occupa 1 000 ouvriers pendant 24 ans. On pouvait distinguer deux types de documents : les textes et les planches. La documentation iconographique constituée par les planches ne fut pas négligée, elle accompagna les débuts de la révolution industrielle avec ses dessins techniques. On remarquera à ce sujet qu'il n'y qu'un article consacré aux machines à feu, avec une planche sur la machine de Newcomen qui l'accompagne. On peut toutefois noter la présence de la machine autoclave de Papin. Par contre, en 1753 on pouvait retrouver un article de d'Alembert consacré aux « Principes de la philosophie naturelle », une des œuvres majeures de Newton, alors que la traduction de la marquise du Châtelet fut publiée à titre posthume quatre ans plus tard. Diderot dira de la qualité des articles : « Parmi quelques hommes

excellents, il y en eu des faibles, de médiocres et de tout à fait mauvais. De là cette bigarrure dans l'ouvrage où l'on trouve une ébauche d'écolier, à côté d'un morceau de maître... ». On découvre là un problème fondamental de toute encyclopédie et plus généralement de tout système d'information que nous proposons d'analyser : le dilemme sur la qualité des informations et les coûts engendrés, qui reste névralgique sachant qu'il traite d'un sujet qui se veut une représentation du savoir universelle à date, et que ce dernier est dynamique. On a donc des coûts de production naturellement élevés, nécessitant une grande expertise et des coûts d'entretien de l'information relatifs aux mises à jours, aux rectifications.

### **1.2.2 L'empreinte de Young sur l'encyclopédie Britannica**

Sa première édition fut publiée entre 1768 et 1771 à Edimbourg sous l'égide de gentlemen écossais, la première phrase de l'introduction replace l'ambition de ce projet dans la philosophie utilitariste : « Utility ought to be the principal intention of every publication ». En 1797, sa troisième édition fit qu'au supplément de 1801 elle atteignit vingt volumes. Le supplément à la sixième édition entre 1816 et 1823 fut marquée par les 63 articles rédigées par Young (on compta 46 biographies) qui représentèrent 380 pages. Alors qu'il était le plus grand homme de science depuis Newton, il composa des articles sur les ponts, la menuiserie, la lumière, l'Égypte, la construction des routes, le langage, les marées, l'intérêt, les poids et mesures, la médecine ou encore les machines à vapeur. On précisera que ce fut dans la librairie-relieur de son employeur que le jeune Faraday qui était alors apprenti, commença à apprendre l'électricité alors qu'il reliait les articles de l'encyclopédie, et qu'il fut alors recommandé au chimiste Davy.

### **1.2.3 Des machines électroniques aux calculateurs**

Gosset qui fut embauché chez Guinness pour améliorer le goût de la bière fut un des précurseurs de l'analyse statistique moderne (En 1908 il inventa le test de student). L'OST n'est pas la première approche scientifique du travail dans sa généralité, puisque Taylor publia seulement en 1911 son principe d'organisation scientifique du travail. On peut se référer à Hacking ou Dérosière pour remarquer comment les nombres sont utilisées à des fins économiques (pour une compagnie ou pour un état), ou découvrir la gestion des ateliers d'Oberkampf pour découvrir que les lignes de production et les techniques d'indiennage obéissaient à des techniques de production avancées, où il existait une méthode. Néanmoins, l'outil de traitement de l'information adéquat pour la firme émergea avec les calculateurs, dont le PC a permis de diffuser

un outil d'exploitation de données standard (grâce au système d'exploitation) d'un grande puissance, inconnue jusqu'alors. Le but étant de traiter des données numériques pour répondre le plus efficacement aux engagements et positions de l'entreprise.

### 1.3 Environnement informatique d'une firme à date

La dénomination d'ordinateur est apparue dans les années 1950, bien que les pays anglo-saxons appellent ce type de machine des « computers », qu'on traduirait plus volontiers par calculateurs. Parallèlement au développement de l'électronique qui s'attache à la fabrication de matériel, la science du calcul « computer science » est une discipline plus méconnue du grand public mais très féconde. On peut penser en tant qu'exemples aux algorithmes de tri rapides, qui font la différence dans l'exploitation quotidienne d'une application. Si pour beaucoup de personnes, on « fait » les choses avec un ordinateur, on pourrait rétorquer que l'ordinateur reste un moyen pour la réalisation d'une finalité qui le dépasse. Le calcul effectif commence dans l'énumération des spécificités, le codage, le test, et la mise en application, avant l'entretien du code (correction des fautes : bugs) et l'amélioration (nouvelles fonctions).

#### 1.3.1 Les ERP : Efficiency Resource Program

Il existe un grand dilemme en informatique qui revient régulièrement et qui à mon sens n'est pas encore clôturé. C'est celui de l'utilisation d'une application centrale versus des applications spécifiques. Il est vrai que l'impossibilité de communiquer entre les applications, conduisant à la double saisie... ont été un problème majeur. Cependant, l'application centrale revêt une dimension de structuration de la base et de paramétrage relativement complexe et non négligeable. Par ailleurs, pour les moyennes entreprises, définir un périmètre de spécificités peut être incompatible avec une flexibilité pour gagner de nouveaux marchés. Si les programmes à la source des ERP sont développés par des entreprises qui ont de gros moyens, appelées éditeurs ; le paramétrage de la base et le développement des interfaces visuelles sont la compétence de sociétés plus « fragiles » et soumises à d'importantes contraintes économiques (marchés, rentabilité...). Les éditeurs d'ERP qui avaient développé initialement ces programmes pour les grandes entreprises ont pris un tournant dans les années 1980 pour viser le marché des petites et moyennes entreprises.

**Définition 1** (ERP). *On appelle ERP une application censée recouvrir toutes les activités d'une firme sous la forme d'un programme unique. Il est constitué par une superstructure d'interfaces visuelles (fiches et grilles) qui exploite une*

*superstructure de données appelée base de données, grâce à des fonctions et procédures implémentées par un éditeur, qui peuvent également être révisées ou complétées par la firme qui le met en place pour la mise en fonction dans le cadre de son client.*

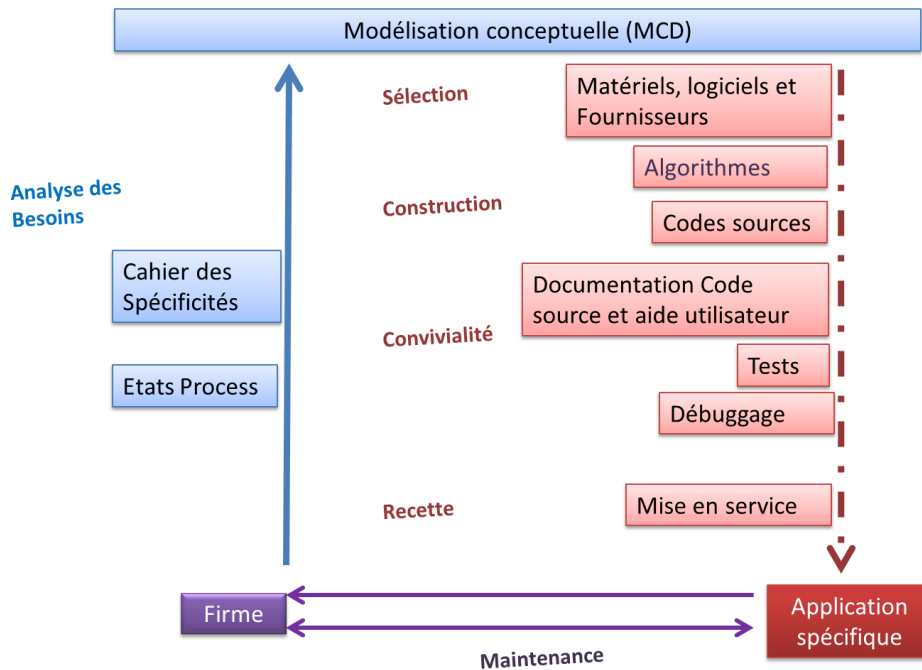


FIGURE 1 – Méthode analytique

Les coûts cachés de l'installation d'un ERP restent importants, les coûts d'immobilisation d'un logiciel sont loin d'être négligeables, et il faut aussi assumer des charges d'exploitation, car l'ERP fait d'une application le cœur incontournable de l'activité d'une firme, donc des profits ; à l'inverse il peut la pénaliser, voire la paralyser ou plus rarement la « couler ». Le développement de l'XML qui permet aux application d'échanger des données structurées entre elles, et la distinction entre base de données et logiciel d'interface visuel sont des atouts qui militent pour une redéfinition du périmètre des applications. L'idée qui nous guide n'est pas de revenir à de multiples applications par secteur d'activité ou par services de la firme, mais de scinder l'exploitation par fonction, de procéder à une utilisation plus rationnelle du système d'information. On retrouve dans la typologie des fonctions d'un système d'information :

1. La réception physique ou électronique,
2. La saisie informatique ou plus rarement papier,

3. L'importation d'informations électroniques,
4. L'utilisation de procédures calculatoires pour traiter, produire des informations (sous formes de documents standardisés ou dédiés),
5. L'exportation et le transfert d'informations, qui s'inscrivent dans la mécanique production, circulation et consommation.

**Formalisation** On appellera  $\overline{LF}_1^0 \times \overline{LF}_2^0$  l'ensemble des ressources informatique de type logiciel formées par les bases et les applications qui sont la propriété de la firme. A fortiori :  $ERP \in \overline{LF}_1^0 \times \overline{LF}_2^0$ .

## 1.4 Qualités d'un système d'information d'une firme

**La facturation** est un énoncé complexe en tant que juxtaposition d'énoncés plus simples, voire atomiques : des champs posés à côté d'un libellé seront intégrés et mis en page suivant une norme précise et présenté dans un format propre à l'entreprise. Précisons toutefois qu'une facture reste un énoncé complexe relativement simple à composer. A vrai dire elle reste composée d'éléments fixes ou calculés et de l'insertions d'énoncés représentés par les lignes de facturation. Il en va autrement de documents d'optimisation, de document d'organisation de chaînes de production, ou de nouveaux documents qu'une firme doit fournir pour accompagner la conquête de nouveaux marchés : par exemple la production de nouveaux catalogues commerciaux sous des contraintes de coûts maîtrisés et de réactivité élevés.

**Définition 2.** *Le système d'information d'une firme a pour but de produire des énoncés plus ou moins complexes pour soutenir l'activité de la firme, faciliter et accompagner les flux physiques, suivre les flux monétaires et participer au développement durable de la firme.*

- (a) On peut retenir plusieurs caractéristiques :
- (b) Il doit être fiable,
- (c) Simple d'utilisation,
- (d) Ne pas buguer,
- (e) Ne pas souffrir de ralentissements ou de plantages,
- (f) Ne pas freiner la firme pour la conquête de nouveaux marchés,
- (g) Couvrir le périmètre d'activité de la firme,
- (h) Être documenté sous forme d'une aide utilisateur et de commentaires des scripts de programmations.

- (i) Son coût d'immobilisation et son coût d'usage doivent être évaluables.

## 2 Proposition de démarcation fonctionnelle pour le SI de la firme

### 2.1 État des lieux

**Pourquoi un ERP devrait-il répondre à tout ?** On pourrait tout aussi bien utiliser un logiciel phare en calcul, comme un tableur pour exploiter en lecture la base de données directe, qui serait alimentée par l'ERP. En étendant ce mode, on peut envisager des applications qui seraient les plus performantes dans leur registre pour exploiter la base du client. Le développement habituel d'un logiciel se décompose en plusieurs phases :

- (a) l'évaluation des besoins,
- (b) la spécification,
- (c) pour produire une application,
- (d) qui sera testée,
- (e) et mise en service.

Le marché des ERP s'est intéressé tout d'abord aux groupes et grandes entreprises au début des années 1980, avant de s'étendre suite à une saturation du marché, à celui des PME. Ils peuvent rapidement devenir des « machines à gaz » qui peuvent asphyxier une firme.

- (a) L'amortissement est long et coûteux, les charges de maintenance restent élevées.
- (b) La maintenance curative qui concerne les fautes logicielles des éditeurs (100 à 200 fautes par kLOC) , est souvent assimilée à la maintenance d'un point de vue général,
- (c) La maintenance adaptative : spécification et évolution du produit, passe en général en tant que nouveaux développements. Les coûts de développement reste : 600 – 800 e individu.jour.
- (d) De plus, si le coût d'entretien d'une ligne de code peut aller jusqu'à 100 fois le coût de création. En bout de chaîne, c'est le travailleur et la firme qui en pâtissent. On trouve ici le point de faiblesse crucial d'un ERP.



- (e) Difficilement conciliable avec la souplesse commerciale pour gagner de nouveaux marchés, voire tester une stratégie commerciale nouvelle, et en général sur la rapidité de réaction. De tous les arguments précédents, on peut conclure que l'interface homme-machine ne doit pas être négligée :
- i. On peut quelques fois être gêné par des chargements longs, ou des lenteurs dans les mises à jour des jeux de données. On sait que lorsqu'un temps de réponse sera supérieur à 10", le travailleur aura de fortes chances de passer à une autre action.
  - ii. La formation de tout employé nécessite un formateur, représente un coût fonction de la rotation des effectifs.
  - iii. On peut aussi relever que le cerveau d'un individu est capable de traiter 126 unités d'information par seconde, soit l'attente prolongée est propice à une déconcentration de l'utilisateur.
  - iv. Pour une concentration optimale du travailleur sur un document électronique, il faut un temps de réponse inférieur à 1 seconde suite à l'action engagée.

On retiendra donc qu'un ERP est certes nécessaire, mais son premier but est de verrouiller la base, les interactions de « front-office » (prise de commandes...) et de « back-office » standardisées (Emission des factures...). Il doit être défini un périmètre de développement sur la période d'amortissement pour une vue pérenne du système d'information de la firme sur cette période. A l'inverse si le projet est mal dimensionné,

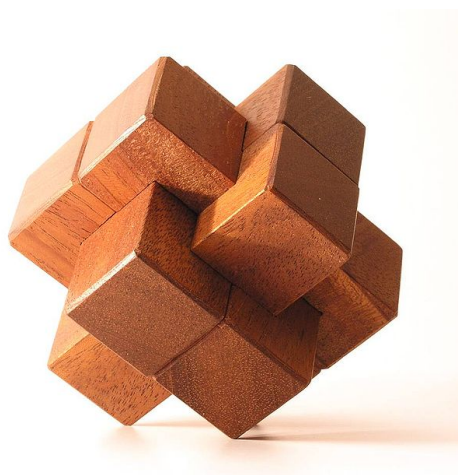


FIGURE 2 – Casse-tête

qu'on doit revenir sur le MDC en cours de phase de développement

voire en maintenance, la mise en place d'un SI peut devenir un véritable casse-tête qui est incompatible avec les exigences de rentabilité d'une firme.

## 2.2 Approche pragmatique

L'informatique est devenue un véritable couteau suisse, par le progrès des capacités mémoire, le progrès des langages de développement : en langage objet en particulier, les distributions du matériel et des applications des ressources d'une entreprise en réseau. Pierce définissait « la pragmatique est une méthode pour établir la signification des mots difficiles ». Nous allons partir de cette conception en l'étendant au domaine et au langage de la firme, du système d'information en particulier. On peut remarquer une chose qui va à l'encontre de l'idée que le pragmatisme serait avant tout l'utile, la maximisation des bénéfices pour l'entreprise. Le sens d'une entreprise n'est pas simple à clarifier, les bénéfices sont le cœur des objectifs de la firme, mais elle doit se développer de manière durable, cette perspective s'oppose à la maximisation à court terme voire à chaque relation commerciale.

Soyons minimalistes, avant de signifier quelque chose, un énoncé doit être produit. Quoique ne pas être capable de produire un énoncé peut se révéler également porteur de significations. Certains énoncés complexes justifient notre approche. Nous proposons alors d'utiliser une méthode hybride dans le prolongement de  $\overline{LF}_1^0$ , sans nuire à l'optimisation du SI, mais en augmentant son rendement.

### 2.2.1 Optimisation et rendement

**La satisfaction** William James écrivait « la vérité et la satisfaction veulent dire la même chose ». On peut dégager plusieurs satisfactions dans la firme :

- (a) Celle des clients,
- (b) Celle du patron,
- (c) Celle des travailleurs.

Dans l'optique d'une satisfaction des préférences, si on pense que le client voudra les produits les moins chers, le patron les bénéfices les plus importants et le travailleurs le salaire le plus élevé, on est dans une perspective qui peut correspondre à une réalité dans certains cas, généralisée à une application au coup par coup, elle n'est pas pragmatique dans le sens d'un développement durable de la firme. En effet,

le bon client pourra vouloir des ristournes, les salariés s'organiseront pour défendre leurs intérêts qu'ils percevront floués. Le patron pourra décider de délocaliser dans des états où les conditions sociales seront nettement plus avantageuses pour sa firme, sans se soucier que la firme est un rouage essentiel qui soutient l'état-social, par cette optique nous rentrons dans un cercle vicieux.

En ce qui concerne le système d'information, les énoncés produits devront maximiser la satisfaction globale de la firme sous la contrainte de ce qu'il peut réaliser, et des conditions dans lesquelles il est capable de les accomplir. En appliquant la définition de William James et en adoptant la définition de la vérité entropique, il devra produire des couples  $(Pr(e), \mathcal{H}) \rightarrow (1, 0)$  où  $e$  est un événement se déployant dans un univers  $\Omega$  représentant l'ensemble des éléments de satisfaction, dont la convivialité. Par ailleurs, la pragmatique impliquera une liberté d'action des travailleurs par un investissement plus grand, ainsi que la participation indirecte d'entités (personnes ou institutions) hors de la firme.

L'enjeu d'une démarche pragmatique s'oppose alors à une conception centralisatrice, voire monopolistique du système d'information de la firme.

## 2.3 Méthodologie

Il paraît donc important de compléter un ERP avec une structure souple et moins coûteuse où les développements peuvent être « mutualisés », de type commercial off-the-selfs (COTS = Composants sur étagères). Ces composants sur étagères ont tout d'abord fait leur apparition dans le domaine militaire, elles sont bien connues des consommateurs finaux par ce qu'on appelle les « Applis » qu'on retrouve pour l'usage des tablettes ou sur un smartphone. La méthode retenue ici est différente que la méthode classique, on part d'une documentation préétablie, et d'une base SQL qui sera supposée exister. Il sera alors créé des pages de spécifications, suivant la méthode formelle. La partie algorithmique étant également incluse dans la structure documentaire avec un accès déterminé par des niveaux de confidentialités. Le code se trouvera de même dans le fichier d'application mais sera inaccessible (mot de passe requis pour ouvrir le fichier et modules de codes verrouillés). L'ensemble des données sera édité et mis à disposition sous une architecture logicielle Wikipédia et hébergée sur un serveur WEB. Les valeurs sont de proposer une approche formelle à des applications,

en jouant la « transparence » sur les spécificités et la modélisation avec les firmes clientes. La méthode formelle pour l'implantation et établir un relais entre spécifications et codage en langage objet permet d'apporter une sécurité, une transparence et une méthode adéquate, pour le côté documentation collaborative, une maîtrise des secteurs abordés dans une optique industrielle et scientifique offrira un soutien ou une veille. On appellera  $\overline{LF}^T$  la classe des langages formels qui ne sont pas la produits par la firme, mais qu'elle pourra utiliser pour produire des énoncés.

### 2.3.1 Méthode hybride par produit cartésien

Décrire un processus en éléments simples et remonter à la source de la production de la description finale revient à appliquer un processus de pensée analytique. Ce type de méthode est utilisé pour passer d'une évaluation des spécificités d'une firme à une mise en forme d'une application informatique. Nous allons faire ici une approche inverse pour un

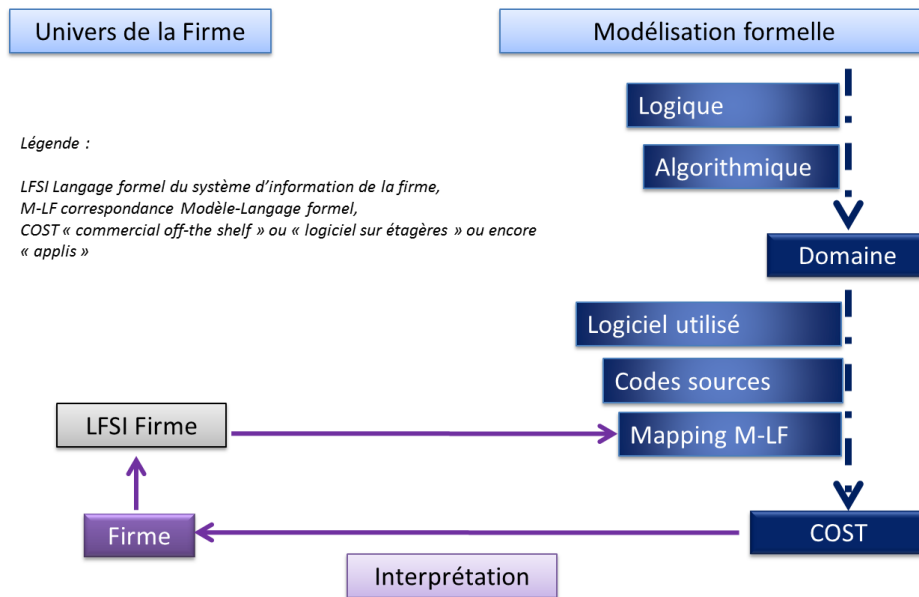


FIGURE 3 – Méthode hybride

certain domaine qu'on appellera synthétique. Bien que l'univers de la firme ne soit pas formalisé en tant que système arkhéctonique couvrant toutes les activités de n'importe qu'elle firme, nous pouvons nous atteler à l'élaboration de systèmes formels de domaines concernant la firme.

Bien entendu comme nous toucherons la superstructure du système d'information, en l'occurrence son jeu de données par l'intermédiaire d'une vue de la base, il convient de détailler la méthodologie de cette approche synthétique.

**L'application** Soient  $LF_1^0$  le langage formel de la base de données et  $LF_2^0$  le langage formel de l'application d'ERP. Alors on peut définir le langage formel de l'ERP par  $LF^0 = LF_1^0 \times LF_2^0$ . Si on appelle la sphère d'activité de la firme  $S$  comme l'ensemble des domaines  $(D_i)_{1 \leq i \leq n_d}$  qu'elle couvre, alors on peut associer à ces domaines des langages formels qui permettent de produire des énoncés  $(e_i)_{1 \leq i \leq n_e}$ . On appelle  $(LF_i^1)$  les langages formels associés à ces domaines, on remarquera qu'il est possible qu'un même langage formel puisse traiter des domaines distincts. On prend pour hypothèse qu'ici la plupart des domaines peuvent être mis en relation avec une restriction du langage formel de l'ERP. On suppose cependant qu'il existe  $D_k \in \bigcup (D_i)_{1 \leq i \leq n_d}$  tel que  $D_k$  ne soit pas recouvert par  $LF^0$ . Néanmoins il existe un langage formel  $LF_\ell^1$  qui peut être mis en correspondance avec le modèle visé. Alors on va construire une application :

$$\begin{aligned} \nu_\alpha : LF_1^0 \times LF_\ell^1 &\rightarrow D_k \\ (j_1^0, \dots, j_m^0, j_1^1, \dots, j_n^1) &\mapsto e_k \end{aligned}$$

Elle fait correspondre à tout jeu de données issus du jeu de la base (on n'exploite pas les éléments de l'interface visuelle dans ce cas) et du langage formel  $LF_\ell^1$  des énoncés du domaine  $D_k$ . En pratique, on obtiendra des jeux de données de la base par des importations dans une feuille de calcul. Ces importations seront modélisées par des vues assez large dans une base SQL et retraitées par des fonctions du classeur personnelles pour alléger le jeu de données relativement au domaine concerné ; une vue pour servir à alimenter plusieurs interprétations dans des domaines distincts. A partir du jeu de données hérité, on utilisera un classeur correspondant à l'application visée qui permettra de mettre en correspondance le jeu de données internes et les variables, les paramètres pouvant être mis à jour une fois pour toute dans un environnement donné. C'est véritablement une application cartésienne qui permettra de produire les énoncés.

Si Curry définissait intuitivement une méthode formelle par :

- (a) Une présentation : comprenant les symboles, les scripts du langage, les procédures...
- (b) La représentation : l'ontologie de la firme dans notre cas,
- (c) L'interprétation.

Nous allons partir d'une arkhéctonique en trois volets :

- (a) Un système formel noté  $SF$ ,
- (b) Un modèle noté  $M$ ,
- (c) Un espace de représentation sémantique de la firme : plus cher, meilleur, rupture de stock, bénéfiques,..

La détermination du modèle passe par la prise en compte de pratiques que le système sera censé « couvrir » : une optimisation de tournée de véhicule, d'un chargement, la production d'un document spécifique comme une liste de colisage. Pour accoupler le  $SF$  et  $M$ , il sera donc nécessaire de procéder à une relation de mise en correspondance entre les éléments de  $SF$  et de  $M$ . L'interprétation implique une classe d'énoncés relativement différente d'un système logique traditionnel. On partira d'énoncés dérivés en langage naturels qui seront relatifs au domaine d'activité de la firme ou modèle couvert. Si la notion de décidabilité est importante, on aura aussi des énoncés devant être optimisés : les approvisionnements en vrac d'une usine ; d'autres qui seront choisis sur des critères de fiabilité ou d'exactitude : une liste de colisage et une facture dont l'ordonnancement des lignes correspondront par exemple à l'ordre inverse de chargement des palettes dans un camion. Les critères de choix d'un énoncé en pourront ne pas être optimisés mais satisfaire les besoins du client.

## 2.4 Questionnaires

Pour répondre aux besoins d'analyse de données de type TQM, Lean-management ou six-sigma, il est prévu d'intégrer un logiciel en ligne de construction et de saisie de questionnaires ou de scores pouvant être utilisé via le web en divers mode : remplissage périodique ou aléatoire, à la demande... Une métastructure d'enregistrement des données existant.

## 3 Exemple d'application : Un circuit de préparation dans un entrepôt

Nous nous proposons de donner le cas d'une optimisation d'un circuit de préparation d'unités logistiques.

### 3.1 Présentation du problème

Un document de préparation  $\text{Doc}_1$  est une grille formée de lignes de préparations. Chaque ligne de préparation  $\ell_i$  étant constituée d'une quantité  $q_i$  d'unités logistiques  $ul(\ell_i)$  et d'un produit  $p_i$  référencés par un ou plusieurs champs qui l'identifient. Le document de préparation doit être réalisé en un temps fini à partir d'une date de remise.

#### 3.1.1 Le document de préparation

**Le produit** est un énoncé qui rassemble des unités élémentaires d'information notées  $up$ , qu'on peut la plupart du temps identifier à des champs de la base : fixes ou calculés. Ainsi tout produit  $p^k = \{up_1^k, up_2^k, \dots, up_n^k\}$ . On pourra définir des classes de produits comme des sous ensembles de l'ensemble de produits, par exemple  $\widehat{up_5^k, up_7^k}$  représentera l'ensemble des produits dont les attributs des unités élémentaires d'information 5 et 7, vaudront les attributs pris par  $p^k$ .

**Les unités logistiques** sont des unités associés à des processus logistiques. Cette dernière étant à date une activité assez large d'une firme, bien qu'initialement elle représentait les opérations de transport. On a entendre la logistique dans son sens maximal, et plus simplement comme une classe particulière de produits. D'n point de vue concret on retrouvera les  $UL_c$  qui seront les unités de vente consommateur aussi notées UVC. Les  $UL_d$  représenteront un ensemble d'unités logistique demandées : sur un bon de préparation pour un client, un bon de transfert inter-magasins. Les  $UL_s$  représenteront les unités logistiques de stockage, et les  $UL_{sd}$  les unités logistiques disponibles à la vente. Dans une autre optique, l'unité de conditionnement élémentaire, l'unité de colisage, et l'unité de palettisation formeront des unités logistiques pour un produit donné.

On peut alors définir une relation de congruence entre des unités logistiques. Soit  $ul_1$  une unité logistique relative à un produit  $p^1$ . On dira que  $ul_2 \cong ul_1(p^1)$  si  $ul_2 \in \overline{p^1}$ . Si  $ul_2 \neq ul_1$  est transformable en  $ul_1$ , alors on pourra dire que  $ul_2 \equiv ul_1(p_1)$ , dans le cas contraire cela pourra correspondre à un produit disponible en matière première mais pas en produit transformable sous les contraintes demandées.

Afin de convertir les unités logistiques, on utilisera une unité logistique élémentaire qui est un sous-ensembles de  $R_*^+$ .

$$\begin{aligned} \epsilon_\alpha : UL &\rightarrow \mathbb{R}_*^+ \times UL_e \\ ul &\mapsto q \times ul_e \end{aligned}$$

Prenons le cas d'une quantité  $q$  d'unités logistiques demandées, représentant  $q \times q_e ul_e$  (unités logistiques élémentaires). Si l'unité logistique demandée n'existe pas en stock, mais qu'on a en disponible  $q' ul_{sd}$  équivalentes au sens précédent, telle que  $\epsilonpsilon(ul_{sd}) = q'_e ul_e$ , alors on pourra couvrir les besoins en produisant les unités logistiques demandées au moyen des unités logistiques en stocks. Soit  $\kappa$  la fonction de production, il faudra utiliser  $\lceil \frac{q_e}{q'_e} \times q \rceil$  unités logistiques disponible.

### 3.2 L'entrepôt de stockage

**C'est une zone de la firme** où sont stockés des produits : au sol ou dans des palettiers. Si les premiers permettent de définir une zone de stockage de masse, ou de stockage temporaire, les palettiers peuvent être alignés en vis-à-vis et définir des allées de circulation pour une préparateur de commandes. Les racks sont formés d'échelles et de lisses qui représentent les supports verticaux et horizontaux, définissant des alvéoles où pourront être stockées des marchandises, par l'utilisation de supports de charges (palettes) ou directement sur des planches en aggloméré sur certaines alvéoles.

**Le matériel** permettra de définir des possibilités et restrictions d'accès à certains emplacements. On inclut l'ensemble vide, une échelle, un transpalette manuel, un transpalette électrique, des chariots élévateurs. On distinguera les différents chariots suivant leur capacité et leur nature : frontal, bi ou tri-directionnel.

A chaque alvéole on pourra définir un ou plusieurs emplacements pour renseigner dans  $LF_1^0$  l'endroit où sont casés l'unité logistique correspondante.

### 3.3 Modélisation

Pour traiter le document, on procédera en deux étapes, on va tout d'abord vérifier que  $ul_d$  sont bien disponibles en stocks, dans le cas contraire on recherchera des unités logistiques disponibles équivalentes. On complète alors le document initial par les unités logistiques à piocher, la quantité et leur représentation en quantité élémentaire, ainsi que l'adresse de l'unité logistique. Ensuite on procédera à l'ordonnancement du circuit pour qu'il soit le plus logique possible. On va devoir passer des paramètres et déclarer des variables.



### 3.3.1 Paramètres

Les paramètres sont des variables qui vont prendre une valeur constante tout au long du circuit. On distinguera les paramètres objectifs et les paramètres subjectifs.

**Les paramètres objectifs** sont relatifs à la structure de l'entrepôt.

Épaisseur d'une lisse	$s_1$
Épaisseur d'une planche d'aggloméré	$s_2$
Hauteur du socle d'une palette à vide	$s_3$
Sens de parcours d'une allée	$\sigma_a(w) = (-1; 1)$
Définition par segment de la hauteur inférieure du support (sol ou agrès) à partir du plan supérieur de positionnement, immédiatement inférieur.	$h_1(e_1, e_3)$
Définition de la hauteur de pose de la première couche de colis reposant sur un support de charge.	$h_2(e_1, e_3)$
Liste des matériels utilisés par le préparateur	$p_i$

FIGURE 4 – Paramètres objectifs

**Les paramètres subjectifs** sont des variables passées en constantes par incomplétude du systèmes d'information existant relativement ces variables, ou par choix d'un responsable. Prenons le cas du volume, de la hauteur d'un colis, cela peut s'avérer extrêmement coûteux et fastidieux pour une firme de prendre les mesures de tous les types de colis qui sont réceptionnés ou produits, destinés à rentrer en stock. Soit

Hauteur d'un colis	$s_4$
Volume d'un colis	$v_1$
Volume d'une couche de colis sur une palette	$v_2$
Hauteur atteignable pour attraper un colis dans un parcours avec le matériel $p_i$	$s_5(p_i)$

FIGURE 5 – Paramètres subjectifs

le nombre d'allées totale de l'entrepôt, il convient de déterminer un

circuit ordonnant les allées à emprunter, les séquences dans une allée, et l'ordonnement des travées. Voici le tableau qui sera à compléter :

Allée	Ordo. allée	Palettier	Séquence	Ordo. travée
A( $e_1$ )	F' <sub>5</sub> ( $e_1$ )		F' <sub>1</sub> ( $e_1$ )	$\sigma_A(e_1)$
AB	1	A	2	1
AB	1	A	2	-1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

FIGURE 6 – Exemple de définition d'un circuit

### 3.3.2 Variables

Désignation	Déclaration	Domaine de définition
Allées	$e_1$	[A, ..., Z, ...]
Travée palettier	$e_2$	[1, ..., $e_2^{max}$ ]
Emplacement dans alvéole	$e_4$	[1, ..., $e_4^{max}$ ]
Nombre d'unités logistique à collecter		$\#(ul_s)$
Equivalence en unités logistiques élémentaires		$\#(ul_e)$
Quantité d'unités logistiques à l'emplacement		$\#ul_s(e_1, e_2, e_3, e_4)$

FIGURE 7 – Liste des variables

**Un emplacement** est déterminé par un quadruplet alphanumérique ( $e_1, e_2, e_3, e_4$ ). On a représenté les palettiers par des lettres de l'alphabet qu'on peut prolonger sur plusieurs caractères si nécessaire, les travées, ainsi que la hauteur et la position dans une alvéole étant représentées par des entiers bornés. Ainsi on pourra avoir pour ensemble de définition des emplacements :  $\mathcal{D}_e = [A, B, \dots, Z, \dots] \times [1, 2, \dots, e_2^{max}] \times [1, 2, \dots, e_3^{max}] \times [1, 2, \dots, e_4^{max}]$ .

### 3.3.3 Contraintes

On va définir une fonction qui va retourner la hauteur de pose d'une unité logistique :

$$P(e_1, e_2) = \sum_{i=0}^{e_2} h_1(e, i) + e_2 \times s_1 + h_2(e_1, e_2) + \lfloor s_4 \times \frac{\#ul_s(e_1, e_2, e_3, e_4)}{v_2} \rfloor.$$

Cela nous permet de déterminer des règle d'affectation de matériel pour atteindre un unité logistique du document de préparation, ce sera une fonction définie par segment.

Hauteur de pose	Matériel
$P(e_1, e_2) \leq p_1$	$P_1$
$p_1 \leq P(e_1, e_2) \leq p_2$	$P_2$
$p_2 \leq P(e_1, e_2) \leq p_3$	$P_3$
$\vdots$	$\vdots$

FIGURE 8 – Règle d'affectation d'un matériel à la collecte d'une ligne de préparation

### 3.3.4 Ordonnement du parcours

On va affecter chaque ligne de préparation d'un ou plusieurs indices permettant d'ordonner la collecte, en y joignant la quantité d'unités logistiques et son équivalent en unités élémentaires à prendre.

On va associer à chaque ligne de préparation le nombre  $i$  définit par :

Fonctions	Objet
$F_1(e) = \#D_a + 1 - F'_1(e_1)$	Retourne l'indice ordonné de passage dans une allée sur le circuit.
$F_2(e) = \#D_{e_2} - e_2 \times \sigma_a(e_2)$	Renvoie l'indice de parcours d'une travée de l'adresse de stockage d'un palettier.
$F_3(e) = e_4$	Retourne la partie de l'adresse de stockage où l'on collecte les unités logistiques.
$F_4(e) = e_3 + 1$	Indique le niveau du plan de l'adresse de stockage, sachant qu'on collecte de bas en haut à partir du sol.
$F_5$	Extrait l'indice représentant les couples Allées/Palettier de même indice de passage pour ordonner les séquences sur ces allées.
$F^*$	sera une fonction indicatrice pour savoir s'il faut casser une unité logistique.

FIGURE 9 – Fonctions intermédiaires

$$i = F_1(e) \times 10^8 + F_2(e) \times 10^6 + F_3(e) \times 10^4 + F_4(e) \times 10^2 + F_5(e) \quad (1)$$

qui permettra alors d'ordonner le circuit de préparation.

### **3.4 Le COST associé**

On retiendra pour cette application l'usage du tableur Excel, qui permet d'importer aisément des jeux de la base et d'utiliser des modules en visual basic application pour procéder à au mapping et au traitement. L'application existe dans le cadre d'une entreprise, le codage n'est pas mis en ligne pour des raisons de confidentialité, cependant une version neutre est en cours de finition.

## 4 Définitions

**Taille entreprise** On retient la classification des entreprises suivant la norme Européenne de 2011 :

Dénomination	Nbre Salariés		Relation	CA	Relation	Bilan sup
	Min	Inf	logique	Max	logique2	Max
Micro-entreprise				82 M€		
Très petite Entreprise		10	ou	2 M€	et	2 000.00 €
Petite Entreprise	10	49	et	10 M€	ou	1 000.00 €
Moyenne entreprise	50	249	et	50 M€	ou	43 000.00 €
Grande entreprise	250					

FIGURE 10 – Classification des firmes.

**Arckéctonique de la firme** Constitue les principes fondamentaux de la firme, l'ontologie pour décrire les produits, les méthodes et fonctions.

**Calcul** Au sens large, un calcul est un traitement opérationnel s'effectuant entre des entrées et des sorties de données suivant le modèle de la boîte noire. Un processus informatique est donc un calcul.

**Codex** Le Codex est le premier document de l'histoire de l'humanité sous la forme d'un support parallélépipédique. D'invention Romaine, il a remplacé le palimpseste (rouleau de parchemins se déroulant), et précédé le livre in folio.

**Documentation collaborative** Documentation à laquelle différents individus identifiés peuvent accéder en mode de création, modification, d'édition, suivant des paramètres de groupes d'utilisateurs prédéfinis par un administrateur.

**Documentation opérationnelle** Une documentation opérationnelle est une documentation relative à l'exécution d'un processus opérationnel, elle inclut les spécifications, les algorithmes, et le fichier applicatif directement exécutable par l'utilisateur. Elle ne fait donc pas que décrire un processus opératoire.

**Base de données informatique** C'est une structure et un moyen de stockage des données sur une machine qui vont être utilisées par une ou plusieurs autres machines par l'intermédiaire de logiciel dédié à la production ou l'exploitation d'information dans la base. La plupart des bases de données sont de type relationnelles, qui est une forme d'algèbre relationnelle.

**ERP** Logiciel qui prend en charge l'ensemble des activités d'une entreprise. Ces logiciels sont édités par des très grosses entreprises (SAP, Micorsoft,..) et sont paramétrés par des entreprises intermédiaires (prestataires informatiques).

**Formalisation** C'est un langage objet sensé représenter un domaine d'application, il définit une ontologie, les relations, les fonctions qui vont décrire une tâche ou un ensemble de tâches au sein de l'univers modélisé (l'univers d'une firme par exemple).

**kLOC - Millier Lignes de code logique** C'est le nombre de milliers de lignes logiques d'un code informatique.

**Logiciel open source** La désignation open source, ou « code source ouvert », s'applique aux logiciels dont la licence respecte des critères précisément établis par l'Open Source Initiative, c'est-à-dire les possibilités de libre redistribution, d'accès au code source et de créer des travaux dérivés. (source : Wikipédia)

**Licence publique générale GNU - GNL** C'est un protocole de licence qui a offre la liberté d'exécuter le logiciel dans n'importe quel usage (Source wikipédia).

**Logiciel** C'est un programme qui va permettre d'exploiter les capacités de la machine pour répondre à des applications réelles.

**Marché du calcul** Le calcul concerne un ensemble large d'applications informatique. Le terme d'ordinateur en français a commencé à être utilisé dans les années 1950, cependant les anglo-saxons préférèrent le terme de « computer » qui signifie calculateur, il existe une discipline appelée « Computer Science » : Science du calcul. Le marché du calcul

concerne l'ensemble des services et productions informatiques dédiées en partie ou totalement au calcul.

**Marché de l'optimisation** L'optimisation concerne l'amélioration du traitement des flux et des informations sous des contraintes.

**Médiawiki** Le logiciel Média wiki, permet de développer des contenus propres à un domaine, à un groupe bien défini d'individus, suivant la trame de l'encyclopédie en ligne.

**Optimisation combinatoire** L'optimisation combinatoire concerne des problèmes complexes ( $P=NP$ ). Cette discipline est stimulée par le fait que la recherche de la solution optimale passant par l'évaluation de l'ensemble des combinaisons est irréalisable en un temps acceptable.

**Ordinateur** C'est une machine physique permettant le traitement d'information électronique de haut niveau.

**Wikipédia** Wikipédia est une encyclopédie en ligne qui exploite un logiciel open-source sous licence GNU, pour éditer des documentations collaboratives dans un périmètre défini par un administrateur. L'encyclopédie, qui est bien connue des internautes permet ce qu'on appelle une gestion collaborative, où les utilisateurs peuvent participer à l'édition du contenu. C'est une application de type media social qui symbolise le succès du WEB 2.0. Le nombre d'utilisateurs de Wikipédia en France est supérieur à un Million.

**Ontologie** L'ontologie dans la firme est la mise à plat de tout ce qui fait qu'une firme « est ». On y retrouve le sens des termes, les notions de produits, les implications, les connexions...

**Tableur** C'est un programme informatique qui manipule des feuilles de calculs et permet des traitements numériques de haut-niveau associés.

**WebCodex** Documentation collaborative et opérationnelle offrant aux utilisateurs la possibilité : Développer un outil de veille et de partage de l'information au sein de la firme et télécharger des applications,

relatives aux pages présentées, pour être exploitées dans le domaine opérationnel de la firme.



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Système d'information</b>	<b>2</b>
1.1	Archéologie . . . . .	2
1.2	L'époque des lumières . . . . .	2
1.2.1	L'encyclopédie de Diderot et d'Alembert . . . . .	2
1.2.2	L'empreinte de Young sur l'encyclopédie Britannica . . . . .	4
1.2.3	Des machines électroniques au calculateurs . . . . .	4
1.3	Environnement informatique d'une firme à date . . . . .	5
1.3.1	Les ERP : Efficience Ressource Program . . . . .	5
1.4	Qualités d'un système d'information d'une firme . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Proposition de démarcation fonctionnelle pour le SI de la firme</b>	<b>8</b>
2.1	État des lieux . . . . .	8
2.2	Approche pragmatique . . . . .	10
2.2.1	Optimisation et rendement . . . . .	10
2.3	Méthodologie . . . . .	11
2.3.1	Méthode hybride par produit cartésien . . . . .	12
2.4	Questionnaires . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Exemple d'application : Un circuit de préparation dans un entrepôt</b>	<b>14</b>
3.1	Présentation du problème . . . . .	14
3.1.1	Le document de préparation . . . . .	14
3.2	L'entrepôt de stockage . . . . .	16
3.3	Modélisation . . . . .	16
3.3.1	Paramètres . . . . .	16
3.3.2	Variables . . . . .	17
3.3.3	Contraintes . . . . .	18
3.3.4	Ordonnancement du parcours . . . . .	18
3.4	Le COST associé . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Définitions</b>	<b>20</b>