

Webcodex

Hugues GENVRIN

Le projet WebCodex que nous allons présenter doit soutenir un nouveau système de documentation et d'applications pour les firmes quoi se déclinera 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 est dans la continuité de la démarche encyclopédiste, ainsi nous utiliserons comme architecture logicielle le projet open-source Mediawiki, qui sert également de support à l'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 classique

1 Dans la continuité de l'encyclopédie

Si les projets encyclopédistes sont nombreux à l'époque des lumières, on peut faire remonter les premières encyclopédies longtemps avant et dans de nombreuses 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^e siècle, et permettent à l'encyclopédie de retrouver dans une position centrale des savoir au XVIII^e. De nombreux projets encyclopédistes se sont développés à l'époque des lumières, on peut citer l'encyclopédie Britannica. A l'origine, on peut trouver 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 des 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 Porphyre. On passe alors d'un savoir réservé à des érudits, qui était le savoir de la Renaissance, à un savoir qui déploie par l'intermédiaire de l'encyclopédie vers l'ensemble de la société.

1.1 L'encyclopédie de Diderot et d'Alembert

Si le projet encyclopédiste démarra en 1709, 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 fut publié le prospectus qui fut diffusé à 8 000 (à vérifier) 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 personnalités célèbres tels Turgot, Necker, Quesnay, Montesquieu, Rousseau, Vaucanson, ou encore Hélovétius. Si 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 Jaucourt 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 n'est pas à négliger, car 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 remarquer la présence de la machine autoclave de Papin. 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 voit là un problème fondamental de toute encyclopédie et plus généralement de tout système d'information que nous proposons d'analyser. Le dilemme s'appuie sur qualité des informations et les coûts, il est plus 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 Qualités d'un système d'information

1. On peut retenir plusieurs caractéristiques :
2. Il doit être fiable,
3. Simple d'utilisation,
4. Ne pas buguer,
5. Ne pas souffrir de ralentissements ou de plantages,
6. Ne pas freiner la firme pour la conquête de nouveaux marchés,
7. Couvrir le périmètre d'activité de la firme,
8. Etre documenté sous forme d'une aide utilisateur et de commentaires des scripts de programmations.
9. Son coût d'immobilisation et son coût d'usage doivent être appréciables.

2 Démarcation de l'approche

2.1 État des lieux

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

1. Parchemins,
2. Palimpsestes,
3. Codex,
4. Papier,
5. Imprimerie,
6. L'encyclopédie de Diderot et d'Alembert,
7. Logiciels,
8. Les protocoles internet, le protocole pdf,
9. ERP,
10. 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 d'une firme.

2.1.1 Environnement informatique d'une firme

2.1.1.1 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 paramètre de spécificités peut être incompatible avec une flexibilité pour gagner de nouveaux marchés. Si les programmes de base des ERP sont développés par des entreprises qui ont de gros moyens, appelés 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 développés initialement ces programmes pour les grandes entreprises ont pris un tournant dans les années 1980 pour viser le marché des petites et moyennes entreprises (cf Charles Handy).

Definition 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.

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 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 procédure calculatoire pour traiter, produire des informations (sous formes de documents standardisés ou dédiés),

5. L'exportation et le transfert de d'informations. Qui s'inscrivent dans la mécanique production, circulation et consommation.

2.1.1.2 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 elle serait alimentée par l'ERP. En étendant ce mode, on peut envisager des applications qui seraient les meilleures dans leur registre pour exploiter la base du client. Le développement habituel d'un logiciel se décompose en : l'évaluation des besoins, la spécification, pour produire une application, qui sera testée 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 sur celui des PME. Ils peuvent rapidement devenir des "machines à gaz" qui peuvent asphyxier une firme.

- a. Amortissement est long et coûteux, les charges de maintenance 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 + évolution du produit, qui sont passés en général en tant que nouveaux développements. Les coûts de développement reste: 600 – 800.
 - 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. C'est sans doute là 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 est à ne pas "négliger" :
 - 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. 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.
 - iii. 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.
 - iv. L'informatique est devenu un 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.
- 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.

2.2 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-shelfs (COTS = Composants sur étagères). Ces composants sur étagères ont fait leur apparition dans le domaine militaire, elles sont bien connues des utilisateurs 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 (Cf. Page 6). 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 inaccessibles (mot de passe requis pour ouvrir le fichier et modules de codes verrouillés). L'ensemble des données sera éditée et mise à disposition sous une architecture logicielle Wikipédia et hébergée sur un serveur WEB. Mes 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.

2.2.1 Méthode

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, qu'on appellera synthétique. Bien que l'univers de la firme ne soit pas formalisé en tant que système arkétonique 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.

Si Curry définissait intuitivement une méthode formelle par :

- i.Une présentation : comprenant les symboles, les scripts du langages, les procédures,...
- ii.La représentation,
- iii.L'interprétation.

Nous allons partir d'une arkhétonique en trois volets :

- i.Un système formel noté *SF*,
- ii.Un modèle noté *M*,
- iii.Un espace de représentation sémantique de la firme

: plus cher, meilleur, rupture de stock, bénéfices,..

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, et d'autres qui seront choisis : 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.

3 Définitions

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

3.0.0.2 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.

3.0.0.3 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 parchemin (rouleau se déroulant), et précédé le livre in folio.

3.0.0.4 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.

3.0.0.5 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 opérateur.

3.0.0.6 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.

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

3.0.0.8 Formalisation C'est un langage objet sensé représenter un domaine d'application, il définit une terminologie, 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).

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

3.0.0.10 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)

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

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

3.0.0.13 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 préfèrent 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.

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

3.0.0.15 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.

3.0.0.16 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.

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

3.0.0.18 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.

3.0.0.19 Terminologie La terminologie dans la firme est la mise à plat de tout ce qui fait qu'une firme existe. On y retrouve le sens des termes, les notions de produits, les implications, les connexions...

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

3.0.0.21 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.

4 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. Le projet WebCodex que nous allons présenter doit soutenir un nouveau système de documentation et d'applications pour les firmes qui se déclineront 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.

5 Positionnement du problème

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

5.1 Présentation du problème

Un document de préparation Doc_1 est une grille formée de lignes de préparations. Chaque ligne de préparation ℓ_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.

5.1.1 Le document de préparation

5.1.1.1 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 $\overline{up_5^k, up_7^k}$ représentera l'ensemble des produits dont les attributs des unités élémentaires d'information 5 et 7, vaudront les attributs pris par p^k .

5.1.1.2 Les unités logistiques sont des unités associées 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 entendu la logistique dans son sens maximal, et plus simplement comme une classe particulière de produits. D'un 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 logistiques 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-ensemble de R_*^+ .

$$\varepsilon_\alpha : UL \rightarrow R_*^+ \times UL_e$$

$$ul \mapsto q \times ul_e$$

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 $\varepsilon(ul_{sd}) = q' ul_e$, alors on pourra couvrir les besoins

en produisant les unités logistiques demandées au moyen des unités logistiques en stocks. Soit κ la fonction de production, il faudra utiliser $\lceil \frac{q_e}{q_e} \times q \rceil$ unités logistiques disponibles.

5.2 L'entrepôt de stockage

5.2.0.1 *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.

5.2.0.2 *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.

5.3 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 procéder à l'ordonnancement du circuit pour qu'il soit le plus logique possible. On va devoir passer des paramètres et déclarer des variables.

5.3.1 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.

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

5.3.1.2 *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 le nombre d'allées totale de

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

Fig. 1. Paramètres objectifs

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	$s_5(p_i)$

Fig. 2. Paramètres subjectifs

l'entrepôt, il convient de déterminer un circuit ordonnant les allées à emprunter, les séquences dans une allée, et l'ordonnancement des travées. Voici le tableau qui sera à compléter :

Allée	Ordo. allée	Palettier	Séquence	Ordo. travée
A(e_1)	$F'_5(e_1)$		$F'_1(e_1)$	$\sigma_A(e_1)$
AB	1	A	2	1
AB	1	A	2	-1
:	:	:	:	:

Fig. 3. Exemple de définition d'un circuit

5.3.2 Variables

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

Fig. 4. Liste des variables.

5.3.2.1 *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 : $D_e = [A, B, \dots, Z, \dots] \times [1, 2, \dots, e_2^{max}] \times [1, 2, \dots, e_3^{max}] \times [1, 2, \dots, e_4^{max}]$.

5.3.3 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 une 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

Fig. 5. Règle d'affectation d'un matériel à la collecte d'une ligne de préparation.

5.3.4 Ordonnancement 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

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.

Fig. 6. Fonctions intermédiaires.

nombre i définit par :

$$i = F_1(e) \times 10^8 + F_2(e) \times 10^6 + F_3(e) \times 10^4 +$$

$$F_4(e) \times 10^2 + F_5(e)$$

qui permettra alors d'ordonner le circuit de préparation.

5.4 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.

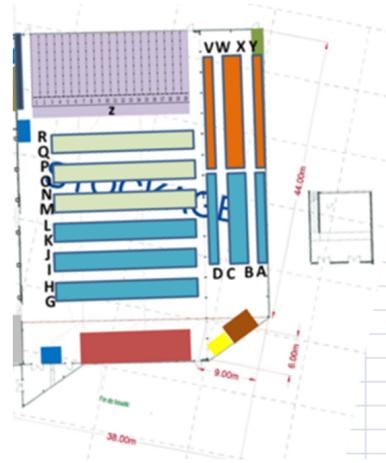


Fig. 7. Plan entrepôt.