



6^e édition

Michel Roux

Entrepôts et magasins

Tout ce qu'il faut savoir pour concevoir
une unité de stockage.

EYROLLES



Entrepôts et magasins

Ce livre très complet, entièrement remis à jour, est devenu une véritable bible pour tous les responsables logistiques.

La démarche proposée permet de concevoir une installation de stockage et de préparation de commandes rationnelle et performante, mais aussi d'améliorer un magasin existant. Chaque responsable en charge d'un tel projet y trouvera les éléments utiles pour répondre à sa problématique.

L'ouvrage couvre toutes les étapes du processus, allant de l'étude à la réalisation du projet. L'auteur y analyse les besoins et présente les moyens disponibles sur le marché pour les satisfaire : équipements statiques et mobiles, logiciels, sans oublier les ressources humaines, la sous-traitance ou la sécurité.

Pour répondre aux problématiques du moment, l'auteur développe deux nouvelles thématiques : les capteurs spécifiques et l'entrepôt durable.

Pour aller plus loin, le lecteur pourra consulter *Optimisez votre plate-forme logistique*, chez le même éditeur, qui regroupe les données numériques nécessaires lors de la conception d'un entrepôt.

Consultant indépendant en productique et en intra-logistique, **Michel ROUX** est également concepteur d'outils méthodologiques. Il est l'auteur de plusieurs ouvrages concernant les plates-formes logistiques et les appels d'offre.

Entrepôts et magasins

Groupe Eyrolles
61, bd Saint-Germain
75240 Paris Cedex 05
www.editions-eyrolles.com

Du même auteur avec Tong Liu, chez le même éditeur :

Optimisez votre plate-forme logistique, 3^e édition

Cet ouvrage est la suite logique de l'ouvrage Entrepôts et magasins. En quelque sorte, il en constitue le tome 2. Il comprend trois parties, un aide-mémoire contenant de nombreuses données numériques (dimensions, temps, vitesse, etc.), un outil d'auto-audit de 300 questions avec le référentiel associé sur CD-rom et, enfin, tout une série d'exercices accompagnés de leur corrigé.

Du même auteur, chez le même éditeur :

Appels d'offres

L'auteur détaille la procédure à suivre pour rédiger un cahier des charges, élaborer une offre puis analyser les offres afin de les comparer. De nombreux exemples sont tirés de projets logistiques.

Du même auteur avec Gilles Fleury aux éditions Lavoisier:

Pilotez votre plate-forme

Cet ouvrage décrit tout ce qu'il faut savoir au sujet des logiciels de gestion d'entrepôt, WMS et WCS.

Pour entrer en contact avec l'auteur : microux@club-internet.fr

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'Exploitation du Droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 1995, 2001, 2003, 2008, 2011, 2015
ISBN : 978-2-212-56176-0

Michel Roux

ENTREPÔTS ET MAGASINS

Tout ce qu'il faut savoir pour concevoir
une unité de stockage

Prix littéraire 2011 de *Supply chain magazine*
avec le concours de Generix Group

Sixième édition

EYROLLES



SOMMAIRE

Introduction	1
---------------------------	---

Partie 1 - Méthodologie : les différentes phases de conduite d'un projet

Introduction	9
1. Sites existants, nouveaux entrepôts, transferts	9
2. Les différentes phases d'un projet	10
Chapitre 1 Les phases d'études	11
1. Le plan directeur	11
2. L'avant-projet sommaire.....	12
3. L'avant-projet détaillé	14
Chapitre 2 Les phases de simulation de validation de conception	21
1. Les logiciels dédiés.....	21
2. Les logiciels généraux.....	22
Chapitre 3 Les phases de réalisation	25
1. Les consultations	25
2. Les contrats de travaux	28
3. La direction des travaux.....	32
4. Les recettes.....	32
5. Les transferts.....	35
6. La mise en exploitation.....	35
7. La disponibilité.....	35
Chapitre 4 Le planning d'un projet	37
1. Les risques de dérive	37
Chapitre 5 Les conditions de la réussite	41
1. Le vrai problème des études gratuites	41
2. Résister à la tentation de vouloir aller trop vite	43
3. Éviter les oublis	44
4. Associer les flux physiques et d'informations	45
5. Préparer les futurs exploitants	45

Partie 2 - Concevoir la partie physique du magasin

Chapitre 6 Les décisions pré-requises	49
1. Le nombre d'entrepôts.....	49
2. La situation de l'entrepôt.....	50
3. La définition du stock à accueillir.....	51
4. La définition des contraintes transport.....	51
5. Le format des cartons détail et le calage.....	52
Chapitre 7 Les données statiques	55
1. Les familles logistiques.....	55
2. Les articles.....	58
3. Les conditionnements collectifs.....	58
4. Les conditionnements intermédiaires.....	62
5. Les données logistiques.....	62
6. La quarantaine.....	63
Chapitre 8 Le dimensionnement statique des besoins	65
1. La volumétrie du stock.....	65
2. Les saisonnalités.....	65
3. L'évolution dans les cinq ans à venir.....	66
Chapitre 9 Les données dynamiques	67
1. Les différents flux.....	67
2. Les flux d'arrivée.....	67
3. La préparation de commandes.....	69
4. Les retours et les litiges.....	70
5. Les flux sortants.....	71
6. Les flux internes annexes.....	71
7. Les opérations à valeur ajoutée.....	73
8. Le classement ABC.....	75
Chapitre 10 Le dimensionnement dynamique	77
1. Le calcul des flux.....	77
2. Les variations de flux.....	77
3. Les périodes dimensionnantes.....	78
4. Le schéma des flux.....	79

Partie 3 - Concevoir les différentes zones fonctionnelles de l'entrepôt

Chapitre 11 La conception de l'amont et du stockage	83
1. La zone de rétention entre production et magasin.....	83
2. Les quais d'arrivée.....	84
3. Les zones de contrôle.....	89

4. Les zones de conditionnement ou reconditionnement.....	90
5. Les zones de quarantaine	90
6. La pertinence d'un stock unique.....	91
7. La définition des volumes du palettier	93
8. L'automatisation du stockage.....	101

Chapitre 12 La conception de la préparation de commandes et de l'aval.....

de commandes et de l'aval.....	105
1. Les éléments à prendre en compte.....	105
2. L'organisation des prélèvements	106
3. Le transfert des prélèvements.....	112
4. Les grands modes de préparation	114
5. Optimisation des mouvements	117
6. Le contrôle pondéral	117
7. Le dimensionnement des zones de préparation	120
8. La zone de consolidation.....	125
9. Les zones d'emballage.....	126
10. Les zones de contrôle départ	126
11. Les zones d'attente de départ.....	126

Chapitre 13 Le cross-docking.....

13	129
1. La terminologie	129
2. Le principe	130
3. Les avantages attendus.....	131
4. Les principales questions.....	132
5. Les références éligibles à ce type d'organisation.....	133
6. Les différentes stratégies envisageables	133
7. Un compromis, le « Put to store ».....	137
8. Les équipements dédiés.....	139
9. L'impact du X-dock sur le bâtiment.....	141
10. Conclusion du chapitre	141

Chapitre 14 La conception globale avec les zones annexes.....

14	143
1. Le stockage des palettes vides.....	143
2. Les allées de circulation	143
3. Les circulations de sécurité.....	144
4. Les magasins traversants et les quais départ.....	144
5. Les locaux techniques	145
6. Les bureaux et salles de réunion	147
7. Les locaux sanitaires et sociaux	147
8. L'implantation générale	148

Chapitre 15 Les spécificités dues à l'activité.....

15	149
1. La grande distribution.....	149
2. Les produits surgelés.....	153

3. Le textile.....	154
4. Le luxe	158
5. Les produits de santé	161
6. Le livre	165
7. Le e-commerce.....	169
8. Les pièces de rechange.....	173
9. Les bibliothèques.....	175
10. Les entrepôts de denrées animales.....	176
Chapitre 16 Le choix du terrain.....	177
1. Les qualités requises du terrain	177
2. Les qualités requises de l'environnement.....	178
Chapitre 17 Le bâtiment.....	179
1. La construction.....	179
2. Les sols.....	180

Partie 4 - Les différents équipements

Chapitre 18 Les équipements statiques	185
1. Les palettiers.....	185
2. Le stockage des charges longues.....	190
3. Les casiers	191
4. Le stockage mobile.....	191
5. Le stockage dynamique	193
6. Le stockage à accumulation.....	194
Chapitre 19 Les équipements mobiles	195
1. Les transpalettes	195
2. Les gerbeurs à bras porteurs.....	196
3. Les chariots élévateurs à fourches frontales.....	196
4. Les chariots à mât rétractable	198
5. Les chariots à fourche tridirectionnelle	199
6. Les chariots à fourche bidirectionnelle.....	201
7. Les chariots préparateurs	202
8. Les chariots combinés	203
9. Les chariots omnidirectionnels	205
10. Remarques générales sur les batteries	206
11. Les transtockeurs	207
12. Le stockage automatique à chariots autonomes	215
13. Les armoires rotatives	217
14. Les silos à tiroirs	218
15. Les carrousels	218
16. Les systèmes multi-navettes	219

17. Les automates de préparation de commandes.....	220
18. L'accueil des prélèvements manuels	221
19. Les robots préparateurs.....	222
20. Les palettiseurs	223
21. Les différents convoyeurs.....	223
22. Les chariots autoguidés.....	225
23. Les machines de tri.....	226
24. Les machines d'emballage.....	231
25. Le chargement global	232
Chapitre 20 Les capteurs spécifiques	235
1. L'importance des capteurs	235
2. Les deux grandes familles	236
3. Les différents types d'informations à acquérir	236
4. Conclusion du chapitre	254
Chapitre 21 Le calcul des temps opératoires	255
1. Méthode de calcul.....	255

Partie 5 - Le logiciel de gestion d'un magasin générique

Chapitre 22 La gestion du magasin.....	261
1. Remarques préliminaires	261
2. La gestion des stocks et la gestion du magasin	261
3. La gestion des données techniques	264
4. La gestion de l'activité globale.....	267
5. Historisation de l'activité.....	269
6. La traçabilité.....	269
7. La gestion des entrées magasin	270
8. La gestion des emplacements	275
9. La gestion des palettes prisonnières	276
10. La gestion des mouvements internes.....	277
11. Les contrôles périodiques	279
12. Les inventaires.....	280
13. La gestion des préparations de commandes	281
14. La gestion des sorties.....	289
15. Affectation des zones.....	291
16. L'annulation de commande tardive.....	291
17. La gestion des chargements	291
18. La génération des documents d'expédition	292
19. La préfacturation	293
20. Les sorties exceptionnelles.....	293
21. Les programmes utilitaires	293
22. Des fonctions annexes.....	295

23. Les apports d'une gestion informatisée	296
Chapitre 23 Les moyens à mettre en œuvre	297
1. Les moyens logiciels.....	297
2. Les moyens matériels.....	299
Chapitre 24 L'identification automatique et les terminaux mobiles.....	301
1. L'identification automatique	301
2. Ce qui peut être identifié	305
3. Les saisies que l'on peut automatiser	306
4. Le choix d'un code.....	309
5. L'impression des codes à barres	311
6. Les apports de l'identification automatique.....	312
7. Les terminaux mobiles.....	313
Chapitre 25 Les marches exceptionnelles.....	315
1. La mise en place du système	315
2. Les marches dégradées	316
Chapitre 26 Les tableaux de bord de l'entrepôt	319
1. Les tableaux de bord : outils du management.....	319
2. Le suivi des indicateurs internes	320
3. L'image de l'inventaire.....	324
4. Le suivi de l'activité.....	324
5. Le suivi de la productivité.....	327
6. Le suivi de la qualité.....	328
7. Le suivi de la sécurité	331
8. Le journal de bord.....	331
9. La génération de rapports	332

Partie 6 - La sécurité

Chapitre 27 La sécurité de l'entrepôt	335
1. La complexité du problème.....	335
2. Les différents acteurs de la démarche	336
3. Les principaux textes législatifs et réglementaires.....	340
4. La logique de la démarche	346
5. La nature des risques potentiels	347
6. L'importance du facteur temps.....	347
7. Les chocs.....	350
8. L'incendie.....	352
9. L'explosion	359
10. L'inondation	360
11. La pollution de l'air	361
12. La pollution de l'eau.....	361

13. Le cas particulier des aérosols	362
14. Les risques particuliers.....	363
15. Les salles de charge des batteries.....	363
16. Les sprinkleurs.....	364
17. La raréfaction d'oxygène	369
18. Les consignes de sécurité.....	370
19. Le transport	370
20. Le dossier de demande d'autorisation.....	374
21. Les équipes de secours	375
22. Les audits	376
23. Les textes réglementaires	376
Chapitre 28 Proposition d'audit de sécurité	379
1. Méthode proposée.....	379
2. Les fiches guides.....	379

Partie 7 - L'entrepôt durable

Chapitre 29 L'entrepôt durable	391
1. La réglementation thermique (RT).....	391
2. La démarche HQE®	392
3. Les coûts	399
4. Quelques textes.....	400
5. Quelques sites	400

Partie 8 - Améliorer une unité de stockage

Chapitre 30 Méthode d'amélioration rapide d'un entrepôt	403
1. Initialisation du projet.....	403
2. Rationalisation du stock.....	404
3. Validation des données	405
4. Optimisation des trajets	405
5. Mécanisation et automatisation	405
6. Prise de décisions	406
7. Les fiches guides.....	407

Partie 9 - Changer de site

Chapitre 31 Le transfert d'entrepôt	425
1. Remarque liminaire.....	425
2. Les difficultés de l'opération	425
3. La poursuite de l'activité.....	426

4. Le suivi des références.....	426
5. Les inventaires.....	426
6. Les changements	427
7. Les formations complémentaires.....	429
8. Le surcroît d'activité	429
9. Le temps imparti au transfert.....	431
10. Le déverminage de la nouvelle installation	431
11. La réutilisation d'équipements existants.....	431
12. Les contraintes des systèmes informatiques.....	432
13. Le choix des bonnes unités d'œuvre.....	433
14. Le cahier des charges d'un transfert	433
15. Le planning d'un transfert.....	435

Partie 10 - Faire ou faire faire

Chapitre 32 Les ressources humaines	441
1. La définition des postes	441
2. La description des postes	444
3. Les « bonnes pratiques ».....	444
Chapitre 33 La sous-traitance logistique	445
1. Estimation du coût des prestations internes.....	445
2. Estimation de la qualité de service.....	446
3. La rédaction du cahier des charges.....	446
4. Sommaire proposé.....	447
5. Questionnaire type de recueil de données	451
Conclusion	455
Mémento pratique	457

INTRODUCTION

1. LA COMPLEXITÉ DES MAGASINS

Lorsqu'un automobiliste aperçoit de l'autoroute un beau parallélépipède aux façades bien lisses et vierges de toute ouverture, il peut être tenté de croire que l'intérieur de cet entrepôt procède de la même simplicité. Il n'en est rien ; les entrepôts modernes abritent des fonctions de plus en plus sophistiquées.

Les critères de complexité sont multiples. On évoque souvent le volume du stock à entreposer pour décrire un magasin ou encore sa surface ; mais il existe de très vastes entrepôts à la fois simples à concevoir et à gérer car les références qu'ils accueillent sont peu nombreuses et de dimensions homogènes, produits de grande consommation, boissons ou lessives.

Plus que du volume du stock, les difficultés proviennent des hétérogénéités : celle des données logistiques : type de conditionnements et dimensions, celle des statuts, celle des modes d'expédition, etc. D'autres facteurs importants de complication peuvent être un grand nombre de lignes par commande ou des exigences particulières de préparation. La complexité globale d'un magasin est la somme de toutes ces exigences. Cet ouvrage a l'extrême ambition d'aborder l'ensemble de ces points.

Une mise en garde importante s'impose dès à présent. **Plus la conception d'un projet sera fine et sophistiquée, plus elle risque de mal résister aux changements des données de base.** Par exemple, ces dernières années, l'on assiste à une double évolution :

- pour l'activité B to B, les changements de comportement dus à la loi LME qui multiplient les commandes en réduisant considérablement la taille de leurs lignes ;
- pour l'activité B to C, l'évolution du e-commerce et du m-commerce qui font exploser le nombre de commandes mono-ligne et mono article.

Un magasin qui serait trop spécialisé dans le traitement des palettes complètes resterait-il encore exploitable pour un traitement fortement accru du détail ? Un juste compromis entre la flexibilité et la productivité devra toujours être recherché même si cela entraîne l'abandon, quelquefois déchirant, de solutions très automatisées. Celles-ci peuvent paraître très séduisantes pour répondre au problème tel qu'il est posé aujourd'hui. Cependant des solutions un peu plus «rustiques» seront tout à fait acceptables maintenant et resteront opérationnelles demain pour des besoins quelque peu différents.

2. LE « ZÉRO STOCK »

Il peut paraître inopportun, à certains, de parler de conception de magasin alors que l'on parle si souvent de « zéro stock » et de « juste à temps ». Plusieurs réponses peuvent être proposées à cette objection. Tout d'abord, c'est dans le pays inventeur de ce concept, le Japon, que l'on rencontre le plus de magasins automatiques. Ensuite quand la mise en pratique d'un dogme a été excessive, le retour du balancier suit toujours ; et ce retour s'annonce. Par ailleurs, il existe et il existera longtemps des stocks de précaution ou des stocks dont la vocation spéculative est avouée et ces stocks ont besoin d'entrepôts. Enfin, et c'est l'argument essentiel, la meilleure façon de réduire un stock est de le bien gérer ; or le magasin n'est-il pas l'outil principal de cette gestion ?

La conception d'un nouveau magasin, ou à plus forte raison l'étude d'amélioration d'un entrepôt existant, ne débutera qu'après une réflexion approfondie sur la valeur souhaitée des niveaux de stocks. Cette réflexion doit être menée au niveau le plus haut de l'entreprise : direction générale, direction de la production et direction commerciale. Il est à rappeler que le coût de possession d'un stock se situe entre 15 % et 25 %, disent les experts.

3. L'ENTREPÔT : MAILLON DE LA SUPPLY CHAIN

Le concept de supply chain invite à mener une réflexion globale sur la chaîne logistique d'un produit depuis son départ « du fournisseur du fournisseur jusqu'au client du client » suivant la formule consacrée. C'est la seule approche vraiment rationnelle.

Toute chaîne en possède au moins un, mais le plus souvent de multiples maillons constitués par des entrepôts de stockage ou plates-formes de distribution. L'étude bien menée d'un magasin de stockage devra s'inscrire dans cette démarche systémique. Un optimum global n'étant jamais la somme d'optimums locaux, des arbitrages devront être rendus.

Qui n'a pas vu, par exemple, des temps de chargement et de déchargement augmentés par le remplissage inconsidéré des camions ayant pour seul objectif d'économiser sur le poste transport ? Alors que ce sont des centaines d'euros qui sont dilapidées sur les quais.

Qui n'a pas vu des logisticiens trop timorés pour oser demander que telle information figure également « code barrée » sur les étiquettes apposées en amont, en fin de production ? Les quelques minutes consacrées à la re-conception du format étiquette éviteraient combien de saisies manuelles ultérieures avec leur cortège de temps gaspillé et de risques d'erreurs ?

Qui n'a pas vu des palettes qui débordent ou qui sont d'une remarquable instabilité car personne n'a dit au marketing que le format d'un carton doit être un sous-multiple du format de la palette qui va l'accueillir ?

Ce ne sont là que trois exemples anecdotiques des problèmes qui sont résolus dans une approche systémique de type supply chain.

4. ENTREPÔTS ET E-COMMERCE

Le rapide essor du commerce, dit électronique puisque les commandes transitent par Internet, devrait rapidement multiplier le nombre de plates-formes de distribution et fortement motiver l'optimisation de leur exploitation.

Comment un client pourrait-il admettre qu'une commande passée en quelques secondes mette plusieurs jours pour être livrée ? De nombreuses start-ups du e-commerce n'ont vécu que quelques mois pour avoir ignoré, ou seulement négligé, cet aspect du problème. La rapide évolution du flux d'information a fait un peu trop vite oublier les contingences du flux physique. Erreurs de professionnels enivrés par la soudaineté des progrès ou bévues de trop jeunes créateurs à la monoculture informatique ?

Les centres de distribution dédiés à cette activité commerciale de la net-économie doivent être relativement proches des clients à livrer. Ils doivent aussi posséder une réactivité exemplaire pour livrer à J ou, au plus tard, à $J + 1$, mais quelquefois aussi à $H + 4$.

Que les logisticiens d'entrepôts ne s'inquiètent donc pas ! Ils ne manqueront pas de projets. Beaucoup de défis doivent être relevés. Ne lisait-on pas dans l'interview d'un directeur d'école logistique : « Le commerce électronique a fait exploser la demande de logisticiens » ?

5. ORGANISATION DE L'OUVRAGE

5.1 Le fil directeur

Une étude, surtout à l'époque de l'ingénierie simultanée, n'est jamais conduite de façon linéaire. Cet ouvrage omet volontairement cette contrainte, comme les itérations inhérentes à tout projet, afin de bien mettre en évidence la logique du déroulement de l'étude.

La partie 1 décrit la méthodologie rigoureuse de conduite d'un projet en définissant ses différentes phases. Les différents chapitres donnent, en outre, quelques conseils pour le réussir.

La partie 2 définit le cheminement logique des réponses à obtenir pour concevoir la partie physique du magasin :

- « quels articles doit stocker le magasin et quels volumes représentent-ils ? » afin de pouvoir procéder au dimensionnement statique ;
- « quelles sont leurs lois statistiques d'entrée et de sortie ? » pour effectuer le dimensionnement dynamique ;
- « quelles sont les fonctions principales et annexes dévolues au magasin ? » pour concevoir les implantations.

Viennent ensuite plusieurs chapitres, au sein de la partie 3, qui guident le lecteur dans la démarche de conception des différentes zones fonctionnelles de l'entrepôt.

La partie 4 passe en revue rapidement les différents équipements statiques et dynamiques proposés par les constructeurs. Un avant-dernier chapitre fait une rapide description des capteurs souvent spécifiques que l'on retrouve dans les installations automatisées.

La partie 5 propose une analyse fonctionnelle à vocation exhaustive d'un logiciel générique de gestion de magasin (WMS). Il souligne les gains de productivité que certains calculs d'optimisation apportent et que seul un système informatique peut accomplir. Il fait un tour d'horizon des équipements informatiques correspondants et de leur architecture.

Est ensuite abordé, dans la partie 6, le grave problème de la sécurité de l'entrepôt. Un guide d'audit de sécurité est proposé.

La partie 7 traite de «l'entrepôt durable» en abordant les méthodes de conception, les certifications, les avantages et les surcoûts engendrés.

La partie 8 propose une méthode rapide d'audit, puis d'action, pour améliorer, dans l'esprit du Kaizen, les performances d'un magasin existant sans procéder pour autant à une remise en cause profonde de l'existant. Chaque étape de la démarche est présentée sous forme d'une fiche, ce qui devrait faciliter grandement sa mise en œuvre par des non-spécialistes de l'ingénierie.

Le transfert d'un magasin existant vers un autre site fait l'objet d'un développement détaillé dans la partie 9.

La partie 10 traite des ressources humaines et tente de préciser ce que doit être l'équipe d'exploitation. Le dernier chapitre concerne le problème de la sous-traitance dans le cas où la fonction magasin n'est pas intégrée à l'entreprise mais confiée à des tiers. Il indique un sommaire type de cahier des charges et donne des conseils pour sa rédaction. Il propose aussi un questionnaire complet permettant un recueil précis des données en l'absence de cahier des charges digne de ce nom.

Un mémento pratique vient clore cet ouvrage : des notions d'ergonomie, les principales filières de formation, quelques adresses utiles, une bibliographie et une sitographie, ainsi qu'un glossaire et un index.

5.2. À qui s'adresse cet ouvrage ?

Il existe, en France, entre 30 000 et 40 000 entrepôts. Le fonctionnement de la plupart d'entre eux peut être amélioré. Les raisons en sont multiples. La conception initiale a tenu compte des données de l'époque. Depuis, le métier de l'entreprise a pu changer : déplacement des clients, modification du nombre et du volume des commandes, généralisation du « juste à temps », etc.

De plus, de nombreuses évolutions ont vu le jour : des méthodes plus fines d'analyse sont apparues, des équipements nouveaux et plus performants sont maintenant disponibles, l'identification automatique s'est « démocratisée » très rapidement, les terminaux radio se multiplient, etc.

Les études de marché indiquent qu'il existe encore nombre de magasins qui ne sont pas exploités à l'aide d'un logiciel de gestion d'entrepôts alors qu'il y a plus d'une centaine de tels logiciels disponibles en France, et à tous les prix.

Cet ouvrage souhaite guider les responsables de magasin et leur propose une étude de l'ensemble des fonctions de stockage dans une démarche logique d'analyse. Il décrit les grandes familles de solutions disponibles.

Dans le cadre des nouveaux magasins, cet ouvrage se propose d'aider deux catégories d'ingénieurs dont les métiers sont différents. Il est destiné tout d'abord à faciliter les premiers projets des jeunes ingénieurs qui intègrent des bureaux d'études ou des sociétés d'ingénierie, et à leur permettre d'accélérer et de mieux asseoir leur prise d'expérience.

Il s'adresse aussi à des utilisateurs finaux qui n'auront peut-être qu'un seul projet de magasin à conduire dans toute leur carrière. Il pourra les guider dans leur étude s'ils décident de la mener seuls, ou améliorer leur collaboration avec des spécialistes extérieurs s'ils envisagent de confier à ces tiers la conception et la maîtrise d'œuvre du projet.

Partie 1

Méthodologie :
les différentes phases
de conduite d'un projet

INTRODUCTION

La démarche préconisée est la même qu'il s'agisse de réhabiliter un site existant ou de concevoir un nouvel entrepôt. C'est seulement le contexte qui varie. C'est cette démarche qui va être décrite ci-après.

1. SITES EXISTANTS, NOUVEAUX ENTREPÔTS, TRANSFERTS

Dans le cas des sites existants, si le déroulement proposé de l'étude est identique à celui de l'étude d'une nouvelle installation, quelques étapes pourront néanmoins être court-circuitées. En effet, si certaines fonctions du magasin donnent déjà entière satisfaction, il n'est pas utile de les remettre en cause bien longtemps.

Pour les sites déjà en exploitation, la phase étude est facilitée alors que la réalisation sera plus difficile. Le grand avantage est que l'activité présente et passée est connue. Dans le meilleur des cas, un historique informatique existe déjà et il va rendre possible l'analyse fine des dernières évolutions du stock et de l'exploitation du magasin. Cela n'enlève rien à la difficulté des prévisions d'évolution, mais la base de départ est bien connue.

Les sites existants présentent aussi des inconvénients. Les bâtiments disponibles ne seront pas forcément les mieux adaptés à la nouvelle conception, ni le système informatique. Ensuite, le passage de l'ancienne organisation à la nouvelle devra sans doute se faire sans cessation d'activité (ou avec un arrêt le plus court possible), et ceci ne rendra pas les choses faciles. Il est d'ailleurs sage de considérer cette mutation comme un projet à part entière.

Enfin, comme l'étude proposera très vraisemblablement des améliorations à apporter, leur mise en œuvre rencontrera auprès des acteurs en place, comme toujours dans ces cas-là, une certaine résistance au changement.

Dans le cas des nouveaux entrepôts, la grande difficulté de ce type de projet réside souvent dans l'absence d'historique. Tout le travail de dimensionnement sera uniquement basé sur des prévisions. *A contrario*, le concepteur dispose d'une liberté beaucoup plus grande pour choisir la morphologie du bâtiment : les surfaces et la hauteur, l'emplacement, les équipements de manutention et les systèmes de traitement de l'information.

Le cas du transfert est idéal car il cumule tous les avantages puisque l'on dispose d'un historique tout en gardant une liberté de conception. Seules les difficultés du déménagement subsistent.

2. LES DIFFÉRENTES PHASES D'UN PROJET

Quelles que soient les disciplines (urbanisme, informatique, productique, etc.) et quels que soient les points de vue, (conduite de projet, assurance qualité, gestion administrative, etc.) l'expérience montre que le succès d'une opération industrielle passe par le respect d'un certain phasage.

Il est remarquable que des documents aussi différents dans leurs origines que le code des marchés publics ou la norme NF X 50-151, présentent autant de similitude sur la définition des étapes à respecter.

Le code des marchés publics, même s'il est quelquefois remanié, a été conçu, il y a quelques décennies, par des énarques proches de tout ce qui est bâtiment et travaux publics. La norme AFNOR NF X 50-151 est plus récente et a été élaborée par des qualitatifs et analystes de la valeur, proches de l'industrie manufacturière.

D'autres documents, d'origines aussi diverses, sont aussi convergents ; c'est dire que l'expérience de tous se rejoint et qu'il y a unanimité sur le sujet.

Pour être certain de réussir un projet industriel, et les magasins et entrepôts n'échappent pas à la règle, il est impératif de procéder par des étapes successives. Elles sont les suivantes :

- le plan directeur ;
- l'avant-projet sommaire ;
- l'avant-projet détaillé ;
- les dossiers de consultation ;
- la passation des contrats ;
- le contrôle des travaux ;
- les recettes ;
- les transferts ;
- et la mise en exploitation.

Chaque phase répond à une finalité bien précise. Dans certains cas limités, pour des petits projets par exemple, certaines phases peuvent être allégées ou regroupées, mais elles ne peuvent pas complètement disparaître sauf à rallonger les délais et compromettre la qualité de la réalisation.

Les acteurs qui vont intervenir successivement lors d'un projet peuvent être différents. S'ils le sont, cela présente deux avantages.

D'abord l'équipe qui succède à une autre va pouvoir faire une critique constructive de la phase précédente. Elle apportera un œil neuf, et ainsi le projet a toute chance d'être amendé et/ou enrichi. Ensuite le respect des méthodes et la qualité des documents écrits devront être beaucoup plus rigoureux puisqu'ils seront exploités par d'autres qui ne posséderont pas l'historique du projet.

Le seul inconvénient qu'il y ait à changer d'équipes en cours de projet est que les premières, intervenues au départ, seront frustrées de la victoire, à la mise en route de l'installation.

LES PHASES D'ÉTUDES

Chacune de ces phases va maintenant être décrite en détail et l'on soulignera les objectifs qui doivent être atteints.

1. LE PLAN DIRECTEUR

Le plan directeur est un exercice auquel devrait impérativement se livrer la direction de toute entreprise, à intervalles réguliers. Le plan directeur a pour vocation de répondre à la question suivante : « Qu'est-il nécessaire de faire pour que mon outil industriel me permette de tenir mes objectifs de développement à l'horizon des cinq ans, voire plus ? »

Ce qui entraîne les questions suivantes :

- Quelle nouvelle organisation dois-je adopter ?
- Quels investissements dois-je réaliser ?
- Où ?
- Sous quelle forme ?
- Pour quel budget ?
- Suivant quel calendrier ?

Un plan directeur peut, bien sûr, ne pas englober l'ensemble de l'entreprise, mais il doit être exécuté avec suffisamment de recul pour maintenir la cohérence de l'ensemble des fonctions de la société.

C'est pour ces raisons de vision stratégique à long terme et de cohérence qu'un plan directeur ne peut pas être mené sans la forte implication du management, direction générale comprise.

En ce qui concerne les magasins, un plan directeur trace, à très grands traits, les actions à entreprendre : nombre d'entrepôts à construire ou à rénover, le périmètre de leur action, leur taille approximative, leur localisation, etc. Les réponses à ces questions ayant été obtenues, la phase suivante va permettre de préciser par quels moyens les objectifs fixés peuvent être atteints.

2. L'AVANT-PROJET SOMMAIRE

Le terme de « sommaire » ne possède pas, ici, de connotation péjorative. C'est la terminologie consacrée par l'usage et la réglementation, bien que quelquefois on entende parler aussi « d'étude de faisabilité ». Le terme « sommaire » signifie simplement que les documents émis à la fin de cette phase ne seront pas suffisamment précis pour entreprendre immédiatement la réalisation.

Il est à noter qu'un plan directeur peut donner lieu à plusieurs investissements de nature très différente : ateliers de production et entrepôts par exemple. Il sera judicieux, dans ce cas, de lancer plusieurs avant-projets sommaires conduits par des équipes spécialistes des études des différents domaines.

L'avant-projet sommaire doit répondre à deux grandes questions :

- Quelles sont les grandes familles de solutions qui sont les plus adéquates pour satisfaire le besoin exprimé ?
- Les contraintes, maintenant mieux cernées de mon magasin (surfaces nécessaires, budgets, délais...), restent-elles toujours compatibles avec mon projet d'entreprise ?

À partir des conclusions du plan directeur, l'avant-projet sommaire (l'APS en abrégé) va inventorier, avec un souci certain d'exhaustivité, tous les scénarios et toutes les solutions techniques envisageables pour la réalisation du ou des magasins projetés.

Certaines solutions seront très vite écartées, car à l'évidence, elles sont inadaptées, comme un magasin grande hauteur dans une zone résidentielle.

Généralement, un APS ne garde que deux ou trois axes de solution à étudier plus avant. En fin de phase, ils seront comparés en termes de performances, de coûts d'investissement, d'exploitation, de délais de mise en œuvre, etc. L'imprécision, en ce qui concerne les coûts, ne doit pas dépasser les 15 %. En ce qui concerne les performances, l'estimation doit être meilleure.

L'examen rapide de solutions, même peu crédibles *a priori*, présente un avantage certain. On ne sera plus tenté, au cours du projet, de faire une pause pour étudier ces voies qui n'auraient pas été explicitement écartées à temps.

Un avant-projet sommaire est lui-même décomposé en plusieurs étapes :

- L'approfondissement des données de base qui auront servi à l'élaboration du plan directeur, et dont le détail sera donné dans le paragraphe consacré à l'avant-projet détaillé. Si certaines données ont fondamentalement changé depuis la fin du plan directeur, il sera indispensable de faire un nouveau recueil de données.
- L'architecture de la conception générale qui sera à la fois fonctionnelle et organisationnelle. Elle concernera à la fois les flux physiques et les flux d'informations. C'est bien là une des clés de la réussite du magasin. Un projet n'est jamais parfait quand on « plaque », *a posteriori*, une automatisation et une informatisation sur une conception physique déjà figée.
- La définition de plusieurs solutions types. Il pourra, par exemple, s'agir d'une solution fondée sur l'utilisation de chariots conventionnels, d'une seconde utilisant des transtockeurs à préparateurs embarqués et d'une troisième utilisant

des transtockeurs entièrement automatiques. Les solutions concernant les flux physiques seront combinées avec les différents choix possibles en matière de traitement de l'information.

- L'appréciation de ces diverses solutions en fonction d'un certain nombre de critères qui auront été jugés significatifs pour le projet. Certains d'entre eux sont communs à tous les projets comme la capacité totale du magasin, les temps d'accès à une référence, les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance, etc. D'autres critères peuvent concerner plus particulièrement un projet ou un autre : les facilités d'extension, l'aptitude à accueillir des charges éminemment variables, une implantation favorable à l'utilisation d'un embranchement ferroviaire existant, l'adéquation aux règles de « Bonnes Pratiques de Distribution » de la pharmacie, etc.

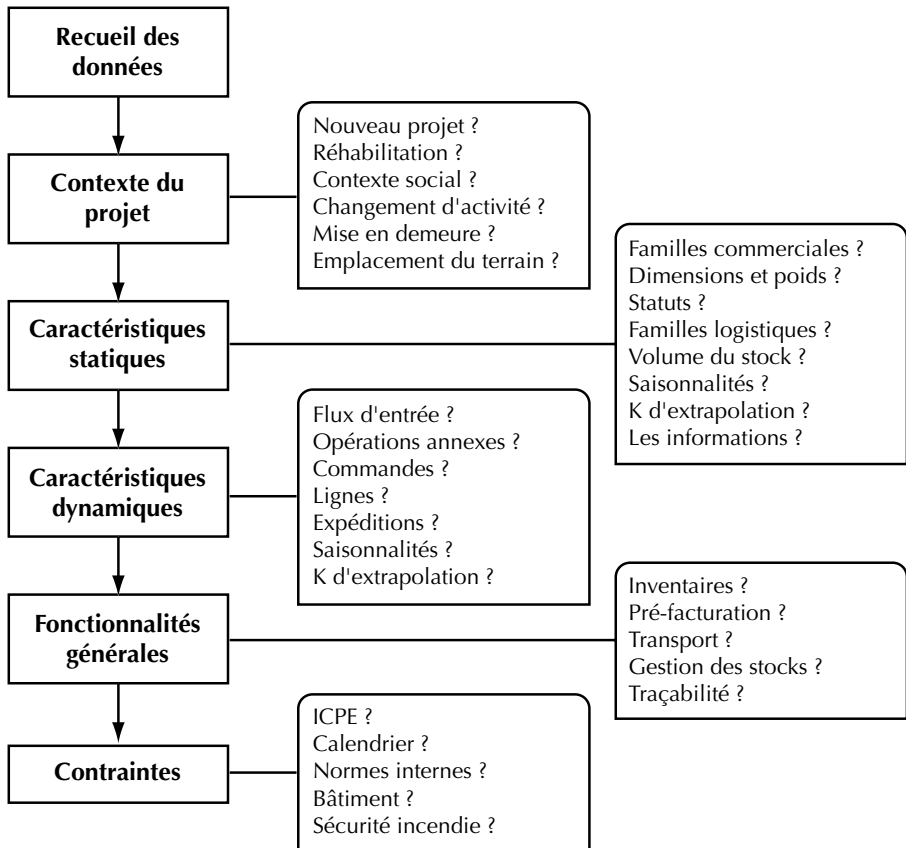


Figure 1.1 – APS Diagramme du recueil des données

- La comparaison multicritère des différentes possibilités. Il existe des méthodes assez faciles à mettre en œuvre qui facilitent ce genre de comparaison en pondérant, en particulier, les coefficients affectés aux divers critères.
- Et, en conclusion, la préconisation de la solution la meilleure. Le plus souvent il ne s'agit pas d'une solution mais plutôt d'un compromis réunissant les points forts de plusieurs d'entre elles.
- Si la conclusion de l'APS est que le projet peut continuer, les dossiers techniques doivent permettre de commencer la phase suivante : l'avant-projet détaillé et ceci sans ambiguïté ni arrière-pensée quant au type de solution retenue.

3. L'AVANT-PROJET DÉTAILLÉ

L'avant-projet détaillé, (APD) ne va donc plus s'attacher qu'à un seul type de solution technique qu'il devra définir avec suffisamment de précision pour préparer la phase suivante : la consultation des fournisseurs.

Il est très difficile d'être catégorique sur le contenu d'un APD. En effet, si une bonne consultation doit éviter toute ambiguïté, elle doit cependant laisser la possibilité aux fournisseurs consultés d'exprimer leur créativité. Il serait, par exemple, aberrant de consulter plusieurs fournisseurs alors qu'un seul catalogue est en mesure de répondre aux exigences des spécifications techniques.

Le Code des marchés publics, si contraignant soit-il, laisse cette possibilité de lancer des appels d'offres directement à la fin de l'APS. Procéder de cette façon laisse un maximum de champ libre à l'imagination des équipes qui vont répondre ; par contre, elle augmente d'autant la part d'incertitude sur l'exacte prestation à fournir.

Il est également à noter que les études qui n'auront pas été exécutées pendant l'APD devront quand même être réalisées. Elles feront donc partie du marché à passer. Ce ne sera donc pas une économie d'argent mais cela peut être une économie de temps. En effet, il n'y aura pas de changement d'équipes entre les études détaillées et les études de réalisation proprement dites. Cette procédure raccourcie est à utiliser avec une grande circonspection.

L'APD a une autre finalité. Il doit se terminer par une nouvelle évaluation financière précise, cette fois à 5 ou 10 % près. Cela permet encore d'arrêter sans trop de mal le projet, puisque aucune commande, autre que celle des études, n'aura été passée. Les estimations budgétaires sont toujours difficiles, ce n'est pas pour autant que l'on peut s'en passer.

Il est à noter qu'une période de crise économique peut entraîner, pour certains lots, des baisses de 5 à 15 % sur le prix du marché, et inversement. Par ailleurs, s'il est facile de déterminer très précisément les montants des lots traditionnels, bâtiment ou VRD (voirie et réseaux divers), il n'en va pas de même pour des lots plus techniques. Il est courant, par exemple, de n'obtenir qu'une précision de 50 % sur des coûts de logiciels d'application. Cette dernière remarque souligne, au passage, l'intérêt des progiciels.

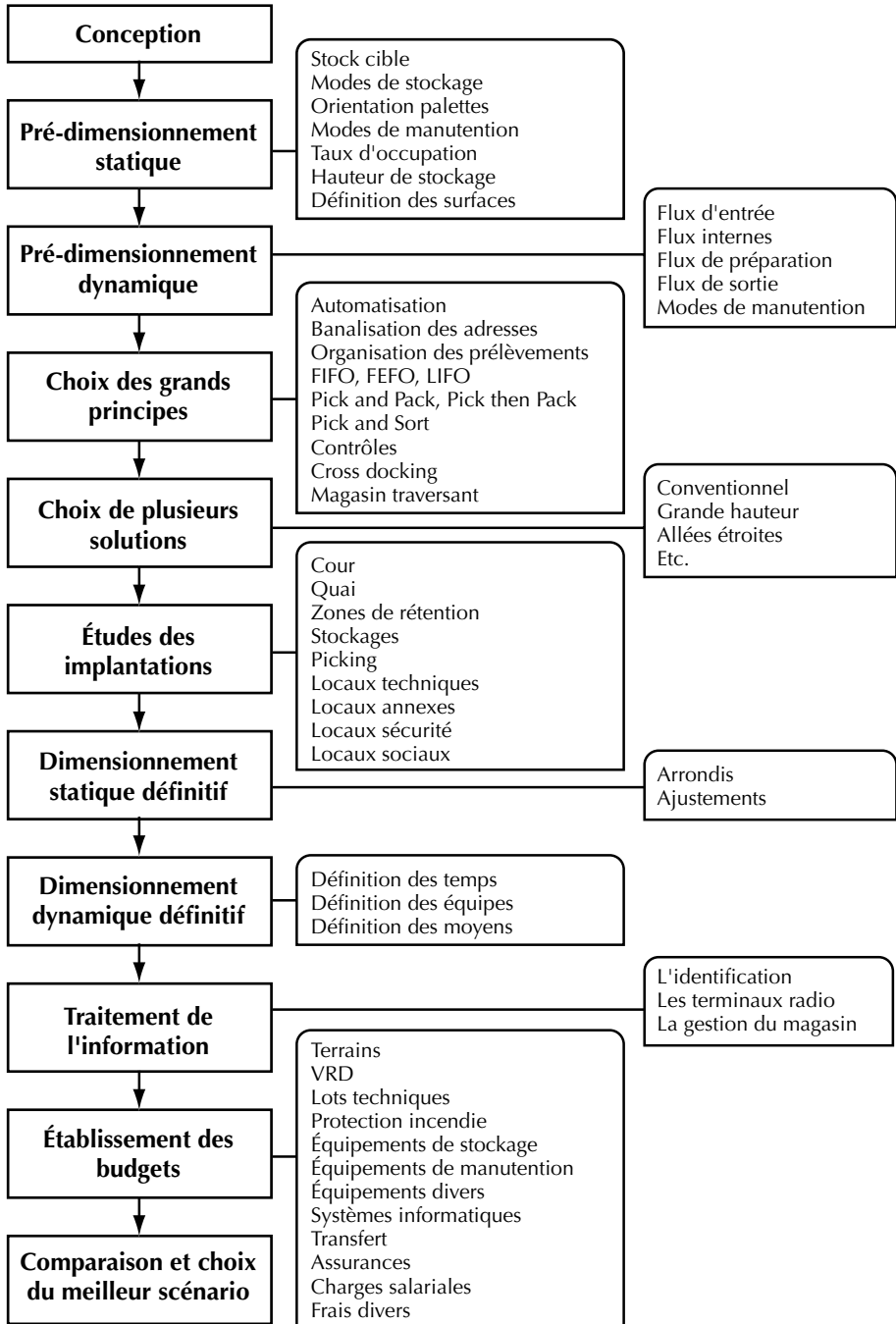


Figure 1.2 – APS Diagramme de la conception

L'APD est lui aussi décomposé en plusieurs sous-phases intermédiaires. Ce sont pratiquement les mêmes que celles de l'APS, mais les livrables seront différents : spécifications techniques définitives au lieu de comparatifs.

3.1 Un nouveau recueil de données

Cette fois il faudra bien s'assurer que les données qui auront été retenues sont bien représentatives de l'ensemble de l'activité. Si, par exemple, l'analyse des poids et des volumes a porté, lors de l'APS, sur 10 % des références, il faudra sans doute analyser dix autres pour cent, pour valider la première analyse.

Les grandes classes de données à explorer sont :

- l'ensemble des fonctions que l'entrepôt doit assurer;
- les contraintes d'environnement;
- les normes et règlements applicables (produits classés, site classé, règles locales d'urbanisme, exigences de la compagnie d'assurances, etc.);
- les horaires de travail;
- les évolutions prévisibles ou programmées (augmentation ou diminution du volume à stocker, multiplication du nombre de commandes à servir, diminution du nombre de lignes, etc.);
- les coefficients d'extrapolation correspondant aux évolutions ci-dessus;
- les charges manutentionnées et stockées;
- les flux principaux et annexes, retours des litiges par exemple;
- les interfaces physiques (quais routiers, voie ferrée);
- les codifications et systèmes d'identification imposés;
- les fonctions informatiques à remplir;
- les systèmes déjà en place et les interfaces retenues.

L'ensemble de ces données va servir de données de base pour la sous-phase suivante.

On distinguera bien les données statiques qui vont permettre de dimensionner la fonction stockage des données dynamiques qui vont permettre de calculer les caractéristiques de la préparation de commandes.

3.2 Le traitement des données de base

Cette nouvelle étape va permettre de vérifier que toutes les valeurs recueillies sont bien cohérentes entre elles. Il est bien rare que des erreurs ne soient pas mises en évidence. Bien souvent des chiffres courants auront été annoncés par des exploitants, de tête, et par conséquent entachés d'une certaine subjectivité. L'importance de la collaboration du service informatique apparaît bien comme primordiale à ce niveau d'avancement.

Ce traitement va être l'occasion de définir en quantité ce qui aura été seulement défini en qualité. Ainsi vont apparaître les documents suivants :

- le dimensionnement des stocks;
- le dimensionnement des flux physiques;

- le dimensionnement des équipements fixes et mobiles de stockage et de maintenance ;
- et, parallèlement, le dimensionnement des flux d'informations, des bases de données, des périphériques répartis et des réseaux locaux.

3.3 Une description du fonctionnement du magasin

À partir de l'organisation définie lors de l'APS, cette étape va permettre de décrire tous les processus et modes opératoires. Il est fortement souhaitable que cette description soit entreprise par un ingénieur producticien généraliste ou par une équipe multidisciplinaire bien coordonnée afin que ce document soit unique, complet et cohérent. Il servira ainsi à tous les acteurs des différentes spécialités : logisticiens, transiticiens, automaticiens et informaticiens.

Ce document s'attachera à décrire, autant que possible, des fonctionnalités qui devront répondre aux besoins. Il évitera d'imposer des moyens sans argumentation. Il décrira les modes de marches normales, mais devra aussi décrire les marches dites « perturbées » en précisant les dysfonctionnements tolérables, (taux de disponibilité des équipements par exemple), et les baisses de performances acceptables momentanément. Une grande attention sera accordée à la façon dont l'exploitation du magasin perdure pendant les différentes pannes ; ce que les fiabilistes appelle la survivabilité.

Ce document comprendra les chapitres suivants :

- une note détaillée de fonctionnement ;
- la définition des procédures d'exploitation ;
- la définition des postes de travail et des tâches à y assurer ;
- l'analyse informatique détaillée des fonctions principales et annexes ;
- la description de toutes les informations échangées entre les équipements, les consoles opérateurs, la gestion du magasin et la gestion des stocks, voire la gestion de production ;
- les procédures qui vont permettre de passer d'un mode de marche normale à un mode de marche dégradée et inversement.

3.4 La définition des implantations

Les documents qui seront générés lors de cette étape vont permettre de dialoguer avec les responsables de l'étude du bâtiment. Ils permettront aussi de vérifier que les flux physiques ne se croisent pas, que toutes les zones annexes, comme les locaux sociaux ou les ateliers de maintenance, ont bien été prises en compte. La sécurité ne sera pas oubliée dans cette phase : distribution des issues de secours, largeur réglementaire des allées de dégagement, etc.

3.5 La description de l'installation

Les besoins ont été définis dans une étape précédente. Il s'agit maintenant de définir les moyens à mettre en œuvre, ou tout au moins les familles de moyens, pour que les fournisseurs qui seront consultés conservent une certaine marge de manœuvre.

Cette étape déterminera les standards qu'il y a lieu de retenir. Ces standards peuvent être de nature très différente. Il peut s'agir de marque de composants élémentaires déjà présents dans le stock de pièces détachées du site, moteurs ou contacteurs par exemple. Il peut tout aussi bien s'agir de schémas électriques types, normalisés dans l'établissement ou qu'il est souhaitable d'imposer, pour obtenir une certaine harmonisation des fournitures d'origines diverses.

La rédaction de ces descriptifs sera structurée de telle façon que le document final soit cohérent et qu'il puisse être facilement découpé pour s'incorporer dans les appels d'offres des différents lots de la sous-phase suivante.

Cette sous-phase se terminera par :

- la description exhaustive de tous les équipements avec les performances attendues de chacun;
- la définition exacte des effectifs;
- la description détaillée de l'architecture des automatismes éventuels et de l'informatique;
- l'énumération des standards retenus et leur définition.

3.6 Une simulation de dimensionnement

S'il ne faut pas céder au snobisme des simulations sans réelle utilité, il ne faut pas non plus se priver d'un merveilleux outil de validation quand cela peut améliorer la qualité du projet. Cette étape est la dernière où une simulation peut encore infléchir le cours du projet et permettre un réajustement dans les dimensionnements, les performances nécessaires des équipements ou leur nombre.

La simulation de dimensionnement n'est pas un outil de conception à proprement parler ; c'est un outil qui permet de valider une conception. La conception se termine à cette étape, pour autant bien sûr que les résultats de la simulation soient probants. Sinon, une reprise d'étude devra s'intéresser aux points litigieux mis en évidence.

Une simulation ne sera mise en œuvre que pour les projets qui présentent des valeurs trop aléatoires pour être traitées par calculs conventionnels. Un paragraphe suivant est consacré à ce sujet.

3.7 Une évaluation des budgets

Cette évaluation doit être complète. Elle doit confirmer que le projet correspond toujours aux possibilités que l'on s'était accordées en début de projet. Elle est toujours difficile à faire. Les professionnels de l'ingénierie qui ont des références de marché constamment à jour parviennent à une précision meilleure que 10 %.

Pour être complète, elle doit comporter :

- les coûts d'investissement, de formation et, éventuellement, du transfert;
- les honoraires des ingénieries, bureaux d'études et conseils extérieurs;
- les frais financiers;
- les coûts d'exploitation, les frais d'assurances, les impôts et taxes diverses;
- les coûts d'entretien et de maintenance, notamment le parc de pièces détachées.

Suivant les solutions techniques retenues et les dispositifs de sécurité envisagés, le montant des primes d'assurances peut varier très sensiblement. Faute d'investir suffisamment dans les protections incendie, les compagnies d'assurances peuvent augmenter les primes ou aller jusqu'à refuser de couvrir le risque. Si les équipes de conception sont averties et disposent de références récentes, elles peuvent faire les évaluations, seules. Dans le cas inverse, il devient nécessaire de pratiquer des pré-consultations auprès de fournisseurs potentiels.

3.8 Exemple d'une prévision budgétaire

BUDGET D'INVESTISSEMENT	Quantité	Coût total
Terrain		
VRD		
Bâtiment		
Construction		
Aménagements internes		
Lots techniques (électricité, chauffage, éclairage, etc.)		
Réseau de protection incendie		
Équipements logistiques		
Palettier		
Équipement d'allées		
Casiers de picking détail		
Chariots combinés		
Chariots basse levée		
Transpalettes		
Signalétique		
Gestion informatique		
Configuration informatique		
Consoles et périphériques (terminaux radio, lecteurs C à B)		
Réseau local		
Alimentation de secours		
Progiciel		
Développements particuliers et intégration		
Ingénierie et maîtrise d'œuvre		
TOTAL GÉNÉRAL		

3.9 Exemple de prévision des amortissements et coûts d'exploitation

AMORTISSEMENTS ET COÛTS D'EXPLOITATION	M/A	Montant
Loyer du terrain		
Amortissements		
Bâtiment clos et couvert	/20 ans	
Bâtiment aménagements	/10 ans	
Palettier et casiers	/10 ans	
Chariots	/5 ans	
Matériel informatique	/3 ans	
Progiciel	/1 an	
Assurances		
Impôts et taxes		
Taxes locales		
Taxe professionnelle		
Taxe sur les entrepôts		
Frais d'entretien et de maintenance		
Bâtiment		
Équipement		
Informatique		
Énergie et consommables		
Salaires et charges sociales		
TOTAL		

3.10 Un calendrier

La dernière tâche d'un avant-projet détaillé est d'établir la décomposition des phases qui vont suivre jusqu'à la mise en exploitation du magasin. Cette réflexion peut amener à accélérer le projet dans certains cas. En effet, beaucoup d'unités industrielles ferment pendant les congés annuels, et cette trêve peut faciliter des travaux de terrassement ou le transfert du stock d'un ancien magasin vers le nouveau. Ce calendrier aidera à gérer, avec une rigueur plus ou moins grande, les délais de réponse aux appels d'offres qui vont suivre.