

## Préface

Dans une société où le rôle fondamental du transport n'apparaît au commun des mortels que lorsqu'il ne fonctionne pas ou mal, la logistique n'est pas sujette aux préjugés. Non que le citoyen en connaisse les rouages, les tenants et les aboutissants mais parce que, très souvent, elle lui est quasi inconnue, vaguement associée aux transports et à la mobilité des marchandises. Constituer une représentation sociale sur la logistique nécessiterait non seulement d'élaborer une vision sur la division géographique du travail mais également de prendre conscience des conséquences infinies qu'entraîne le système de consommation de masse, de ce qu'est un phénomène social total tel que le décrivait E. Durkheim<sup>1</sup>.

Le terme de logistique couvre les trois dimensions fondamentales de flux des marchandises que rencontrent toutes les entreprises productrices de biens : l'approvisionnement, les flux internes à l'entreprise – on parlera alors de gestion de production – et la distribution. Tout déplacement, qu'il soit proche ou lointain, de personnes ou de marchandises, exige de consommer de l'espace, du temps et de l'énergie. La logistique, envisagée comme discipline générale de gestion des flux, a ceci d'étrange que son efficacité est inversement proportionnelle à sa visibilité. Plus elle est performante, moins elle se voit et bien des acteurs de l'économie, tant locale que globale, ne se rendent compte de son intérêt que quand, pour diverses raisons, elle ne parvient pas à trouver réponse à la complexité des problèmes qu'elle est assignée à résoudre.

---

1. Emile Durkheim, 1858-1917, français, agrégé de philosophie, considéré comme le père fondateur de sociologie moderne.

« La pensée naît de l'action pour retourner à l'action »<sup>2</sup>, affirmait H. Wallon. S'il est un univers où cette citation se révèle productive c'est bien dans celui de la logistique. La logistique est aux transports et à la mobilité, ce que la pensée est à l'action. Si, comme le démontrent les quelques pages historiques de l'ouvrage que vous tenez entre les mains, les militaires réfléchissent depuis des siècles à l'approvisionnement de leurs corps armés en déplacements, il a fallu attendre la seconde moitié du siècle dernier, la banalisation – dans les sociétés occidentales – de la mobilité, l'avènement d'une division mondiale du travail et d'une société mondialisée de consommation de masse pour que l'organisation rationalisée des flux s'impose comme une discipline essentielle à la productivité des firmes. Assimilée dans les plans comptables à un compte de charge, elle est malgré tout encore très souvent, dans les entreprises productrices de biens, associée à une perte. Il est grand temps qu'elle devienne un atout.

La logistique s'est constituée à partir des savoirs empiriques qu'elle est parvenue à modéliser pour nous offrir des outils de rationalisation des mobilités et chaque concept ou modèle logistique est immédiatement confronté à la réalité de l'efficacité : modifiez la forme de l'emballage de votre produit et vous en modifiez immédiatement les caractéristiques de transport. Changez de fournisseurs et vous modifiez la chaîne d'approvisionnement et les techniques de stockage. Créez un nouveau produit et c'est votre chaîne de production qu'il vous faut remodeler.

Vous pouvez être confrontés à devoir livrer 4 colis en 2 points différents. Facile ! Mais vous pouvez aussi être confrontés à l'organisation des tournées de 140 conducteurs ayant chacun dans leur véhicule (dont certains appartiennent à votre entreprise, d'autres sont en location, d'autres encore en sous-traitance) plus de 10 tonnes de marchandises réparties en plus de 250 colis livrables en 50 points différents. Certains de ces points de livraison peuvent appartenir au même client et être distants de plusieurs dizaines ou centaines de km. Et vous avez entre les mains un puzzle de plus d'un million de possibilités. Les cartésiens opteront pour la ligne droite et perdront temps, espace et argent. Il convient plutôt de s'en remettre à la vision pascalienne de la gestion modélisée des incertitudes. Or, l'élaboration d'une vision systémique et complexe de la réalité des flux et de leur nécessaire efficacité concrète exige de quitter la trivialité du sens commun.

Jusqu'aux chocs pétroliers des années 1970, il y avait toujours plus de besoins en transports le lendemain que la veille. Dès lors, on se préoccupait peu du taux de

---

2. Henri Wallon, 1879-1962, philosophe, psychologue et homme politique français, *De l'acte à la pensée*, 1942.

remplissage des véhicules, de la pollution engendrée, du coût global des stocks pourvu que le « voyage » soit rentabilisé.

En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, les conditions ont changé. Dans le cadre international d'une mobilité durable, pour des raisons de productivité, de traçabilité, de qualité, etc., il n'est plus possible d'ignorer l'optimisation des flux, de méconnaître la logistique. Le savoir accumulé par les logisticiens doit être partagé, diffusé, vulgarisé pour que la mobilité soit perçue comme une des données fondamentales du développement durable et une dimension incontournable de la rentabilité des actions productives. Un produit ne peut être qualifié de fini que dans la mesure où il est à la disposition de celui qui en a besoin : la logistique qui va permettre cette mise à disposition est partie intégrante et incontournable de l'industrie.

Tout échange de bien exige transmission d'informations entre les acteurs concernés. Les industriels doivent aujourd'hui trouver la meilleure adéquation entre géo-espace, celui des territoires, des infrastructures, et cyberspace, le territoire virtuel des échanges de données.

De la logistique, il y en a partout, tout le temps. Bien sûr, tout n'est pas logistique, mais il y a de la logistique dans tout. Or, aujourd'hui, la connaissance sur la logistique n'est partagée qu'entre les spécialistes. L'ambition de cet ouvrage est de donner du sens, d'expliquer les modélisations issues des connaissances accumulées par les logisticiens pour leur trouver des applications réalistes. Cet ouvrage illustré de nombreux graphiques et images n'est pas seulement un recueil de techniques d'aide à la décision. Son ambition est d'ouvrir cette connaissance à un public beaucoup plus large que les experts. Mon ami Jean Michel Réveillac a, ici, limité volontairement les grandes démonstrations mathématiques pour rendre compréhensibles les modélisations de gestion des flux et valoriser la recherche opérationnelle.

Faire de la logistique, c'est chercher la meilleure adéquation entre tous les systèmes coercitifs qui se croisent autour de la mobilité afin de la transformer en accessibilité. Et cela ne doit plus s'improviser car, en définitive, dans les entreprises, ce sont des humains qui décideront des actions d'autres humains.

Pascal MAUNY  
Directeur de l'IUT de Chalon-sur-Saône  
Université de Bourgogne



## Avant-propos

Il existe de nombreux ouvrages sur la logistique, la recherche opérationnelle, l'aide à la décision, la théorie des graphes, la programmation dynamique... mais peu d'entre eux rassemblent tous ces domaines en proposant une vision synthétique par laquelle on s'affranchit, sans les négliger, des aspects mathématiques purs et durs tout en offrant de nombreux exercices pratiques.

Le livre que vous tenez entre vos mains est constitué de 3 volumes. Le premier aborde les aspects théoriques avec pour chaque chapitre des exercices corrigés et se termine par une présentation des principaux logiciels dédiés à la RO et la simulation logistique. Le second et le troisième sont réservés à la pratique et aux applications logicielles spécialisées.

La plupart des travaux proposés ici sont réalisables à l'aide d'une simple calculatrice, d'une feuille et d'un stylo ou bien avec l'aide d'un tableur de type Microsoft Excel, Apache OpenCalc, Apple Numbers, etc.

Les techniques présentées et leurs domaines d'utilisation sont multiples mais je suis sûr qu'un étudiant, un logisticien, un développeur, un technicien, un ingénieur, un informaticien, un décideur... et vous-même, lecteur, leur trouveront des applications pratiques insoupçonnées dans votre vie professionnelle, voire même personnelle.

### **Public visé**

Cet ouvrage est destiné à tous ceux qui rencontrent des problèmes logistiques liés à la gestion des flux, l'aide à la décision, l'optimisation de trajets ou de tournées, la recherche d'un objectif face à de multiples contraintes, la création de tableaux de bord et de simulations pertinentes, etc.

Les travaux présentés requièrent un minimum de connaissances mathématiques ; un étudiant de niveau bac+2, scientifique ou économique, ne devrait pas rencontrer de difficultés majeures. J'ai essayé de rester simple et d'aller droit au but dans l'approche théorique sans m'embarrasser de grandes démonstrations qui ne me paraissaient pas nécessaires.

En ce qui concerne les exercices pratiques, sur micro-ordinateur, abordés dans les volumes 2 et 3, une bonne connaissance du système d'exploitation (chemin, dossier et répertoires, fichiers, noms, extensions, copie, déplacement, etc.) sera essentielle.

Certains travaux utilisent un tableur ; il vous faudra donc maîtriser les fonctionnalités de base de ce type de logiciel. Il sera aussi bienvenu de connaître l'usage primaire d'outils de manipulation de données de type TCD (tableaux croisés dynamiques).

Si vous êtes un adepte du langage VBA (*Visual Basic Application*) ou d'un de ses équivalents, vous pourrez pleinement comprendre, améliorer, enrichir et créer de nouvelles solutions pour certains problèmes.

Enfin, si vous possédez quelques prémisses sur les systèmes de gestion de base de données et l'algèbre relationnelle, alors vous serez pleinement à l'aise dans tous les domaines abordés.

## **Organisation et contenus du livre**

Cet ouvrage est composé de trois volumes :

- 1) *Théorie et fondamentaux* ;
- 2) *Tableaux de bord, planification et gestion de trafic* ;
- 3) *Flux discrets et continus en 2D/3D*.

Le volume 1 présente successivement une introduction suivie par 10 chapitres et une conclusion :

- approche de la logistique ;
- une vue d'ensemble de la recherche opérationnelle ;
- les bases de la théorie des graphes ;
- le calcul des chemins optimaux ;
- la programmation dynamique ;
- la planification et l'ordonnancement avec PERT et MPM ;

- les calculs de flots dans un réseau ;
- les arbres couvrants et les tournées ;
- la programmation linéaire ;
- modélisation du trafic routier ;
- divers logiciels pour la RO et la simulation des flux logistiques.

C'est ici que vous trouverez les concepts fondamentaux nécessaires à la compréhension du second volume. De nombreux exemples accompagnent la théorie et chaque chapitre se termine par une série d'exercices avec leurs solutions.

La conclusion, comme son nom l'indique, essaie d'établir un bilan sur l'état actuel de la logistique théorique et son développement futur.

Les annexes 1 et 2 apportent quelques éléments supplémentaires. Vous y trouverez dans cet ordre :

- la table de la loi normale centrée réduite ;
- une présentation et un mini-manuel consacré au logiciel de calcul GeoGebra.

Le volume 2 débute par une introduction complétée par 4 chapitres mettant en œuvre des outils logiciels sur des cas d'applications pratiques pour se terminer par une conclusion :

- les différents outils utilisés dans ce volume ;
- la recherche opérationnelle avec un tableur ;
- les tableaux de bord avec un tableur et les tableaux croisés dynamiques ;
- l'ordonnancement et la planification avec un gestionnaire de projets ;
- la simulation de trafic routier.

La conclusion présente les nouvelles fonctionnalités qui devraient voir le jour sur les tableurs et les gestionnaires de projet ainsi que les évolutions et les convergences entre les simulateurs de trafic et les nouvelles infrastructures qui voient le jour sur les réseaux routiers.

L'annexe 1 est consacrée à l'installation du solveur au sein de Microsoft Excel.

L'annexe 2 est dédiée à l'installation du kit de développement Java.

Le volume 3 commence par une introduction à laquelle viennent s'ajouter 4 chapitres dédiés à la modélisation et la simulation de flux dans un environnement en 2 ou 3 dimensions (2D ou 3D). Ils traitent différents cas extraits de situations rencontrées sur le terrain. Une conclusion vient clore ce troisième ouvrage :

- les différents logiciels utilisés dans ce 3<sup>e</sup> volume ;
- la simulation de flux informatisés discrets ;
- la simulation de flux mixtes ;
- les flux en 3D et la simulation d'évacuation ;
- les flux en 3D pour le convoyage et l'entreposage.

La conclusion aborde les évolutions futures des logiciels et leur intégration au sein de la société.

A la fin de chaque volume, vous trouverez une bibliographie et une liste de liens Internet.

Un glossaire est aussi présent, il viendra expliciter certains sigles ou acronymes et certaines terminologies très spécifiques de la logistique et de la recherche opérationnelle.

## Conventions

Cet ouvrage utilise les conventions typographiques suivantes :

– *italique* : il est réservé à des termes importants utilisés pour la première fois dans le texte et que l'on retrouve généralement dans le glossaire en fin d'ouvrage : des termes mathématiques, des commentaires, des équations, des expressions ou des variables présents dans les chapitres théoriques et pratiques au sein des exemples et des exercices ;

– (*italique*) : ce sont des termes en langue anglaise ou étrangère ;

– MAJUSCULE : elles sont réservées à des noms de fenêtres, d'icônes, de boutons, de dossiers ou répertoires, de menus ou de sous-menus. Ce peut être aussi des éléments, des options ou des commandes présents dans la fenêtre d'un programme ;

– *courrier* : cette police est utilisée pour les lignes de code VBA (*Visual Basic Application*). Ces lignes peuvent se terminer par le symbole €, ce qui implique un retour à la ligne obligatoire lors de la saisie.

Les remarques sont signalées par la présence du mot-clé : REMARQUE. Elles viennent compléter les explications déjà fournies.

Les théorèmes sont précédés du mot-clé : THÉOREME.

Les figures et les tableaux possèdent tous une légende qui est souvent utile à la compréhension.

## **Vocabulaire et définition**

Comme pour toutes les techniques, les outils d'optimisation logistiques possèdent leur propre vocabulaire, des mots, des acronymes, des abréviations, des sigles et des noms propres pas toujours familiers. C'est le rôle du glossaire déjà cité.

## **Remerciements**

Je tiens tout particulièrement à remercier l'équipe de ISTE Editions et mon éditrice Chantal Ménascé qui ont su me faire confiance, Jacqueline Gélinier de la société 1point2, distributeur des logiciels ExtendSim et PathFinder, Clair Augsburgers de FlexSim France, sans oublier mon très cher ami, Pascal Mauny, directeur de l'IUT de Chalon-en-Saône et maître de conférence à l'Université de Bourgogne, pour le temps, l'attention et l'écoute qu'il a su m'accorder et pour la rédaction de la préface de cet ouvrage.

Enfin, je souhaite remercier mon épouse, Vanna, qui m'a soutenu tout au long de l'écriture de ce livre.



# Introduction

## Qu'est-ce que la logistique ?

C'est une tâche difficile que de répondre à cette interrogation. Il est facile de décrire son utilité, ou plutôt ses utilités, voire ses usages ou ses rôles qui sont nombreux, plutôt que d'énoncer sa définition. Je vais tout de même essayer, en allant puiser dans plusieurs sources. Commençons par le dictionnaire, un outil de référence.

*Dictionnaire français*, Larousse 2015 : « Ensemble de méthodes et de moyens relatifs à l'organisation d'un service, d'une entreprise, etc., et comprenant les manutentions, les transports, les conditionnements et parfois les approvisionnements. »

C'est clair, mais cela reste vague, cherchons ailleurs.

*Encyclopaedia Universalis*, 2015 : « Dans son usage courant, le terme logistique évoque des activités d'acheminement de matériels ou de biens, dont les domaines d'application sont d'abord militaires ou s'y apparentent lorsqu'il est question, par exemple, de logistique de l'aide humanitaire lors de conflits ou de famines. Or, si la logistique reste bien l'une des composantes majeures de "l'art de la guerre", elle connaît depuis la fin des années 1960 une mise en pratique de plus en plus systématique dans le contexte de l'entreprise. »

Je ne vais pas vous présenter l'ensemble des définitions que j'ai pu trouver au sein de différents dictionnaires ou encyclopédies, mais il me faut tout de même vous faire remarquer une chose : quand on évoque le terme logistique, un autre apparaît immédiatement, c'est militaire.

Terminons par deux autres définitions, l'officielle, diffusée par l'AFNOR<sup>1</sup> (norme X50-600) : la logistique est une fonction « dont la finalité est la satisfaction des besoins exprimés ou latents, aux meilleures conditions économiques pour l'entreprise et pour un niveau de service déterminé. Les besoins sont de nature interne (approvisionnement de biens et de services pour assurer le fonctionnement de l'entreprise) ou externe (satisfaction des clients). La logistique fait appel à plusieurs métiers et savoir-faire qui concourent à la gestion et à la maîtrise des flux physiques et d'informations ainsi que des moyens », et celle que l'on trouve dans de nombreux articles, notamment en langue française, qui à mon goût reste un peu simpliste, car trop centrée sur la distribution : « La logistique, c'est assurer la disponibilité d'un produit ou d'un service, dans de bonnes conditions, au bon moment, au bon endroit, au bon client, au coût le plus juste. »

## Historique

Le terme logistique est d'origine militaire : on considère que le baron Antoine Henri de Jomini<sup>2</sup>, grand stratège, qui à publiés plusieurs ouvrages au début du XIX<sup>e</sup> siècle, en est le père fondateur. A cette époque la logistique consiste à déplacer des armées sur le terrain tout en assurant leur ravitaillement (alimentation des soldats et chevaux, approvisionnement en armes et en munitions avec en parallèle la mise en place de moyens de transport).



**Figure 1.** Antoine de Jomini (source : Wikipédia)

- 
1. Association française de normalisation : organisme officiel de normalisation représentant la France auprès de l'ISO (*International Organisation for Standardization*) et du CEN (Comité européen de normalisation).
  2. Militaire autodidacte, il publia plusieurs ouvrages dont, entre autres : *Traité de grande tactique*, *Traité des grandes opérations militaires*, *Précis de l'art de la guerre*. Il fut considéré en son temps comme un éminent spécialiste de la stratégie militaire. Il travailla auprès du maréchal Ney, Napoléon, Alexandre I<sup>er</sup>, Nicolas I<sup>er</sup> et Napoléon III.

Au cours du temps, la logistique a su évoluer, et même si ce terme n'est apparu qu'il y a trois siècles, on peut estimer que certaines techniques sont nées dès l'Antiquité (Jules César mentionnait déjà dans ses écrits, les problèmes qu'il rencontrait pour ravitailler ses légions).

En fait, il faut attendre le XVII<sup>e</sup> siècle pour voir éclore les vrais fondements de la logistique militaire moderne (création de magasins d'approvisionnement, gestion de parcs de chevaux et de véhicules, apparition du corps de l'intendance).

Pendant les guerres de 1870 et de 1914, le chemin de fer va faire son entrée, participant pleinement à la chaîne d'approvisionnement militaire notamment en ce qui concerne les munitions.

La guerre de 1939-1945 voit des armées motorisées qui peuvent se déplacer très vite et sur des distances très importantes, franchissant jusqu'aux frontières de différents pays. La mise en place de véritables chaînes logistiques devient une nécessité absolue qui utilise tous les moyens de transport (réseaux routiers, ferrés, voies navigables et maritimes, lignes aériennes). La multiplicité des procédés d'acheminement engendre une complexité grandissante au sein d'une guerre s'étendant sur un territoire gigantesque, et de plus, une armée motorisée nécessite des ressources importantes de carburant. Le débarquement (opération « Neptune »), préparé pendant plus de deux ans, va se révéler pour les militaires un véritable défi logistique qui revêt une importance capitale. C'est à ce moment que de nombreuses innovations vont faire leur apparition : citons, sans être exhaustif, la création ou l'aménagement de moyens de transport spéciaux, la conception et l'utilisation d'unités de conditionnement (containers, palettes, emballages, etc.), la conception d'infrastructures de stockage et de distribution.

Dans cette avancée, la logistique va venir rejoindre les mathématiques par le biais de la *recherche opérationnelle*. Les scientifiques vont intégrer le domaine, on va déterminer par le calcul, tout en prenant en compte certaines contraintes, des valeurs-clés qui vont caractériser les itinéraires, la taille des convois, les tournées d'approvisionnement, le dimensionnement des magasins, etc. La logistique moderne vient de naître.

Les décennies passant, l'informatique entre dans le monde industriel, c'est une véritable révolution. Les premières techniques de planification et d'ordonnancement se dévoilent (*PERT*, *MPM*, *CPM*<sup>3</sup>, etc.) et s'informatisent. La *méthode MRP* (*Material Resources Planning* ou *Manufacturing Resources Planning*), spécialisée

---

3. *Program Evaluation and Review Technique*, méthode des potentiels metra, *Critical Path Method*.

dans les problèmes combinatoires liés à la gestion de l'approvisionnement, aux gammes de fabrication et aux gammes d'assemblage, mêlant composés et composants, est de plus en plus utilisée. Elle deviendra la technique phare de la gestion de production dans sa seconde version, *MRP II*. La gestion des stocks et le suivi sont de plus en plus précis, on peut même anticiper les réapprovisionnements en planifiant statistiquement les achats et les futures commandes clients. Grâce à l'ordinateur tout devient possible, des calculs jusqu'alors irréalisables dans un temps raisonnable sont solutionnés en quelques secondes.

Une notion qui n'est pas nouvelle va prendre toute son importance, c'est le *flux*.

La première crise pétrolière de 1973, puis la seconde en 1979 vont mettre à jour de nouvelles méthodes. On va voir arriver le *JAT* (Juste à temps), les *flux tendus*, les *flux tirés* ou *poussés*, copiant les systèmes de gestion utilisés au Japon, notamment chez Toyota. L'objectif premier est de diminuer les coûts ; le personnel de la chaîne de production devient acteur, il est entouré de machines, de systèmes automatisés et de robots. De moins en moins de travaux se font manuellement, les machines construisent d'autres machines sous la surveillance des êtres humains, tout en respectant des contraintes de qualité régentées par des normes comme la fameuse *ISO 9000*<sup>4</sup>.

Cette gestion de la qualité amènera les entreprises à formuler un découpage des travaux qu'elles exécutent suivant un ensemble de processus complètement formalisés. Les ateliers seront réorganisés, la production est sans cesse améliorée et de plus en plus rationalisée.

Tout devient logistique ou plutôt la logistique est partout. Il n'y a pas une logistique mais des logistiques : logistique de transport, de production, de distribution, d'approvisionnement, etc.

Depuis les années 2000, on peut effectuer des simulations informatisées de tous types de processus en intégrant la gestion des flux. L'Internet et les réseaux locaux ont favorisé les échanges, balayant au passage les notions de distance et de frontière. Les machines, les hommes, les systèmes communiquent, échangent, dialoguent, transfèrent des données à des vitesses et dans des quantités exponentielles. C'est l'ère de la mondialisation, l'information est devenue le maître mot et c'est la logistique qui la supporte, la crée, la transforme et la diffuse.

Au sein des entreprises, il existe aujourd'hui au moins deux groupes de logistique, la *logistique de services* et celle des biens matériels. Pour l'une comme pour l'autre, ce

---

4. Famille de normes dédiées au management de la qualité et à sa bonne application *via* la mise en place de principes de certification.

sont des processus qui améliorent les réseaux de distribution, de services et d'informations pour répondre au plus vite à un ordre passé par un demandeur à un coût optimal. Ils peuvent même aller au-delà en anticipant des ordres de vente ou d'achat.

L'ensemble de ces processus doit s'intégrer parfaitement avec l'environnement, qu'il soit humain, technologique ou écologique, tout en générant un flux d'informations qui viendra enrichir l'historique des transactions passées ou futures, sans jamais négliger les contraintes financières.

La logistique est devenue au fil du temps une des clés de la stratégie générale du monde des affaires. Elle est si présente que le terme de *stratégie logistique* est né, reposant sur un ensemble de principes décisionnels et tactiques conduisant à la satisfaction suprême du client.

### **Nouveaux outils et nouvelles technologies**

Depuis l'avènement des ERP<sup>5</sup> (*Enterprise Resource Planning* ou PGI, progiciel de gestion intégré), qui ont véritablement pris leur essor au début des années 1990, les données présentes au sein du système d'information de l'entreprise sont centralisées évitant ainsi une redondance, des saisies multiples, des risques d'erreurs et un suivi de l'historique beaucoup plus simple.

La production connaît ses besoins nets en composants et matières, elle peut lancer et planifier des ordres de fabrication en prenant en compte l'ensemble des ressources, comme la main d'œuvre et les machines ; le suivi de l'ordonnancement des tâches est réalisé en temps réel.

Les acheteurs, comptables et les financiers y trouvent leur compte ; des modules de gestion sont présents et capables d'affiner au mieux les chiffres comptables. Il en va de même pour la gestion des ressources humaines.

Au fil des années les ERP ont intégré d'autres briques fonctionnelles, notamment la distribution, le commerce électronique et la *gestion de la chaîne logistique* (GCL ou *SCM, Supply Chain Management*), pièce maîtresse de la logistique des biens et des services.

Cependant, l'ERP a atteint ses limites ces dernières années, sa lourdeur défavorise les entreprises comme les *start-ups* dont la réactivité et les changements de structure interne peuvent être très rapides. D'autre part, leurs coûts très élevés, leur installation et leur intégration très longues, jouent en leur défaveur.

---

5. On peut citer, parmi les plus connus, SAP, MFG/Pro, Baan, SSA (Ex Baan), etc.

D'autres outils ont vu le jour : les *CRM* (*Customer Relation Management*, gestion de la relation client) ; les *WMS* (*Warehouse Management System*, gestion et optimisation d'entrepôts) ; les *SRM* (*Supplier Relationship Management*, gestion de la relation fournisseur) ; la *KM* (*Knowledge Management*, gestion des connaissances) ; les *PLM* (*Product Lifecycle Management*, gestion du cycle de vie des produits) ; les *gestionnaires de projets*, les *simulateurs de flux informatisés*, etc.

Je m'arrêterai là car la liste est longue et chaque jour voit de nouveaux logiciels arriver sur le marché. Vous l'aurez compris, les années 2010 voient exploser une myriade d'outils, adaptés et adaptables à toutes les sociétés commerciales en parallèle ou non des géants que sont les ERP.

La logistique est aujourd'hui une nécessité et elle fait appel aux sciences fondatrices comme la logique et les mathématiques *via* certaines de leurs branches comme la théorie des postulats, l'algèbre de Boole, la recherche opérationnelle, la théorie des graphes, etc.