

# Analyse du risque d'approvisionnement et processus de prise de décision

MOHAMED BAHROUN<sup>1</sup>, SLIM HARBI<sup>2</sup>, ANIS BEN AYED<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis  
(LR ACS – ENIT - Université de Tunis El Manar)  
Tunis, Tunisie  
Bahrounm@hotmail.com

<sup>2</sup>Ecole Nationale d'Ingénieurs de Carthage  
(UR OASIS - ENIT - Université de Tunis El Manar)  
Tunis, Tunisie  
slim.harbi@gmail.com

<sup>3</sup>SNMVT-MONOPRIX Tunisie  
anis.benayed@mgs.com.tn

---

**Résumé** – L'objectif de cet article est d'étudier un des principaux aspects des risques relatifs aux chaînes logistiques de la grande distribution à savoir « le risque d'approvisionnement ». Il s'agit d'analyser le processus de prise de décision dans un contexte spécifique d'approvisionnement avec la présence de risque de rendement fournisseur. Nous partons d'une analyse d'une étude de cas relative à une chaîne logistique de la grande distribution en Tunisie. Notre entreprise partenaire cherche à générer plus de bénéfice en maîtrisant les risques qui entourent sa chaîne logistique globale. À la lumière de cette étude, nous proposons un nouveau cadre d'analyse du risque d'approvisionnement. Il s'agit de modéliser le rendement du fournisseur et de mesurer son impact sur la rupture de stock (entrepôt et magasins) en utilisant une approche probabiliste se démarquant des approches traditionnelles de gestion des stocks et des approvisionnements. Nous illustrons cette approche par un exemple de simulation numérique issue d'un cas réel.

**Abstract** - The purpose of this paper is to study a key aspect of the retail supply chain risk namely "supply risk". It's to analyze the decision making process in a context of procurement under supplier's yield risk. We start with an analysis of a case study of a retail supply chain in Tunisia. Our partner company seeks to generate more profit by managing its supply chain risks. Based on the case study, we propose a new framework of supply risk analysis. This is to model supplier's yield performance and to measure its impact on the out-of-stock (warehouse and stores) using a probabilistic approach that differs from traditional approaches of inventory control and procurement. We illustrate this approach with a numerical simulation example.

**Mots clés** – Risques de la chaîne logistique de distribution, risque d'approvisionnement, outils d'aide à la décision.

**Keywords** – Retail supply chain risks, Supply risk, Decision support tools.

---

## 1 INTRODUCTION

D'après [Tapeiro, 2008], « beaucoup d'entreprises ont œuvré activement à rationaliser leurs chaînes d'approvisionnement. Elles ont construit des relations préférentielles avec des fournisseurs et des partenaires, pour finalement se retrouver à leur merci. Nombre d'entre elles ont obtenu le résultat escompté: des chaînes logistiques réduisant les coûts tout en soutenant leur vente et leur service client. Mais il se dessine alors un effet pervers: une vulnérabilité plus grande. Ces risques sont aussi plus complexes, dépassant les préoccupations opérationnelles (intra-entreprises) et externes (aléas), et ont pris de l'ampleur du

fait de l'interdépendance des acteurs qui composent les chaînes logistiques. Ceci se traduit par la nécessité de maîtriser les interfaces externes de l'entreprise, facteurs de risques interentreprises divers ». La quête permanente d'une production efficiente, de stocks réduits, d'une réduction du nombre de sources d'approvisionnement ou du juste-à-temps, parallèlement à une politique systématique de réduction des coûts, a contribué à l'apparition et à l'accroissement de ces risques.

Dans un environnement d'affaires de plus en plus complexe, trouver l'équilibre entre les attentes des clients et la réduction des coûts pour rester compétitif est un défi permanent pour les

managers des chaînes logistiques. Il est important de reconnaître que la chaîne logistique va rester complexe. Toutefois, il est possible de la rendre plus efficace en maîtrisant les risques comme levier de compétitivité, et en conservant comme objectif final le service aux clients.

Selon une étude menée en 2010 par IBM auprès de managers de chaînes logistiques, la gestion du risque et la visibilité sont citées comme étant les principaux défis auxquels les entreprises doivent faire face, et ce devant la maîtrise des coûts opérationnels, l'augmentation de la complexité des profils de demande client et la mondialisation des opérations [IBM 2010].

Ces défis revêtent tous une importance critique et doivent être abordés simultanément. Cette complexité accroît la nécessité d'avoir une visibilité sur l'ensemble de la chaîne logistique et de nouvelles stratégies pour réduire les niveaux de risques.

La chaîne logistique aujourd'hui est caractérisée par une complexité grandissante des relations interentreprises. Cette complexité la rend vulnérable et force les entreprises à améliorer la résilience de leurs chaînes et de maintenir l'excellence du service client au meilleur coût. La mise en place d'une chaîne logistique plus robuste est un projet stratégique et à long terme. Elle implique de profonds changements dans les façons de faire et dans les comportements au sein des entreprises et envers les fournisseurs et collaborateurs. Ceci est juste dans les différents secteurs d'activités et plus particulièrement dans le secteur de la grande distribution. En effet, la grande distribution favorise le développement de quasiment tous les autres secteurs en jouant le rôle de relais entre les industriels et le marché des consommateurs.

Dans ce cadre, les groupes de la grande distribution dans le monde comme Wal-Mart, Carrefour, Metro ou Tesco sont souvent cités en exemples pour leurs bonnes pratiques, particulièrement en management de la chaîne logistique. ECR (Efficient Consumer Response), VMI (Vendor Managed Inventory), CMI (Co-Managed Inventory), CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment), Cross-docking,... autant de concepts largement appliqués dans le secteur de la grande distribution et qui ont prouvé leur efficacité en permettant des stocks allégés, des livraisons des magasins plus fréquentes, des systèmes d'informations performants, et des collaborations plus étendues avec les fournisseurs et les prestataires logistiques [S M Sohel Rana, et al 2014].

Au cours de ces dernières années, le secteur de la distribution moderne a connu un développement profond en Tunisie. L'émergence des hypermarchés, un concept en pleine croissance avec le développement des enseignes internationales comme Carrefour et Géant depuis quelques années, BUT en collaboration avec Monoprix en 2014 ainsi que Auchan avec Magasin Général en 2013 provoquant un changement important dans le comportement du consommateur.

Ce développement justifie l'importance émise par les décideurs de mieux maîtriser les risques afin d'améliorer leurs performances dans un environnement de plus en plus vulnérable, marqué par un changement de la société et une multiplication des aléas, citons à titre d'exemple, les risques fournisseurs, le changement du comportement du consommateur, la fluctuation

des prix, ou encore les risques externes (grèves, émeutes, revendications des salariés,...).

Dans le cadre d'une collaboration avec notre partenaire Monoprix, leader dans le secteur de la grande distribution, nous analysons le risque lié aux fournisseurs (risque d'approvisionnement), son origine, son évaluation et son impact sur la performance de la chaîne logistique globale à travers l'analyse des variables endogènes et exogènes qui l'entourent.

L'objectif étant la mise en place d'un outil d'aide à la décision pour la gestion des risques (liés aux fournisseurs) dans la chaîne logistique. En effet, la performance d'une chaîne logistique de la grande distribution réside essentiellement en la capacité d'éviter les ruptures de stock et de satisfaire au maximum le client final.

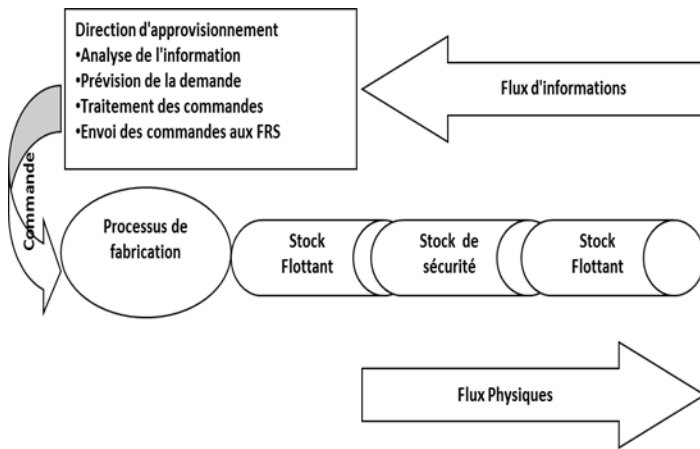
L'objectif premier de Monoprix est de se focaliser davantage sur le client final au niveau des magasins. En effet, il est très important que chaque magasin ait bien tous ses produits avec les dates qui conviennent afin que le client trouve ses produits dans son magasin toute la journée et tous les jours de la semaine. La contribution majeure de cette recherche est d'analyser les facteurs permettant de concevoir un plan d'approvisionnement robuste qui tient compte des risques liés aux fournisseurs.

Le reste de cet article est structuré comme suit: La section 2 présente une description de la chaîne logistique de Monoprix ainsi qu'une analyse des différentes catégories de risques identifiés. La section 3 décrit en détail le risque d'approvisionnement et les approches de gestion adoptées en théorie et en pratique. La section 4 présente la problématique posée ainsi que la méthode de résolution que nous avons retenue. La section 5 détaille l'approche proposée pour la gestion du risque d'approvisionnement et son impact sur la rupture de stock. Enfin une conclusion et des perspectives sont données dans la section 6.

## **2 MULTIPLICITE DES RISQUES DANS LA CHAINE LOGISTIQUE DE LA GRANDE DISTRIBUTION : ETUDE DE CAS**

### *2.1 La chaîne logistique (CL) de Monoprix*

Pour la chaîne logistique de la grande distribution nous retenons la définition générale de [Christopher, 1992], "le réseau d'organisations impliquées par des relations en amont et en aval dans différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés aux consommateurs finaux". Il découle ainsi que la mission principale d'une chaîne logistique est de mettre à disposition des articles au bon moment, au bon endroit et à moindre coût afin de satisfaire au maximum le client final. On associe à cette définition la figure 1 qui illustre le fonctionnement de la chaîne logistique de Monoprix et nous dégageons par la suite les principaux maillons de cette chaîne.



**Figure 1: La chaîne logistique de Monoprix**

Recentrée sur son cœur de métier, l'acheminement des articles fait une partie intégrante des activités de la chaîne logistique de Monoprix. Composée de trois grands maillons, on distingue principalement:

- Les fournisseurs: un premier maillon offrant une variabilité de références et assurant l'acheminement des produits vers l'entrepôt central, ou encore la livraison directe dans le cas des produits frais.
- L'entrepôt central: gérant des milliers de références hétérogènes, il représente le deuxième maillon de la chaîne logistique de Monoprix, ses activités sont d'autant plus complexes à travers une gestion de stocks assez variés comportant des milliers de références s'ajoutant à cela la gestion des réceptions et des expéditions.
- Les magasins: dernier maillon de la chaîne logistique de Monoprix, gère l'assortiment et les linéaires, en contact direct avec le client final et a pour principal objectif sa satisfaction.

Il est à noter que la relation entre ces parties prenantes est caractérisée par un flux riche d'informations aussi diversifié et complexe que la chaîne logistique elle-même. Ces flux doivent contenir la traçabilité des références et de la demande pour s'assurer de la précision des prévisions.

Dans la section suivante nous mettons l'accent sur la typologie et la structure de la chaîne logistique de Monoprix. Nous accordons un intérêt spécifique à la constitution des stocks. En effet, le stock de distribution présente dès lors des caractéristiques spécifiques de par sa nature, il peut être certain ou aléatoire, constant ou variable voir même unique ou répétitif.

Dans ce papier nous analysons le mode d'approvisionnement de notre partenaire de la grande distribution Monoprix. Il existe plusieurs circuits pour un article afin de débarquer dans le panier du client final:

- Le circuit direct: Dans ce mode d'approvisionnement, le fournisseur distribue directement les articles demandés aux magasins concernés. Ce mode est distingué par sa nature

(livraison direct) et qui concerne essentiellement les produits frais.

- Le circuit court: Ce mode d'approvisionnement est caractérisé par un circuit où il y a peu d'intermédiaire, généralement il s'agit d'un seul intermédiaire.
- Le circuit long: Comme son nom l'indique le mode d'approvisionnement qui adopte le circuit long est celui qui comporte plusieurs intervenants comme les grossistes, les usines de transformations, les sous-traitants...etc.

La chaîne logistique de Monoprix évolue selon un circuit court, où l'entrepôt central est le seul maillon entre les fournisseurs et les magasins. La direction d'approvisionnement et la direction commerciale ont toutes les deux la responsabilité des niveaux des stocks tout au long de la chaîne. Il s'agit d'alimenter l'entrepôt central dans un premier temps, qui prend le relai pour alimenter les 80 magasins dans un second temps.

Dans la section suivante nous analysons de plus près les différents risques de la chaîne logistique de Monoprix.

## 2.2 Les risques de la chaîne logistique de Monoprix

L'analyse des typologies des risques de la chaîne logistique est un thème de recherche largement étudié ces dix dernières années. Plusieurs catégories de risques ont été proposées dans la littérature se rattachant au management des risques de la chaîne logistique (SCRM) [Chopra et Sodhi 2004] [Christopher et Peck 2004] [Kleindorfer et Saad 2005] [Tang 2006] [Tang et Tomlin 2008] [Manuj et Mentzer 2008] [Heckmann et al 2015].

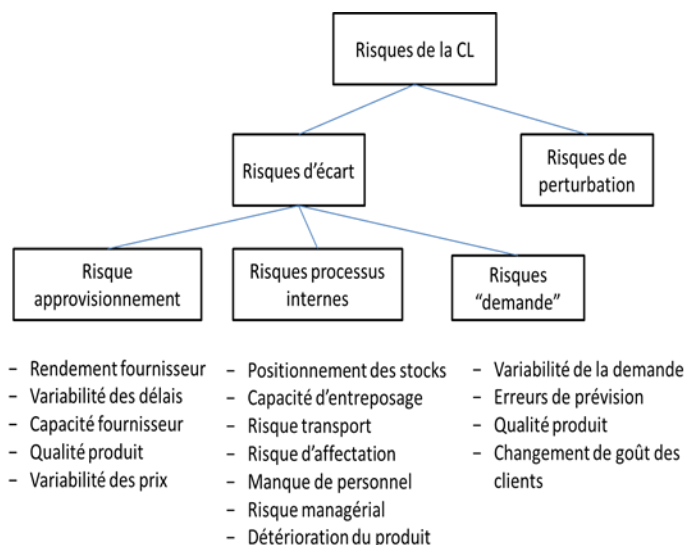
D'après la revue de la littérature et l'analyse de notre étude de cas, nous proposons une répartition des risques de la chaîne logistique de Monoprix en quatre catégories: externes, approvisionnement, processus internes et demande.

- Les risques externes, qui peuvent être de nature économique, sociale, politique, réglementaire ou environnementale. [Boin et al 2010] [Oke et Gopalakrishnan 2009] [Jiang et al 2009] [Faisal et al 2007].
- Les risques d'approvisionnement: ils dépendent des délais d'approvisionnement et de la fiabilité des fournisseurs. Ils s'intéressent aux flux de marchandises des fournisseurs à l'entreprise. Le flux de produits ne respecte pas les exigences ou objectifs attendus en termes de délais ou de quantité ou de qualité. [Chopra et Sodhi 2004] [Manuj et Mentzer 2008] [Haisheng et al 2009] [Trkman et McCormack 2009].
- Les risques liés à la demande: ils dépendent des flux des produits de l'entreprise aux consommateurs. Il s'agit des risques d'obsolescence, d'insatisfaction du client et le risque de rupture ou de surstock [Wong et Arlbjorn 2008] [Ritchie et Brindley 2007] [Boute et al 2007].
- Les risques liés aux processus internes : Il s'agit des risques opérationnels liés aux activités de production, d'entreposage, de manutention et de transport. [Manuj et Mentzer 2008] [Mele et al 2007] [Kersten et al 2007].

De plus, un risque peut se manifester de deux manières [Roshan et al., 2007] :

- Le risque d'écart : il s'agit d'un changement dans certains paramètres de la chaîne logistique comme la fluctuation du taux de change, la variabilité des coûts d'approvisionnement ou de transport, la variabilité de la demande ou des quantités livrées par les fournisseurs, ....
- Le risque de perturbation (ou de rupture de la chaîne) : il s'agit d'une modification de la structure de la chaîne logistique à travers la non disponibilité d'un maillon de la chaîne (usines, fournisseurs, entrepôts, moyens de transport, clients,...).

D'après une analyse fine de notre étude de cas, nous présentons dans la figure 2 une synthèse des principales sources de risques d'écart.



**Figure 2. Les risques de la CL de Monoprix**

- Risques liés à la demande: L'incertitude économique actuelle à un effet direct sur les habitudes d'achats des consommateurs et, par ricochet, sur la variabilité et même la volatilité de la demande. La prévision de la demande constitue une science et de nombreuses entreprises ont investies dans des modèles mathématiques de prévisions avancées pour gérer les risques liés à la demande et optimiser les stocks à tous les niveaux de la chaîne logistique. Mais elle est aussi un art qui requiert une certaine rigueur et un formalisme dans les communications internes. L'objectif majeur de Monoprix est de synchroniser l'approvisionnement avec la demande et minimiser la rupture au niveau linéaire. Les principales sources de risques liés à la demande sont : la variabilité de la demande (et impact des périodes de promotion), les erreurs de prévision,

la qualité du produit, et le changement de goût des consommateurs.

- Risques liés aux processus internes: il s'agit des risques liés à la capacité d'entreposage, la qualité des produits (détérioration et obsolescence), le positionnement des stocks et le transport-affectation des marchandises. La gestion de ces risques vise l'optimisation des stocks et l'amélioration du service aux clients. Les processus internes de l'entreprise doivent garantir une fluidité dans les flux et un ajustement des stocks entre les demandes régulières et les périodes de promotion. Ceci est de plus en plus complexe vu la variabilité des magasins en termes de demande, taille, délai de livraison, capacité de transport, ...
- Risques d'approvisionnement ayant pour sources la variabilité de la quantité, de la qualité, des délais et des coûts. Ceci est principalement accentué par : le risque « rendement du fournisseur », la variabilité du délai de livraison, la capacité du fournisseur, et la variabilité de la qualité des produits. Il a aussi pour origine la politique d'approvisionnement.

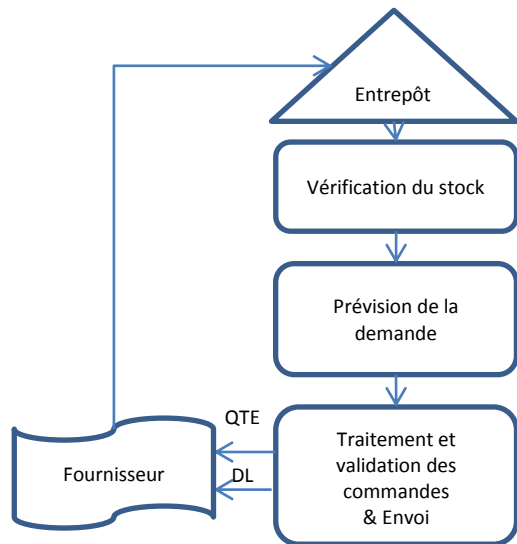
Dans la section suivante nous analysons de plus près le risque d'approvisionnement et sa gestion chez Monoprix ainsi que les modèles proposés dans la littérature.

### 3 GERER LE RISQUE D'APPROVISIONNEMENT: DE LA PRATIQUE A LA THEORIE

#### 3.1 Gérer le risque d'approvisionnement : la pratique

Pour atteindre les objectifs voulus, à savoir l'élaboration d'un outil d'aide à la décision permettant de gérer les risques de la chaîne logistique et de doter les décideurs d'un outil qui leurs permette de mieux gérer les stocks de distribution en tenant compte du risque d'approvisionnement, il est préalablement nécessaire de comprendre le fonctionnement de l'approvisionnement dans la chaîne logistique de Monoprix. A cet égard, nous divisons cette chaîne en deux parties en amont et en aval de l'entrepôt. L'amont consiste au milieu externe de l'entreprise et réside en ses fournisseurs, tandis que l'aval concerne la fonction logistique de distribution ainsi que les magasins.

L'organigramme de la figure 3 explique la procédure de prise de décision adoptée par Monoprix.



**Figure 3. Le processus d'approvisionnement**

Il est à noter que la direction d'approvisionnement est responsable du stock entrepôt et que la direction commerciale est responsable du stock au niveau des magasins appelé aussi stock chaîne. En parallèle avec d'autres tâches, la direction d'approvisionnement a la mission de concevoir et de piloter le processus d'approvisionnement. A partir de la prévision de la demande, le responsable de chaque famille d'articles élabore un bon de commande comportant deux informations pertinentes: la quantité à commander et le délai de livraison. Notons que le délai de livraison ainsi que la quantité sont variables. La fixation de ses paramètres dépend de l'état du stock, des prévisions de la demande ainsi que de l'expérience antérieure avec le fournisseur.

Une fois la commande passée, le fournisseur devra livrer dans les délais la quantité commandée. Toutefois, la quantité livrée par le fournisseur est en moyenne de l'ordre de 75% de la quantité commandée et ce pour plusieurs raisons. En effet, le responsable a souvent tendance à réduire le délai de livraison et à augmenter la quantité si le stock est inférieur à un seuil prédéfini. Ces paramètres ne tiennent pas compte de la capacité du fournisseur ainsi que son rendement.

### 3.2 Gérer le risque d'approvisionnement : la théorie

Les modèles classiques d'approvisionnement et de gestion des stocks se sont essentiellement focalisés sur la minimisation des coûts attendus (directs et indirects) en négligeant souvent les préférences et comportement des managers en matière de risques [Tapeiro 2005].

Plusieurs politiques et modes d'approvisionnement ont été proposés dans la littérature. Elle considère généralement des méthodes de gestion de stock tels que le point de commande, le seuil de reapprovisionnement périodique ou encore la quantité économique de commande. Ces modèles se basent sur les quantités de commande et les périodes de consommation sans tenir compte du risque d'approvisionnement qui est une variable affectant les niveaux de stock des entrepôts.

Dans la littérature, il existe plusieurs travaux qui résument ces modèles de gestion de stock dans la chaîne de distribution (s,Q),

(s,S), (R,S), (R,Q), and (R,s,S). Il existe peu de travaux qui considèrent le rendement du fournisseur pour la détermination de ces paramètres [Schmitt et Snyder 2012] [Xanthopoulos et al 2012]. Toutefois, dans la pratique, avec un environnement de plus en plus incertain et risqué, la détermination des paramètres de ces modèles est souvent très compliquée à faire.

Les résultats d'une étude empirique auprès d'entreprises françaises menée par [Lavastre et al 2014] montrent l'importance du risque d'approvisionnement, qui est classé au premier rang en termes de la perception de la criticité des risques par les entreprises. Cette perception a un impact sur le comportement des décideurs dans le processus d'approvisionnement et leurs relations avec leurs fournisseurs.

[Gurnani et al, 2013] propose d'explorer le contexte réaliste d'approvisionnement afin d'observer le comportement des professionnels dans la chaîne logistique de la grande distribution. C'est dans ce cadre que s'intègre notre recherche. Dans un premier temps, nous élaborons le cadre général de l'étude de cas et nous nous positionnons par rapport à la problématique.

## 4 PROBLEMATIQUE ET APPROCHE RETENUE

### 4.1 Problématique

Les principales conclusions de notre analyse de la chaîne logistique de Monoprix sont :

- Le réseau de distribution dans le cas de Monoprix est un réseau de complexité moyenne, il comporte trois principaux intervenants: les fournisseurs (quelques centaines), l'entrepôt central et les (80) magasins.
- L'approvisionnement est centralisé : en effet l'approvisionnement est un processus qui nécessite plusieurs intervenants et de multiples échanges d'informations. D'après notre étude terrain nous avons constaté un manque de partage et de visibilité des états de stock entre la direction d'approvisionnement et les fournisseurs d'où un risque de rupture de stock important.
- Le mode d'approvisionnement adopté marginalise les fournisseurs à cause d'un manque de système d'information. Ces derniers n'ont aucune visibilité sur l'état des ventes et de stock chaîne et ne peuvent donc prévoir la date de passation de commande ainsi que la quantité et par la suite ne peuvent anticiper la production. De même, Monoprix n'a pas une vision claire sur les capacités de production ainsi que les stocks de ces fournisseurs ce qui rend souvent la rupture inévitable.

Ainsi, il s'avère crucial de renforcer la collaboration et de mettre en place des relations de partenariat avec certains fournisseurs fondées sur la confiance mutuelle ainsi que l'échange d'informations et le partage des risques. En effet, l'objectif de cette recherche est d'intégrer les risques dans la prise de décision à tous les niveaux de la chaîne logistique et plus particulièrement le processus d'approvisionnement afin d'améliorer la performance globale de toute la chaîne.

## 4.2 Approche retenue

D'après notre analyse terrain, l'origine de la constitution des stocks ou la rupture de stock est la variabilité des livraisons des fournisseurs. Cette livraison (la quantité livrée par le fournisseur) est appelée en commun accord avec les responsables d'approvisionnement « le rendement fournisseur ». D'après l'analyse de la chaîne logistique, ce rendement constitue la première cause de rupture de stock et c'est dans ce contexte que cet article évolue.

Le rendement du fournisseur fait partie des indicateurs logistiques les plus importants. Il mesure la qualité de service du fournisseur et affecte d'une façon considérable le niveau de stock du client et par ailleurs le taux de rupture. Il est souvent calculé sur la base de nombre d'unités livrés à temps/ nombre d'unités commandés durant la période. Notre entreprise partenaire, met en avant le risque lié au fournisseur et son aptitude à satisfaire une commande dans le délai de livraison prévu. D'après cette définition, deux termes sont à retenir, la quantité à commander et le délai de livraison qui affecte d'une façon considérable le rendement du fournisseur.

Pour atténuer le risque de rupture de stock, nous proposons un algorithme permettant aux décideurs de la direction d'approvisionnement d'anticiper le rendement du fournisseur qui d'après l'analyse terrain dépend de deux variables à savoir le délai de livraison et la quantité commandée pour une période donnée.

Il est à noter que tous ces paramètres évoluent dans un environnement probabiliste et sont souvent des variables antagonistes. Les fournisseurs qui veulent minimiser leurs stocks, l'entrepôt et les magasins avec des contraintes de capacité, s'ajoutant à cela une demande souvent variable et difficile à prévoir avec un comportement du consommateur vulnérable au changement de prix, aux nouveaux assortiments ou même de tendance de consommation.

[Vilko et al 2014] rappellent que le risque dans la chaîne logistique peut être mesuré à l'aide de la formule suivante : Risque= Probabilité × Criticité. Ils mettent l'accent également sur la relation entre l'incertitude et le risque. En effet, le comportement du décideur face au risque dépend du degré d'incertitude des événements.

Cet article se veut coller au plus à la réalité du secteur de la grande distribution en Tunisie, qui est un secteur en développement avec des habitudes changeantes du consommateur. A travers l'étude d'un cas réel, nous étudierons dans une première partie la relation entre l'entrepôt central et les fournisseurs. Dans une deuxième partie nous concevrons un algorithme de calcul de la probabilité de rupture de stock en tenant compte des demandes des magasins.

## 5 MODELISATION DU RISQUE D'APPROVISIONNEMENT ET SON IMPACT SUR LA RUPTURE DU STOCK

### 5.1 Analyse des variables et choix des lois de probabilités

La sortie des stocks est liée généralement à une demande. Cette demande aléatoire comme nous avons indiqué précédemment, peut prendre plusieurs formes. Nous étudions ici le cas réel d'un

produit de nettoyage que nous ne citons pas pour des raisons de confidentialité imposée par notre partenaire. La demande pour cet article au niveau de l'entrepôt central est une demande aléatoire qui obéit à une loi de probabilité connue. Afin de déterminer cette loi, nous avons analysé un échantillon de données relatives au produit choisi sur une année. A ce sujet, il existe plusieurs tests statistiques permettant de comparer un échantillon donné à une distribution standard.

Nous avons utilisé, à cet effet, le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov. La figure 4 illustre le résultat du test de normalité de la distribution de données.

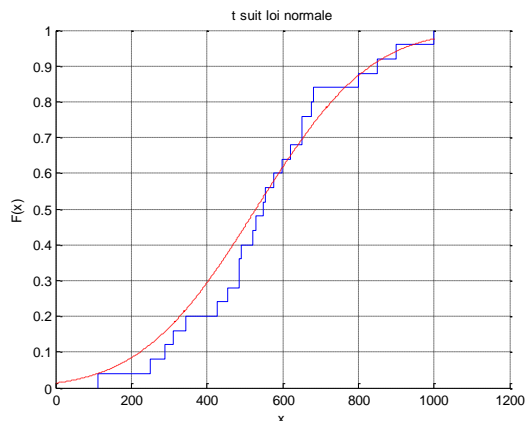


Figure 4. Résultat du test d'hypothèse

Il en résulte que la demande peut être modélisée par une loi normale de moyenne  $\mu_d$  et d'écart type  $\sigma_d$ . Comme les quantités commandées sont les prévisions de la demande élaborées en commun accord entre la direction commerciale et la direction d'approvisionnement, nous supposons que ces commandes suivent une loi normale. De la même manière, nous avons obtenu que le délai de livraison du fournisseur, objet de notre étude, peut être modélisé par une loi normale de moyenne  $\mu_{dl}$  et d'écart type  $\sigma_{dl}$ .

Il convient alors à partir des commandes passées et du délai de livraison de prévoir le rendement du fournisseur et de déterminer la loi de probabilité associée à cette variable. A cet effet, il est important de rappeler que si une variable aléatoire X suit la loi normale, sa densité de probabilité est :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Il convient également de rappeler que si deux variables X1 et X2 suivent la loi normale de paramètres respectifs  $(\mu_1, \sigma_1)$  et  $(\mu_2, \sigma_2)$  alors  $X=(X1, X2)$  est une variable aléatoire normale

bivariée de paramètres  $(\mu, \Sigma)$  avec  $\mu = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix}$

et  $\Sigma$  la matrice de variance covariance.

Il est à noter que la covariance de deux variables aléatoires réelles X et Y est notée Cov(X,Y) définie comme suit :

$$\text{Cov}(X, Y) \equiv E[(X - E[X])(Y - E[Y])]$$

La matrice de covariance est définie comme suit :

$$\text{Var}(\vec{X}) = E[(\vec{X} - E(\vec{X}))(\vec{X} - E(\vec{X}))^T]$$

En développant ces termes, on obtient dans le cas d'étude de deux variables :

$$\text{Var}(\vec{X}) = \begin{pmatrix} \text{Var}(X_1) & \text{Cov}(X_1, X_2) \\ \text{Cov}(X_2, X_1) & \text{Var}(X_2) \end{pmatrix}$$

Sa densité de probabilité est :

$$f_{\mu, \Sigma}(x) = \frac{1}{(2\pi)^{|\Sigma|} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)^T \Sigma^{-1}(x-\mu)}$$

### 5.2 Le risque d'approvisionnement : Etude de cas

Nous adoptons les notations suivantes :

- QTE: la quantité commandée
- DL: le délai de livraison
- RF: le rendement du fournisseur
- f: fonction de densité de probabilité
- F: Fonction de répartition

Considérons notre cas réel où la quantité demandée du produit de nettoyage suit la loi normale de moyenne  $\mu_{QTE} = 556$  et d'écart-type  $\sigma_{QTE} = 119$  et que le délai de livraison suit la loi normale de moyenne  $\mu_{DL} = 2$  et d'écart-type  $\sigma_{DL} = 1$ .

Comme convenu, nous supposons que le rendement du fournisseur est une résultante des deux variables aléatoires, à savoir la quantité commandée et le délai de livraison, et qu'il suit une loi normale bivariée. Nous traçons dans la figure 5 l'estimation du rendement du fournisseur en tenant compte uniquement de ces deux variables.

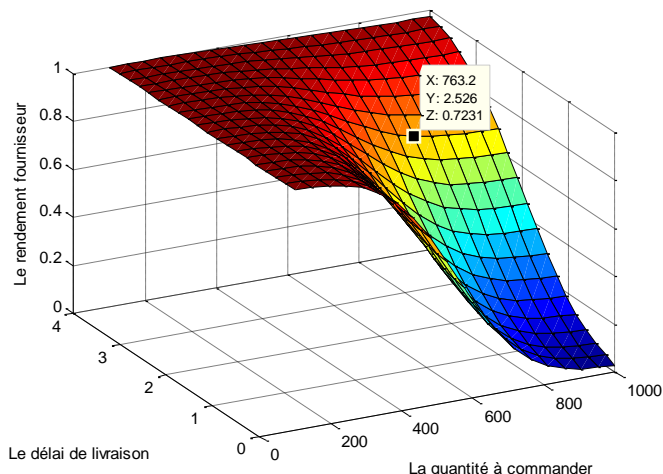


Figure 5. Le rendement du fournisseur

Il est intéressant de constater que :

- Lorsque la quantité commandée augmente et le délai de livraison diminue, le rendement du fournisseur tend vers zéro.
- Lorsque le délai de livraison augmente et la quantité commandée diminue le rendement du fournisseur tend vers 100%.

Conformément à ce que nous avons observé dans la pratique, et validé par l'analyse, le rendement du fournisseur (RF) dépend des deux variables aléatoires QTE et DL. Si la direction d'approvisionnement accorde plus de délai pour le fournisseur, ce dernier peut honorer ses engagements en termes de quantité à livrer. De même, si la direction d'approvisionnement diminue la quantité à commander et garde le même délai de livraison de deux jours, le RF augmentera.

La variabilité du rendement du fournisseur représente dans notre cas d'étude le principal risque d'approvisionnement et il est la source majeure de risque de rupture au niveau de l'entrepôt central et des magasins.

La modélisation du rendement du fournisseur, à travers notre exemple numérique, à l'aide d'une loi normale conjointe des deux variables QTE et DL s'avère intéressante vue qu'elle reflète le comportement réel du fournisseur et des responsables d'approvisionnement. A travers cet exemple numérique nous avons essayé d'approcher le taux de rendement du fournisseur par une variable aléatoire. Dans la suite nous analysons l'impact de cette modélisation du rendement du fournisseur sur la rupture du stock.

### 5.3 Impact du risque d'approvisionnement sur la rupture de stock

Une fois la quantité livrée par le fournisseur est réceptionnée au niveau de l'entrepôt central, cette quantité qui n'est autre que le taux de rendement du fournisseur \* la quantité commandée, deviendra le stock à l'entrepôt (nous négligeons ici l'état du stock au moment de la réception de la commande, supposé nul). Ce

stock devrait théoriquement satisfaire la demande des 80 magasins sur tout le territoire tunisien. Dans cette section, nous analyserons, en adoptant la même approche probabiliste, la probabilité de tomber en rupture de stock au niveau de l'entrepôt central.

La probabilité de tomber en rupture de stock dépend des deux variables aléatoires à savoir le rendement du fournisseur d'une part, et la demande des magasins d'autre part. Nous considérons la demande dans sa totalité. Ainsi, nous agrégeons la demande des (80) magasins.

A titre d'exemple, si on choisit de passer une commande de 763 unités, dans un délai de livraison de 2.5 jours, on prévoit un rendement fournisseur de 73% (voir figure 5). Autrement dit, la quantité reçue sera de  $763 \times 0.73 = 549$  unités. A ce moment, et avant de prendre la décision finale, les décideurs de la chaîne logistique doivent avoir une vision de l'impact de cette décision sur la rupture de stock.

La figure 6 présente la probabilité de rupture de stock en fonction des deux variables à savoir la demande de l'ensemble des magasins d'une part et le rendement du fournisseur d'autre part.

De manière analogue, il est intéressant de constater que si le rendement du fournisseur tend vers zéro et que la demande agrégée des magasins est supérieure au stock entrepôt, la probabilité de rupture devient considérablement importante.

Le rendement du fournisseur a des conséquences directes sur la probabilité de rupture de stock au niveau de l'entrepôt et il faut impérativement le prévoir afin d'atténuer la rupture qui cause un dysfonctionnement au niveau de toute la chaîne de distribution et affecte le comportement du consommateur.

Dans cet exemple, avec sa simplicité, nous démontrons l'efficacité de l'outil d'aide à la décision en termes de prise de décision sous risque. Nous pouvons ainsi conclure que les activités d'approvisionnement ne peuvent être gérées que d'une façon collective. En intégrant les différents acteurs de la chaîne logistique; les fournisseurs d'une part et les autres directions d'autre part. Le processus d'approvisionnement peut ainsi être mieux synchronisé et réactif face aux différents aléas auxquels la chaîne logistique est confrontée.

Par ailleurs, l'utilisation d'autres méthodes d'approvisionnement plus collaboratives améliorera certes la visibilité et le partage des risques entre les parties prenantes de la chaîne logistique. Cette vision accompagnée par un outil d'aide à la décision permettra une meilleure collaboration et conduira au développement de climat de confiance entre les partenaires.

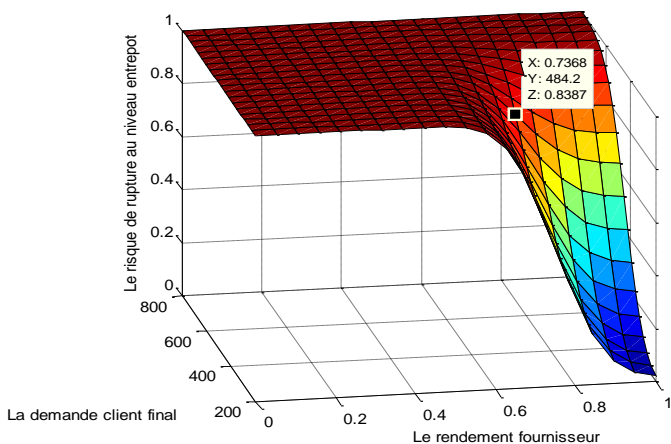


Figure 6. La probabilité de rupture de stock

Il est évident d'avoir comme information la prévision de la demande agrégée de l'ensemble des magasins pour avoir une vue d'ensemble. Ayant un stock dans l'entrepôt constitué à partir des rendements fournisseurs d'une part, et les demandes des magasins d'autre part, nous pouvons maintenant à partir du deuxième algorithme prévoir la probabilité de tomber en rupture de stock. Pour 73% de rendement du fournisseur et pour une demande agrégée des magasins sur l'article en question de 484 unités, la probabilité de tomber en rupture d'après la figure 6 est de 83%.

Après cette procédure, la direction de l'entrepôt peut décider et valider la quantité à commander en fonction des contraintes de stockage et de l'existence des produits de substitution. Autrement, une procédure de négociation et/ou renégociation sera entamée, et un changement soit dans la quantité à commander ou dans le délai de livraison sera élaboré.

## 6 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans cet article, nous avons étudié le fonctionnement d'une chaîne logistique de la grande distribution en Tunisie. Nous avons modélisé le rendement du fournisseur qui est une variable résultante des variables quantité à commander et délai de livraison. Nous avons démontré que la diminution ou l'augmentation de l'une de ces deux variables affectera directement le taux du rendement du fournisseur.

A travers un exemple numérique sur un cas réel, nous avons mis en relief l'étroite relation entre le taux du rendement du fournisseur et le risque de rupture de stock au niveau de l'entrepôt. Cette relation influencera directement les niveaux de stock et entraînera des coûts considérables, soit de rupture de stock ou de surstock.

Par ailleurs, dans la suite de cette étude de cas nous envisageons étudier l'incidence de la rupture de stock au niveau de l'entrepôt sur les 80 magasins. Une autre perspective de recherche s'avère intéressante concernant l'analyse de l'effet du risque de rupture de stock au niveau des magasins sur le comportement du consommateur en adoptant ainsi une approche plus réaliste de l'analyse du coût de rupture.

## 7 REMERCIEMENTS

Cette recherche est rendue possible grâce à l'étroite collaboration avec notre partenaire économique « Monoprix ». Ce projet est effectué dans le cadre d'une thèse MOBIDOC financé par l'UE au titre du programme PASRI.



## 8 REFERENCES

- Boin, A., Kelle, P. and Whybark, D.C. (2010), Resilient supply chains for extreme situations: outlining a new field of study, *Int. J. Production Economics*, vol. 126, no. 1, pp. 1-6.
- Boute, R.N., Disney, S.M., Lambrecht, M.R. and Houdt, B.V. (2007), An integrated production and inventory model to dampen upstream demand variability in the supply chain, *European Journal of Operational Research*, vol. 178, no. 1, pp. 121-142.
- Chopra S., Sodhi MS (2004), Managing Risk To Avoid Supply-Chain Breakdown, *MIT Sloan Management Review*, 2004, 48 (1).
- Christopher M., Peck, H. (2004), Building the Resilient Supply Chain. *International Journal of Logistics Management*, 15, 1-13.
- Christopher, M. (1992), *Logistics and Supply Chain Management: Strategies for Reducing Costs and Improving Services*, Pitman Publishing, London.
- Gurnani, H., Ramachandran, K., Ray, S. and Xia, Y. (2013), Ordering behavior under supply risk: An experimental investigation', *Manufacturing & Service Operations Management* 16(1), 61-75.
- Faisal, M.N., Banwet, D.K. and Shankar, R. (2007), Information risks management in supply chains: an assessment and mitigation framework, *Journal of Enterprise Information Management*, vol. 20, no. 6, pp. 677-699.
- Haisheng, Y., Amy, Z. and Lindu, Z. (2009), Single or dual sourcing: decision-making in the presence of supply chain disruption risks, *Omega (The International Journal of Management Science)*, vol. 37, no. 4, pp. 788-800.
- IBM, (2010), *The Smarter Supply Chain of the Future*, IBM Global Business Services, October 2010.
- Jiang, B., Baker, R.C. and Frazier, G.V. (2009), An analysis of job dissatisfaction and turnover to reduce global supply chain risk: Evidence from China. *Journal of Operations Management*, vol. 27, no. 2, pp. 169-184.
- Heckmann I., Comes T. and Nickel S. (2015), A critical review on supply chain risk – Definition, measure and modeling, *Omega*, 2015, vol. 52, issue C, pages 119-132
- Kersten, W., Hohrath, P. and Boger, M. (2007), An Empirical Approach to Supply Chain Risk Management: Development of Strategic Framework. *Technology*, pp. 1-20,
- Kleindorfer, P.R., Saad, G. H. (2005), Managing Disruption Risks in Supply Chains, *Production and Operations Management*, vol. 14, no. 1, pp. 53-68.
- Lavastre O, Gunasekaran A, and Spalanzani A, (2014), Effect of firm characteristics, supplier relationships and techniques used on supply chain risk management (SCRM): an empirical investigation on French industrial firms, *International Journal of Production Research*, 2014 Vol. 52, No. 11, 3381–3403.
- Mele, F.D., Guillen, G., Espuna, A. and Puigjaner, L. (2007), An agent based approach for supply chain retrofitting under uncertainty, *Computer and Chemical Engineering*, vol. 31, no. 6, pp. 722-735.
- Manuj, I., Mentzer, J.T. (2008), Global supply chain risk management strategies, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 38, no. 3, pp. 192-223.
- Oke, A., and M. Gopalakrishnan (2009), Managing Disruptions in Supply Chains: A Case Study of a Retail Supply Chain. *International Journal of Production Economics* 118(1):1-6.
- Ritchie, B. and Brindley, C. (2007), Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development, *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 27, no. 3, pp. 303-322.
- Roshan S. Gaonkar and N. Viswanadham (2007), Analytical Framework for the Management of Risk in Supply Chains, *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, vol. 4, N° 2, APRIL 2007.
- Sohel Rana, S. M.; A., Osman; Mohd Suberi, Ab Halim (2014), A Revisited Retail Supply Chain Management (SCM) Practices: A Conceptual Framework, *International Journal of Business and Technopreneurship*, Volume 4, No. 2, June 2014 p 307-317.
- Schmitt A. J, Snyder L. V, (2012), Infinite-horizon models for inventory control under yield uncertainty and disruptions, *Computers & Operations Research*, Volume 39, Issue 4, April 2012, p 850–862.
- Tang, C.S., (2006), Robust strategies for mitigating supply chain disruptions, *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 9(1), pp. 33-45.
- Tang, C., Tomlin, B., (2008), The power of flexibility for mitigating supply chain risks, *International Journal of production Economics*, 116, 12-27.
- Tapiero C.S., (2008), Analyse des risques et prise de décision dans la chaîne d'approvisionnement, *Revue française de gestion* 2008/6 (n° 186), p. 163-182.
- Tapiero C.S. (2005), Value at risk and inventory control, *European journal of operational research*, vol. 163, 2005, p. 769-775.
- Trkman, P. and McCormack, K. (2009), Supply chain risk in turbulent environments: A conceptual model for managing supply chain network risk, *Int. J. Production Economics*, vol. 119, no. 2, pp. 247-258.
- Vilko J., Ritala P. and Edelmann J., (2014), On uncertainty in supply chain risk management, *The International Journal of Logistics Management* Vol. 25 No. 1, 2014 pp. 3-19.
- Wong, C. Y. and Arlbjorn J. S. (2008), Managing uncertainty in a supply chain reengineering project towards agility, *International Journal of Agile Systems and Management*, vol.3, no. ¾, pp. 282-305.
- Xanthopoulos A, Vlachos D, Iakovou E. (2012), Optimal newsvendor policies for dual-sourcing supply chains: A disruption risk management framework, *Computers & Operations Research*, Volume 39, Issue 2, February 2012, P 350–357.