

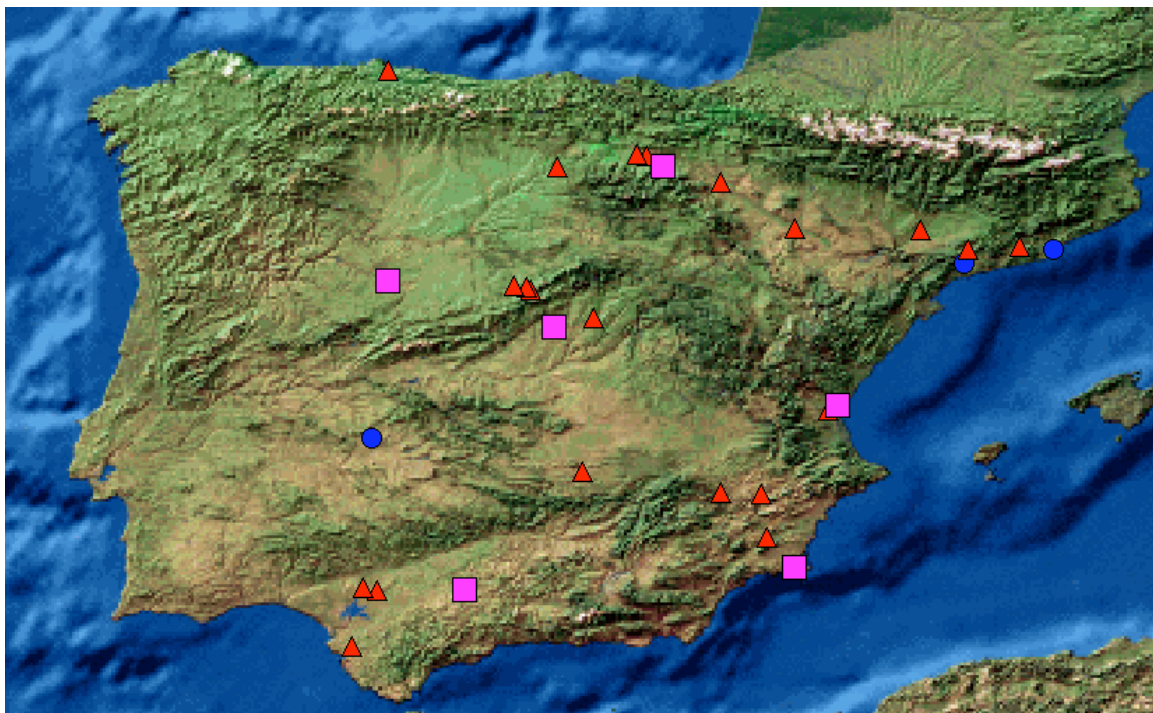
DES EFFETS PERVERS DU MORCELLEMENT DES STOCKS

Le cabinet Enetek nous démontre les impacts négatifs de la multiplication des stocks qui au lieu d'améliorer le taux de service en se rapprochant du client, le dégradent et augmentent les coûts. Il nous révèle également comment il a aidé un fabricant de verre espagnol à réduire son niveau de stocks de 37 % en un an.

Un grand fabricant de verre installé en Espagne, cherche à améliorer le niveau de satisfaction de ses clients. Dans cette industrie à faible marge, les habitudes se sont imposées au fil des années : certains clients exigent des stocks de consignation, d'autres un centre de distribution à proximité de chez eux... Le procédé de fabrication du verre est lourd car les fours ne permettent pas de passer aisément d'un produit à un autre. Par conséquent, pour optimiser ses coûts de production, le fabricant n'a d'autre possibilité que de produire les plus longues séries de produits possibles. Typiquement, il planifie sa production 12 mois à l'avance. Le marché est en croissance lente et la demande annuelle de verre, relativement stable. On peut donc facilement estimer quelle sera la consommation par grandes familles de produit pour l'année suivante. Ce caractère prévisible de la demande permet de découpler la production des commandes et de planifier à l'avance la production. Bien entendu, ce découplage demande/production entraîne sur certaines périodes une accumulation importante de stock mais qui est résorbé lorsque la demande devient supérieure à la production plus tard dans l'année.

Malgré une croissance très forte de ses stocks ces dernières années pour améliorer son niveau de service, les clients se plaignent de ce que les commandes sont souvent en retard. Les coûts de transport ont augmenté également fortement. Quelle solution apporter ?

Réseau physique de production et de distribution



■ Usines ▲ Stocks externes ● Stocks de consignation

On peut voir en bleu sur cette carte, les stocks de consignation, en rouge, les stocks externes et en rose les usines.

Chaque usine possède son stock mais également recourt souvent à plusieurs stocks externes qu'elle loue pour stocker les stocks excédentaires. D'autres stocks sont disséminés dans le pays, à proximité des clients.

Les Produits

Des dizaines de produits différents existent mais peuvent être groupés en familles. En effet, seules certaines étapes de la fabrication sont contraignantes et imposent de longues séries pour ne pas grever les coûts de production.

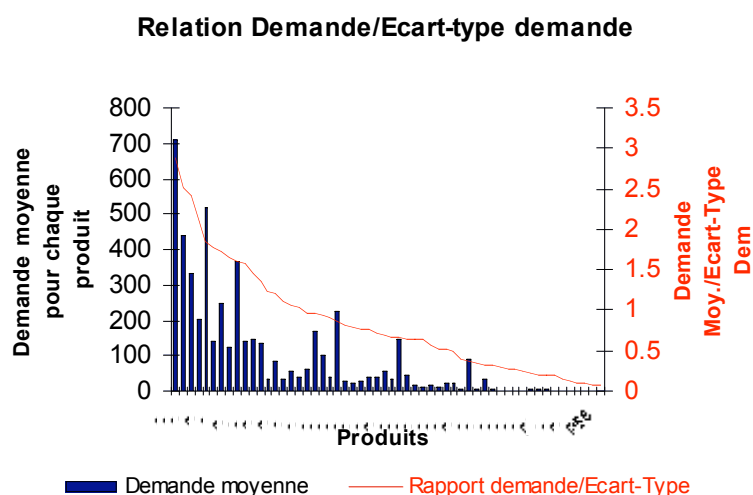
57 familles ont été ainsi identifiées : bouteilles en verre blanc, vert, conserves en verre blanc...

Demande et stocks

La demande quotidienne par famille telle qu'adressée au fabricant est très variable tout au long de l'année. En gestion de production, l'hypothèse généralement retenue est que les demandes ont un profil gaussien. Cette hypothèse permet d'estimer les stocks de sécurité à partir d'une formule simple : $StockSécurité = A \cdot \text{Ecart-Type}(Demande)^i$

Le facteur A dépendant du niveau de service visé. Il vaut par exemple 2 pour un niveau de service visé de 97,5%. Regardons de plus près la demande, et plus particulièrement celle des produits qui ne sont pas soumis à une forte saisonnalité (pour les autres produits, l'analyse est la même mais doit tenir compte des tendances saisonnières). Pour chaque produit, nous calculons le rapport de la demande moyenne divisée par l'écart-type de la demande.

On obtient les valeurs suivantes :



On constate une forte corrélation entre demande et écart-type : plus la demande moyenne est élevée et plus l'écart-type est faible, généralement. Or plus le rapport demande / écart-type est élevé, plus expérimentalement, l'hypothèse gaussienne est valide. On en conclut que les produits à forte demande auront une demande à profil gaussien, probablement.

Niveau de stocks actuel

Un rapide calcul montre que le stock maximum à tout instant devrait être de l'ordre de 25 jours de production. Ce stock relativement important est dû exclusivement au découplage entre demande et production. Une analyse du niveau de stock a montré que l'entreprise a en fait plus de 80 jours de stocks disponibles. Pourquoi ce décalage entre un stock calculé de 25 jours et les 80 jours constatés ?

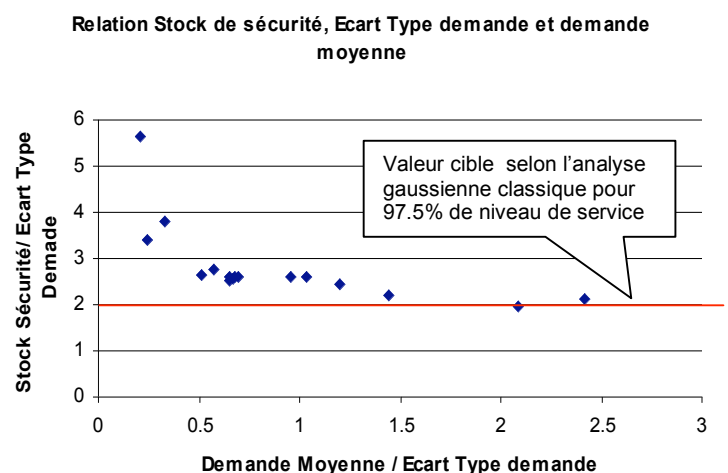
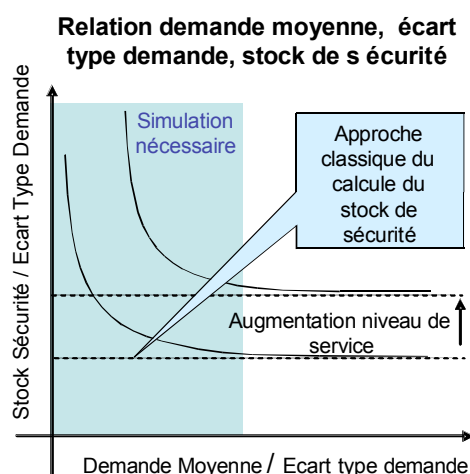
Plusieurs raisons expliquent cet excès de stock :

- Les 25 jours sont un chiffre théorique qui ne tient pas compte des stocks de sécurité.
- Des retards accumulés ont poussé certains commerciaux à surstocker les produits de « leur » client.
- L'influence de la configuration du réseau sur les niveaux de stocks. Les responsables commerciaux de chaque grand compte tendent à privilégier « leur » client et n'hésitent pas à surstocker des produits pour être sûrs de pouvoir les servir. Habituellement, ils effectuent des préaffectations de produits. Cette préallocation revient *in fine* à virtuellement créer de nouveaux points de stockage. Enfin, la distribution géographique des entrepôts induit, à elle seule, une inflation des stocks, que nous allons quantifier.

Malgré cette importance des stocks, le niveau de service est médiocre. De nombreuses procédures d'urgence sont régulièrement mises en oeuvre par les responsables industriels pour puiser dans un stock destiné à certains clients les produits nécessaires à d'autres. Cela aboutit seulement à déplacer le problème d'un stock à un autre. Et la facture de transport s'alourdit.

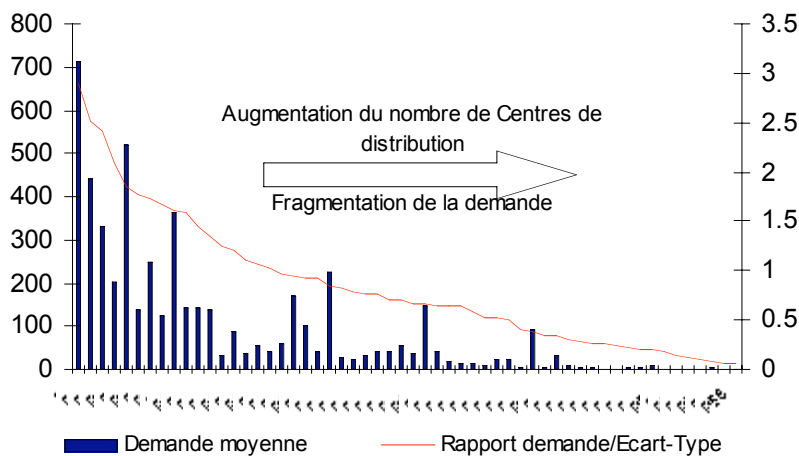
Relation entre stocks de sécurité et caractéristiques de la demande

On constate expérimentalement que plus le rapport demande moyenne/écart-type est faible, moins l'hypothèse gaussienne est valide et plus les stocks de sécurité doivent être importants pour faire face aux pics aléatoires de demande (comme on peut le constater sur le graphique de droite ci-dessous, élaboré à partir de la demande annuelle détaillée reçue par ce fabricant de verre). Nous avons utilisé un outil de simulation par événements discrets pour simuler la demande pour chaque produit et reporté les résultats sur le graphique ci-dessous.



Plus les centres de distribution sont nombreux, plus la demande (fragmentaire) reçue par chaque centre de distribution est aléatoire. De même, la préallocation de stocks pour certains clients (habitude « légitime » des responsables de grands comptes commerciaux qui pensent

ainsi mieux servir « leur » client) conduit aussi à fragmenter la demande. La conséquence est simple, on se déplace vers la droite sur la courbe ci-dessous :



Cette fragmentation de la demande a donc deux effets :

- Diminution du rapport demande/écart-type et dans le cadre gaussien, augmentation des stocks de sécurité puisque ces stocks sont directement reliés à l'écart-type qui croît.
- Croissance des stocks de sécurité car on s'éloigne du cadre gaussien.

Le premier effet est bien connu : classiquement, les stocks de sécurité sont proportionnels à l'écart-type de la demande. Comme l'écart-type est la racine de la variance, par concavité de la fonction racine, on observe donc une augmentation des stocks de sécurité lorsque l'on scinde la demandeⁱⁱ. Intervient, en plus, le deuxième effet : éloignement de l'hypothèse gaussienne. L'augmentation des stocks de sécurité en résultant est alors importante lorsque le rapport Demande Moyenne / écart-type est inférieur à 1, typiquement.ⁱⁱⁱ

Lorsque les stocks externes sont multipliés (pour être proches des clients et « mieux » les servir), la demande reçue par chaque stock diminue et peut entraîner un accroissement des Lead Times de réapprovisionnement en raison d'une taille minimale de lot de transport : c'est le fameux temps d'attente de remplissage du camion. La demande étant faible, il faut plusieurs jours de demande pour « remplir » un « camion » (ou tout autre moyen de transport définissant la taille de lot minimum). Le temps de cycle entre deux livraisons s'allonge. Ce troisième effet de taille de lot minimum peut lui aussi encore participer à l'augmentation du stock de sécurité.

Notre fabricant de verre utilisait jusqu'à présent 23 stocks externes. Cette multiplication des stocks a entraîné une explosion des stocks de sécurité pour maintenir un niveau de service dégradé par rapport à l'objectif de 97,5%.

Réseau optimal

Le réseau de distribution optimal est donc un compromis entre :

- Coûts de transports.
- Coûts de stockage
- Niveau de service et immobilisation en stocks de sécurité pour garantir ce niveau de service.

La valeur des stocks de sécurité dépend de la valeur des produits et du RCE de la société considérée.

Pour optimiser ce type de réseau, nous utilisons deux types d'outils complémentaires :

- Optimisation linéaire de fonction de coûts sous contrainte de capacité.
- Simulation par événements discrets pour calculer les niveaux de service, les stocks de sécurité nécessaires, les coûts de stockage et les capacités de stockage.

La multiplication des stocks externes induit une baisse des coûts de transport et une augmentation des stocks de sécurité. Cette augmentation des stocks de sécurité induit une croissance des coûts de financement du BFR, de la surface de stockage nécessaire et par conséquent des coûts de stockage.

Pour trouver le point de coût minimum, sous contrainte de niveau de service, nous partons des hypothèses de coûts retenus :

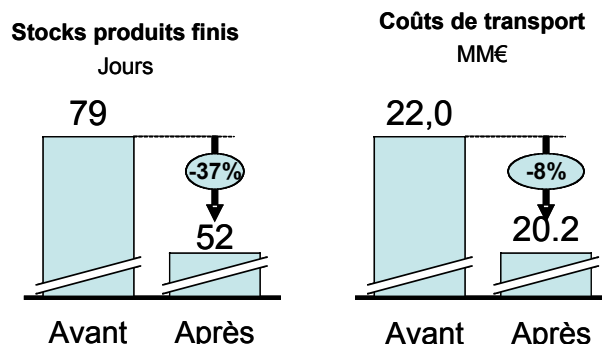
- coûts de transport, économies d'échelle par massification de flux
- coûts de stockage : essentiellement coûts de stockage / m² et économies d'échelle envisageables pour les stocks

et de la relation entre stocks de sécurité et variabilité de la demande ; nous élaborons un scénario initial. Une approche itérative permet alors de trouver le réseau optimal : à chaque itération, nous simulons le réseau et calculons les coûts de stockage et coûts de transport du réseau obtenu. Ces coûts servent d'hypothèses pour la prochaine itération. Au fur et à mesure des itérations, différents réseaux se dessinent. Finalement, le réseau se stabilise autour d'une solution optimale, garantissant un niveau de service cible minimum avec coût total (transport + stocks de sécurité + stockage) minimal.

Résultats

Une première étude a permis de réduire le nombre de stocks externes de façon significative, passant de 23 à 15 stocks. Les résultats économiques sont impressionnants :

- Réduction des stocks de 37% au bout d'un an.
- Réduction des coûts de transports de 8%
- Réduction des coûts de stockage de 42%.



Une démarche progressive a été adoptée. Une réduction plus poussée encore des centres de distribution est souhaitable mais prendra encore du temps.

Conclusion

L'optimisation de la Supply Chain implique une coordination des politiques commerciales et industrielles. La tendance à multiplier les stocks externes proches des clients ou la préallocation commerciale des produits vers des stocks « intouchables » pour certains clients par les responsables commerciaux dans un but de « mieux » les servir conduit à une explosion des stocks de sécurité. Pour contenir ces stocks et coûts induits, en général sous la responsabilité des fabricants, les coûts de transport dérapent pour délester en urgence certains stocks au profit d'autres stocks en rupture. Le niveau de service se dégrade alors fortement. 80% des coûts d'une Supply Chain sont déterminés au niveau de la planification stratégique. La configuration du réseau de distribution est donc un élément clé du contrôle des stocks.

Cette analyse, menée pour un fabricant de verre est encore plus valable pour les industries où les produits ont une valeur par unité de poids (ou de volume si lors du transport/stockage,

c'est le volume qui est contraignant) supérieure au verre. C'est pourquoi les fabricants de matériel électronique (Dell,...) concentrent leur distribution à travers quelques rares centres de distribution, les coûts de transport étant négligeables devant les coûts de stockage et de BFR.

Bien sûr, d'autres pistes sont envisageables, comme le lissage de la demande, la réduction du nombre de produits, la réduction des temps de cycle de fabrication...

Mais ces projets sont en général plus longs à mettre en œuvre que revoir la configuration de son réseau de distribution et/ou certaines habitudes de segmentation interne (préallocation) des stocks.

Qui sommes nous.

Enetek est une jeune société de conseil en optimisation des opérations industrielles, revendeur exclusif en Europe du logiciel « Supply Chain Guru™ » de LLamasoft sur lequel s'appuie cette étude.

Adopté par les leaders de la Supply Chain (Dell, Unilever, Procter & Gamble, Toyota, Boeing, Conocco Philips, Arcelor...), Supply Chain Guru™ est un logiciel de modélisation, de simulation et d'optimisation des réseaux de production et de distribution qui pousse toujours plus loin la modélisation et le design de la Supply Chain.

www.enetek.eu. Contact : Thibault.Quiviger@enetek.eu, +33 (0)1 64 04 72 20

ⁱ Pour mémoire, l'écart-type mesure la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Sa formule mathématique

est la suivante : $EcartType = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (X_i - M)^2}$.

On fait la moyenne de la distance au carré entre chaque point X_i et la valeur moyenne de ces points, M . La fonction carré permet de n'obtenir que des valeurs positives. On somme ensuite ces distances et l'on calcule la moyenne de ces distances. La racine carrée permet de revenir à la dimension initiale. On définit la variance comme la moyenne des distances entre chaque point et la moyenne des points, au

carré : $Variance = \frac{1}{N} \sum (X_i - M)^2$ Plus les points sont dispersés autour de la moyenne, plus la variance et

l'écart-type sont grands. Si tous les points avaient une valeur constante A , leur moyenne vaudrait A et leur variance comme leur écart-type seraient nuls.

ⁱⁱ L'écart-type est défini comme la racine carrée de la variance.

$$EcartType = \sqrt{Variance}$$

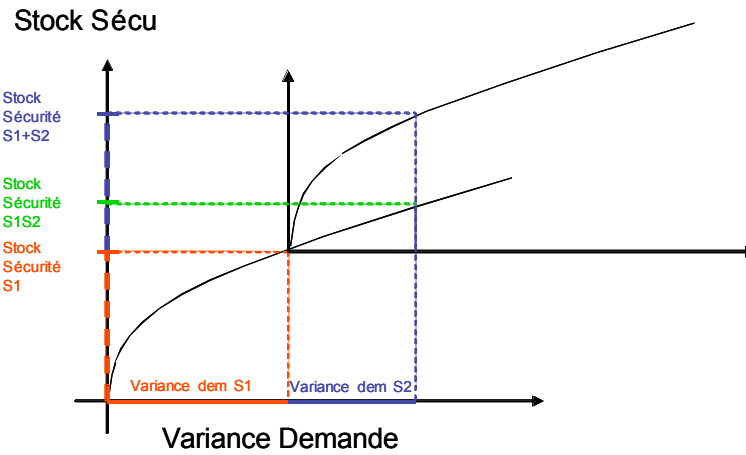
Or la variance de la somme = somme des variances : $Variance(\sum X_i) = \sum Variance(X_i)$ Par conséquent, l'écart type de la somme est inférieur à la somme des écart-types par concavité de la fonction racine

Ce que l'on voit sur le graphique ci-dessous. Nous avons considéré deux stocks d'un même produit.

Dans un cas, les demandes sont dissociées et considérées indépendantes (cas de 2 stocks distincts gérés par 2 logiques indépendantes) : le stock de sécurité (stock $S1 + S2$) résultant est la somme des deux stocks de sécurité (en bleu sur l'axe vertical).

Dans l'autre cas, les stocks sont groupés (stock $S1S2$) et gérés comme un seul stock (le groupage peut être un simple regroupement de gestion et non pas physique) : et l'on observe un tassement du stock de sécurité total (stock $S1S2$)

Effet de regroupement de la demande :
amortissement des stocks de sécurité



ⁱⁱⁱ Si l'écart-type est proche ou inférieur à la moyenne, l'hypothèse d'une demande gaussienne tombe car la demande aurait une probabilité non nulle significative pour des valeurs négatives. Sauf dans les bases de données des systèmes ERP, on trouve rarement des demandes négatives adressées à un industriel.