

Fiche Information
Délai de livraison

Définition, Modélisations de référence

1. Définition.

Dans une chaîne logistique il existe généralement un délai entre le moment où une commande est envoyée par un échelon à l'échelon supérieur (qui le fournit), et le moment où cette commande arrive. Ce délai peut être décomposé en plusieurs phases (commande, production, livraison). La distinction entre ces différentes phases n'est pas faite dans la littérature qui est présentée ici. Par conséquent, c'est le délai complet qui est envisagé ici. Ce délai est appelé délai de livraison.

Considérons un maillon de la chaîne logistique. Le délai de livraison dépend de plusieurs variables qui sont connues par le fournisseur: état des commandes passées, état de ses stocks, capacités de production, etc. La question centrale est donc d'étudier l'impact d'une transmission, par le fournisseur au client, de l'information sur le délai de livraison.

Deux contributions de référence récentes sont présentées ici. La première porte sur l'analyse de l'intérêt d'une firme cliente à connaître le délai de livraison avant de réaliser une commande (CY05). La seconde porte à l'inverse sur l'analyse l'intérêt d'un fournisseur à afficher une information plus précise sur le délai de livraison (DP06).

Dans ces deux contributions, le délai de livraison est aléatoire et connu uniquement par le fournisseur. En effet, si le délai de livraison était constant, il deviendrait rapidement connaissance commune en observant l'historique des dates de commande et des dates de livraison.

2. Intérêt d'une firme avale à obtenir l'information sur le délai de livraison

2.1 Structure de la chaîne étudiée

Dans le travail de Che & Yu (CY05), la chaîne logistique est constituée d'un fournisseur (FO) en amont et d'un donneur d'ordre (DO) en aval qui interagissent sur une série de périodes successives (temps discret).

2.2 Contexte industriel

Le DO opère sur un marché final caractérisé par une demande aléatoire pour un seul type de produit. Les demandes aux différentes périodes sont indépendantes et distribuées selon la même loi de probabilité (iid). Les demandes non satisfaites sont reportées à la période suivante avec une pénalité (b par unité). Les unités en stock qui sont invendues peuvent être gardées pour être vendues à la période suivante, mais avec un certain coût de stockage (b par unité).

A chaque période, le DO fait une certaine commande au FO. La capacité de production du FO n'est pas limitée. La quantité commandée est livrée au DO avec un délai (*leadtime*) aléatoire. Ce délai est connu du FO mais pas nécessairement du DO.

L_t est le délai de livraison pour une commande passée en t . L'évolution aléatoire du délai de livraison est définie avec une matrice dont chaque élément (p_{ij}) définit la probabilité de passer d'un délai de livraison $L_t=i$ en t à un délai $L_{t+1}=j$ en $t+1$.

On s'intéresse à la politique optimale du DO. Son indicateur de performance est son coût moyen sur le long terme, incluant le coût de stockage et le coût de pénalité supportés à chaque période.

2.3 Séquence des décisions et comportement du DO

Pour chaque période t , la séquence des décisions est la suivante :

1. le DO envoie une commande au fournisseur,
2. les commandes passées devant être livrées à la date t parviennent au DO,
3. une certaine demande parvient au DO, à laquelle viennent s'ajouter les commandes passées non satisfaites. Le DO satisfait tout ou partie de cette commande totale,
4. les coûts de stockage et les pénalités de report de demande sont pris en charge par le DO.

On définit la position d'inventaire à la période t comme le niveau de stock au début de cette période auquel on ajoute toutes les commandes déjà lancées (y compris celle lancée en t) mais non livrées. La politique optimale du DO consiste à définir le niveau optimal de reapprovisionnement sur la position d'inventaire. Ce niveau est différent selon l'information dont dispose le DO sur le délai de livraison. Un algorithme d'optimisation permet de trouver précisément cette solution.

2.4 Scénarios de partage d'information et mesures de la performance

Deux scénarios sont analysés :

1. Le DO connaît le délai de livraison L_t avant de passer la commande en t . Dans ce cas la commande est définie à partir du niveau de reapprovisionnement optimal pour ce délai de livraison L_t . C_C est le coût moyen de long terme associé à cette situation et cette politique de reapprovisionnement.
2. Le DO ne connaît pas le délai de livraison L_t . Dans ce cas, deux politiques de reapprovisionnement sont envisagées:
 - 2a) Le DO reapprovisionne la position d'inventaire toujours au même niveau quel que soit la période. Ce niveau de reapprovisionnement est défini à partir de la distribution stationnaire des probabilités de délai de livraison. C_S est le coût moyen de long terme associé à cette situation et cette politique de reapprovisionnement.
 - 2b) Le DO utilise l'information sur les délais observés sur les livraisons passées pour inférer les probabilités sur les délais de livraison pour la commande à venir. C_H est le coût moyen de long terme associé à cette situation et cette politique de reapprovisionnement.

2.5 Méthodologie et résultats.

Compte tenu de la complexité du problème, il n'est pas possible d'obtenir une expression analytique simple de la politique optimale. Les résultats sont donc obtenus à partir de résolutions numériques.

Le coût moyen de long terme est toujours inférieur dans le cas 1 où le DO connaît le délai de livraison par rapport aux cas 2a ou 2b où il n'a pas cette information. La politique utilisée dans le cas 2a est plus simple que dans le cas 2b, mais moins efficace. En résumé on a toujours $C_C < C_H < C_S$. La valeur de l'information est mesurée comme la différence entre ces différents coûts, en valeur absolue ou en valeur relative.

Les différences entre les différents scénarios ne ressortent que lorsque le niveau de la demande (moyenne et écart type) est suffisamment important.

Toutes choses égales par ailleurs, une augmentation de l'incertitude sur la demande conduit à une augmentation importante des niveaux de coût. Ces variations de coût sont supérieures aux variations de coût entre scénarios (pour un niveau donné d'incertitude sur la demande). En conséquence, lorsque la comparaison des coûts entre les différents scénarios est faite en valeur

relative, l'augmentation du coût lié à la perte d'information (ratio C_H/C_C ou ratio C_S/C_C) est plus importante avec une faible incertitude sur la demande; simplement parce que le niveau de coût initial est plus faible.

La valeur de l'information dépend très significativement du niveau d'incertitude sur le délai de livraison. Dans cet article, les délais de livraison varient de 1 à 4 périodes. L'incertitude sur le délai de livraison est plus forte lorsque la distribution stationnaire des probabilités de délai de livraison est plate (valeur équiprobable pour les quatre délais de livraison). Les deux principaux résultats sur ce point sont les suivants:

- **La valeur de l'information sur le délai de livraison est plus importante (en valeur absolue ou relative) avec une plus forte incertitude sur le délai de livraison.** Dans ce cas, la perte d'information conduit à un accroissement du coût moyen de 7% à 40% si le DO adopte une politique élaborée sans information (politique 2a, ratio C_H/C_C), et de 11% à 73% avec une politique simple sans information (politique 2b, ratio C_S/C_C).
- **Avec un faible niveau d'incertitude sur le délai de livraison, la valeur de l'information est plus forte lorsque le délai de livraison est en moyenne plus élevé.** Avec une politique simple (2b), l'accroissement du coût moyen lié à la perte d'information varie entre 2% et 12% avec un délai de livraison court et entre 3% et 31% avec un délai de livraison plus important.

Lorsque le DO ne dispose pas d'information, l'intérêt à utiliser la politique plus complexe 2b qui prend en compte l'historique des délais de livraison observé est plus important lorsque l'incertitude sur le délai de livraison est importante (distribution stationnaire plate des délais de livraison). En revanche, lorsque l'incertitude sur le délai de livraison est faible, il est satisfaisant d'utiliser une politique simple (2a) dans laquelle la position d'inventaire est toujours reconstituée au même niveau.

3. Intérêt d'une firme amont à afficher une information détaillée sur le délai de livraison

3.1 Structure de la chaîne étudiée

Dans le travail de Dobson & Pinker (DP06), la chaîne logistique est constituée d'un fournisseur (FO) et d'une série de consommateurs hétérogènes.

3.2 Contexte industriel :

Un FO opère sur un marché final caractérisé par un flux continu et aléatoire de consommateur. Le flux d'arrivée des consommateurs est supposé suivre un processus de Poisson. Le système est modélisé comme une file d'attente de type M/M/1 dans laquelle le premier consommateur à faire une requête sera le premier servi.

A chaque instant, les consommateurs qui arrivent sur le marché décident ou non de faire un achat au FO. Cette décision dépend du délai de livraison et de la qualité de service affiché par le FO. La qualité de service est la proportion de demandes satisfaites dans un délai inférieur au délai qui est affiché. La qualité de service est ici un paramètre exogène que les entreprises doivent satisfaire. Pour une valeur donnée de service, la proportion de consommateur qui décide de faire un achat est d'autant plus forte que le délai affiché est court. La fonction de demande est cette proportion de consommateur qui décide de faire un achat pour un délai de livraison donné.

A chaque instant, les événements s'enchaînent donc de la façon suivante: (i) un certain nombre de consommateurs entre sur le marché (processus de Poisson), (ii) le FO affiche un délai de livraison, (iii) la fraction de consommateurs satisfaits par ce délai de livraison réalise un achat auprès du FO.

Le fournisseur affiche le délai de livraison le plus court possible qui lui permet de satisfaire le niveau de service défini de manière exogène.

3.3 Scénarios de partage d'information et mesures de la performance

Deux scénarios sont envisagés:

1. Le fournisseur affiche un délai de livraison en fonction du nombre de consommateurs qui vient d'entrer sur le marché.
 2. Le fournisseur affiche toujours le même délai de livraison, quel que soit le nombre de consommateurs qui vient d'entrer sur le marché.
- Le scénario 1 est donc un scénario dans lequel le FO révèle plus d'information au consommateur.

3.5 Méthodologie et résultats.

Les principaux résultats sont obtenus de manière analytique sans utiliser de spécification particulière pour la fonction de demande.

Il est possible d'établir une condition sur la fonction de demande pour que la révélation d'une information plus précise sur le délai de livraison (scénario 1) conduise à une augmentation des achats réalisés auprès du FO.

Cette condition est ensuite analysée avec différentes formes de fonction de demande. D'une manière générale, les achats réalisés auprès du FO sont plus importants dans le scénario 1 si les consommateurs sont sensibles au délai de livraison lorsque celui-ci est court. A l'inverse, lorsque les consommateurs sont homogènes dans leur sensibilité au délai de livraison, il est possible que le scénario 1 conduise à une réduction des achats par rapport au scénario 2.

En résumé, l'intérêt du fournisseur à révéler une information précise sur le délai de livraison dépend de la distribution de la sensibilité des consommateurs vis-à-vis de ce délai de livraison.