



**HAL**  
open science

## Réalisation d'un modèle de prévision à court, moyen et long terme de l'activité d'un transporteur.

Wilfried Despaigne

► **To cite this version:**

Wilfried Despaigne. Réalisation d'un modèle de prévision à court, moyen et long terme de l'activité d'un transporteur.. 42èmes Journées de Statistique, 2010, Marseille, France, France. inria-00494765

**HAL Id: inria-00494765**

**<https://inria.hal.science/inria-00494765>**

Submitted on 24 Jun 2010

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# RÉALISATION D'UN MODÈLE DE PRÉVISION À COURT, MOYEN ET LONG TERME DE L'ACTIVITÉ D'UN TRANSPORTEUR.

Wilfried Despaigne

*Lab-STICC (UMR 3192)*  
*Université de Bretagne-Sud*  
*Centre Yves Coppens, BP 573*  
*F - 56017 Vannes Cedex, France*

## Résumé

L'article décrit une activité de recherche qui vise à répondre à une problématique industrielle. Un transporteur sous température dirigée cherche à optimiser la planification de ses ressources humaines et matérielles à travers la prévision à court et moyen terme de son activité. Le challenge réside dans le fait de trouver un modèle de prévision unique s'adaptant, sans intervention humaine, aux spécificités des 70 agences de messagerie du transporteur. La matière première est l'information récoltée par le transporteur depuis plus de six ans. Les outils sont des algorithmes mathématiques éprouvés, utilisés pour la prévision des séries temporelles. Le travail vise à combiner ces outils pour qu'ils extraient le maximum d'information déterministe capable d'être anticipée. L'article pose la problématique et son contexte économique. Il poursuit par un descriptif des procédures utilisées et un argumentaire pour défendre leur choix. Les solutions informatiques adoptées sont inventoriées. Aujourd'hui, sans intervention humaine, les données réelles se mettent à jour quotidiennement, son présenté par le biais d'une interface web et de nouvelles prévisions sont recalculées toutes les semaines, tout ceci sur un serveur central.

Mots clés : Econométrie, Processus.

## Abstract

This article describes an operational research problem. A firm specialized in temperature controlled transportation wants to optimize the planning of its human and material resources using short term activity forecasting. The challenge is to find an unique forecasting model adapted, without any human intervention, to the specific needs of 70 company's offices. To do it, the company has been collecting data for five years. To analyse them, mathematical algorithms for forecasting time series are used. The goal of the work is to combine these tools to extract the maximum of determinist information that should be anticipated. The article begin with presents the problem and its economic context. It is followed by a description of the chosen process and arguments to defend those choices. The adopted solutions are inventoried. Today, without human intervention, real data is updated on a daily basis,

there are web accessible, and new forecasts are calculated every week, all from a central server.

Key-words : Econometrics , Process.

## 1 Le contexte industriel

Nous présentons un système de prévision d'activité mis en production chez un transporteur en messagerie. Cette démarche a permis d'acquérir un point de vue formalisé du problème et une automatisation des processus de prévision.

Le transport de messagerie est une branche importante du transport de marchandises. Il s'appuie sur le groupage des colis, leur tri et leur distribution. Pour fonctionner, le transport de messagerie doit s'organiser en réseau, Branche [2006]. Le transporteur, pour qui nous avons mis en production un système de prévision d'activité, compte plus de 70 agences de transport réparties dans toutes les régions françaises.

Une agence de transport comporte une plate-forme sur laquelle est réceptionnée la marchandise. Ces quais permettent au transporteur de préparer les commandes, les trier et les étiqueter pour les dépêcher à travers l'Hexagone en moins de 48h. Grossièrement, il existe une agence par région. D'une part, elle est en charge d'enlever la marchandise chez ses clients régionaux pour l'injecter dans le réseau. Ces deux transports sont appelés dans l'ordre « ramasse » et « expédition ». D'autre part, l'agence reçoit de la marchandise du réseau ou de ses « ramasses » pour la livrer aux points de vente de sa zone de chalandise. Ce transport est appelé « distribution ».

Comme les autres maillons de la « Supply Chain » alimentaire (ou chaîne logistique, Ayadi [2005]), le transporteur travaille suivant la méthode du juste à temps. Dans plus de 90% des cas, l'agence reçoit du client expéditeur ses ordres de transports<sup>1</sup> moins de 3h avant l'enlèvement de la marchandise. Pour résumer la problématique, les ordres de transports tombent par fax ou EDI (Echange de Données Informatisé, Seiersen [2006]) à 7h du matin pour un départ entre 8h et 12h en fonction de la destination. La livraison doit se faire entre 18h et 22h le soir sur toute la France. À cause des opérations spéciales, il arrive que les quantités à transporter varient de 1 à 10 d'un jour à l'autre. Dans ces cas, comment faire face si les clients n'en communiquent pas la période ?

Le transporteur doit donc s'adapter aux exigences de ses clients. Pour l'aider, il souhaite mettre en place un système de prévision pour l'aide à la gestion des ressources, Seiersen [1998]. Le système doit permettre d'anticiper le poids des marchandises à transporter et

---

1. Document matérialisant le contrat de transport passé entre le transporteur et l'expéditeur

le nombre d'ordres de transport à couvrir sur un horizon de 30 jours et à périodicité journalière. Par souci de simplification, nous appellerons prévision de l'activité, l'anticipation du poids et du nombre d'ordres de transport. Dès lors, les prévisions d'activité sont un outil d'aide à la décision pour les centres de production et de logistique. Elles visent à fournir des éléments cruciaux pour :

- planifier des ressources matérielles et humaines,
- optimiser les règles de ramasse, d'expéditions et de distribution,
- formaliser le comportement à court, moyen et long terme des clients,
- atteindre un niveau de service élevé,
- limiter la dépendance vis-à-vis de l'incertitude,
- fixer des objectifs.

Ayant comme souci d'homogénéiser les procédures de traitement, le transporteur convoite un système de prévision capable de s'adapter aux spécificités de ses différentes agences. Les prévisions doivent être facilement consultables, conviviales et accessibles par une interface web sur l'intranet, Cluzel [2006]. Enfin, les objectifs de la direction sont d'atteindre une erreur de prévision quotidienne inférieure à 5%.

Pour répondre aux exigences de traçabilités imposées par l'Europe (texte CE n° 178/2002), améliorer la rentabilité et du même coup le service rendu au client, le groupe utilise un entrepôt de données. Ce dernier permet de stocker toutes les informations relatives aux colis transportés et entreposés par le transporteur. Les données proviennent d'un système d'information appelé GTI (Gestion Intégrée du Transport). Il regroupe les applications informatiques du transporteur et alimente la base de données, soit plusieurs giga-octets d'information. L'information de référence est l'ordre de transport. Il donne accès aux informations de chargement et déchargement : produit, unité logistique, lieu de déchargement-chargeement, date, heure, tiers expéditeur, tiers destinataire, nombre de colis, type d'emballage, poids, catégories d'emballages . . . La base de données est mise à jour quotidiennement avec les données de la veille. Deux millions d'ordres de transport sont créés tous les mois. Cette masse d'information permet de créer un historique des volumes transportés depuis plusieurs années. Il constitue la population sur laquelle vont se construire les prévisions.

La section 2 propose une méthode de prévision qui combine méthodes endogènes et exogènes. La section 3 présente l'interface graphique, en client léger, permettant la restitution des résultats.

## 2 Le Modèle statistique

Nous cherchons à modéliser trois séries temporelles. Elles reflètent les flux des marchandises sorties d'un quai de messagerie. Les marchandises sont soit transportées vers un

autre quai, c'est alors de l'« expédition », soit livrées chez le destinataire final, c'est de la « distribution ». La somme des deux donne le « total » des denrées traitées à quai. Pour une définition précise de ces trois notions, nous renvoyons à l'article de Fabbe-Costes [1999]. Les deux quantités à prévoir, le nombre d'ordres de transport et le poids des marchandises associées en « expédition », « distribution », « total », sont relevés quotidiennement par le transporteur. La taille de l'historique est ainsi de cinq ans d'observations.

Le modèle statistique choisi, cherche à se rapprocher le plus possible de l'activité du transporteur en la décomposant. Supposons que l'activité d'une agence est déterminée par trois composantes : les facteurs déterministes, les facteurs stochastiques et les facteurs non observés. Les facteurs déterministes (la saisonnalité, les jours fériés, les promotions) ont la particularité d'être observés dans le passé et leur date d'arrivée dans le futur est connue. Les facteurs stochastiques se décomposent également en variables observées (grèves, perte ou gain d'un portefeuille client) mais leurs dates d'apparition futures sont inconnues. Les facteurs non observés sont des événements exceptionnels inédits (liquidation judiciaire du principal concurrent) dont les valeurs passées, présentes et à venir sont inconnues. Le modèle proposé extrait de deux façon différentes les facteurs déterministes avant d'appliquer un modèle « autoprojectif » pour estimer les variables stochastiques. Les deux prévisions obtenues après recompositions, sont soumises à une combinaison linéaire conduisant à l'erreur de prévision minimale. La différence entre les résultats obtenus par le modèle et les observations résulte des facteurs non observés.

Soit le triplet  $(V_{exp,t}, V_{dist,t}, V_{tot,t}) \in \mathbb{R}^3$  représentant les valeurs à la date  $t$  des chroniques en « expédition », « distribution » et « total ». Les variables sont soumises à la contrainte  $V_{exp,t} + V_{dist,t} = V_{tot,t}$ . Les chroniques sont décomposées suivant deux méthodes :

$$V_{k,t}^{(1)} = T_{k,t}^{(1)} S_{k,t}^{(1)} C_{k,t}^{(1)} R_{k,t}^{(1)} \text{ 1}^{\text{ère}} \text{ méthode de décomposition} \quad (1)$$

$$V_{k,t}^{(2)} = T_{k,t}^{(2)} S_{k,t}^{(2)} C_{k,t}^{(2)} R_{k,t}^{(2)} \text{ 2}^{\text{ème}} \text{ méthode de décomposition} \quad (2)$$

avec,

- $k \in \{exp, dist, tot\}$ ,
- $t$ , l'indice de temps, il correspond à un jour  $j$ , dans une semaine  $i$ , d'une année  $a$ ,
- $T_{k,t}$ , la tendance,  $S_{k,t}$ , la composante périodique,  $C_{k,t}$ , la composante des événements ponctuels,  $R_{k,t}$ , la composante résiduelle.

Les prévisions obtenues suite aux deux méthodes de décomposition sont combinées (voir formule 3). Le schéma de combinaison choisi est proposé par Bourbonnais and Usunier [2007]. Il cherche à minimiser la variance de l'erreur de prévision résultant de la performance antérieure des prévisions individuelles. Ne dépendant pas de la spécification d'un seul modèle, les prévisions combinées tentent à être plus robustes.

$$V_{k,t+h} = \lambda V_{k,t+h}^{(1)} + (1 - \lambda) V_{k,t+h}^{(2)} \quad (3)$$

Les chroniques du poids passé à quai en « expédition », « distribution » et au « total » sont prévues séparément. Or le total doit être égal à la somme des « expéditions » et « distributions ». Par leur importance, les valeurs prises par la chronique « total » sont moins variantes, donc plus aisées à prévoir. Aussi, nous posons l’hypothèse que l’erreur de prévision de la somme est moins élevée que les erreurs cumulées des « expéditions » et « distributions ». Nous choisissons alors de garder la prévision de la série « total » pour corriger les deux autres. Cette technique est appelée « top-down agrégation », Mentzer and Moon [2005].

$$V_{exp,t+h} = \omega V_{tot,t+h} \text{ et } V_{dist,t+h} = (1 - \omega)V_{tot,t+h} \quad (4)$$

Le modèle statistique complet a été décrit dans l’article de Despagne [2008]. Sur la base de ce dernier, un modèle de prévision à long terme a également été conçu. Il utilise les valeurs mensuelles pour les prévoir à horizon de 24 mois.

### 3 L’interface graphique

Pour mettre en valeur les résultats obtenus par le modèle, une application web a été développée. C’est la partie émergée de l’iceberg. En effet, la face cachée du système de prévision est le modèle mathématique, mais aussi un ensemble d’échange de données informatiques. Elles permettent la création d’un historique de données saint, le calcul des prévisions et la mise à jour des bases de données.

L’interface graphique développée en client léger a pour but de restituer les résultats prévisionnels de manière claire et utile. L’objectif est de faire de cette application un outil d’aide à la décision. La solution proposée apporte un volet scientifique au travers de la statistique pour anticiper l’activité du transporteur. Le réalisé de la veille est mis à jour quotidiennement. Les prévisions d’activité des 70 agences de transport sont mises à jour une fois par semaine à horizons de 30 jours.

Non seulement l’outil donne les prévisions de l’activité, mais il donne aussi la possibilité, a posteriori, d’analyser l’activité en naviguant dans le temps. L’utilisateur peut exporter les indicateurs dans un intervalle de temps donné et les analyser par le biais d’un tableur. Une partie graphique permet également à l’utilisateur d’identifier rapidement les erreurs de saisie sur le poids ou sur le nombre d’ordres de transport.

Des tableaux de contrôle ont vocation d’entrer dans le détail des indicateurs affichés. Des tableaux de bord renseignent la justesse des prévisions passées.

L’outil propose, aussi, un module de planification des ressources. Il affiche une proposition d’heures productives quotidiennes à horizon de 30 jours.

Pour aller plus loin, l’outil propose un module de prévision collaborative, McCarthy and Golicic [2002]. Il permet d’ajuster chacune des prévisions proposées à horizon d’une semaine. À chaque ajustement un motif doit être apporté. Ainsi, avec le temps le transporteur recueille des informations cruciales pour décrire de manière qualitative son activités.

L'interface graphique du système de prévision fournit une solution complète, puissante et facile à interpréter pour anticiper et planifier l'activité d'une agence de transport. L'outil de prévision appelé « Horizons », doit rendre le travail de planification plus simple, plus rapide et plus fiable.

## 4 En savoir plus

L'ensemble du projet de recherche est développé dans la thèse de Despaigne [2010]. Elle porte sur la conception, l'implémentation et la mise en production d'un système de prévision d'activité pour l'optimisation de la planification des ressources. Pour ce faire, elle propose également un modèle mathématique pour modéliser les flux de marchandises qui transitent sur un quai de messagerie.

## Références

- Sofiane Ayadi. Le Supply Chain Management : Vers une optimisation globale des flux. Working paper, Université Catholique de Lyon, 2005.
- Régis. Bourbonnais and Jean Claude Usunier. *Prévision des ventes, théorie et pratique*. Economica, 2007.
- François Branche. Transport de messagerie. *Revue technique de l'ingénieur*, dossier n°AG8151 V2, 2006.
- Geoffroy Cluzel. Rentabilité d'un système d'information. Approche théorique. *Revue technique de l'ingénieur*, dossier n°AG5310, 2006.
- Wilfried Despaigne. Etude préliminaire à un modèle de prévision à court terme de l'activité d'un transporteur sous température dirigée. *Modulad*, 39 :95–106, 2008.
- Wilfried Despaigne. *Construction, analyse et implémentation d'un modèle de prévision. Déploiement sous forme d'un système de prévision chez un opérateur européen du transport et de la logistique*. Mémoire de fin d'études, Université de Bretagne Sud, 2010.
- Nathalie Fabbe-Costes. Système d'information logistique et transport. *Revue technique de l'ingénieur*, dossier n°AG8030 V2, 1999.
- Terea M. McCarthy and Susan L. Golicic. Implementing collaborative forecasting to improve supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32 :431–454, 2002.

John Tom Mentzer and A.M. Moon. *Sales Forecasting Management - A demand management approach*. SAGE, 2005.

Nicholas Seiersen. Systèmes d'information en logistique. *Revue technique de l'ingénieur*, dossier n°A9050, 1998.

Nicholas Seiersen. Systèmes d'information logistique. *Revue technique de l'ingénieur*, dossier n°AG5300, 2006.