

LA DYNAMIQUE DES SYSTEMES COMME OUTIL D'AIDE A LA DECISION D'APPROVISIONNEMENT DES POINTS DE VENTE AUTOMOBILE

Wafa BOUJGUENNA* et Daniel THIEL**

Résumé. - Il s'agit d'une étude de cas qui s'intègre dans une réflexion globale sur l'apport de la dynamique des systèmes dans la prise de décision d'approvisionnement de points de vente d'un distributeur d'automobiles. La direction du contrôle de gestion de ce groupe industriel a souhaité examiner les potentialités de cette approche. Il s'agissait d'un problème crucial à analyser et à traiter, à savoir réduire le volume des stocks en succursales de certaines références jugé trop important. Nous avons proposé un modèle de simulation continue pour étudier la sensibilité du système actuel d'approvisionnement. Ce modèle a également permis de proposer des solutions en terme de gestion de stocks au niveau de la direction commerciale et des points de ventes.

Mots-clés : Dynamique des systèmes ; Gestion de stocks ; Approvisionnement ; Simulation continue ; Distribution automobile.

1. Introduction

1.1 Contexte

Dans le marché actuel de l'automobile où la concurrence est de plus en plus accrue et en réponse à l'évolution des besoins des clients, les constructeurs proposent aujourd'hui de nombreuses gammes de véhicules avec diverses versions, options et couleurs. Les campagnes

* Chef de projet logistique, PSA Peugeot Citroën, boujguenna@yahoo.com.

** UMR CNRS-USTL 8179, LEM, IAE, 104 Avenue du Peuple Belge 59043 LILLE CEDEX, daniel.thiel@univ-lille1.fr.

publicitaires et les offres promotionnelles ne sont plus des opérations ponctuelles ; ce sont des actions étalées sur toute l'année mais pas toujours sur les mêmes références. La demande devient de plus en plus irrégulière. Face à cette diversité des produits et à cette concurrence effrénée, les points de ventes doivent posséder en temps voulu les véhicules qui correspondent aux besoins de leurs clients, et trouver le juste équilibre entre la capacité à servir les commandes immédiatement et l'« optimisation » de leurs stocks.

Pour répondre à ces impératifs commerciaux, un industriel nous a proposé de réfléchir sur une nouvelle formulation des politiques d'approvisionnement selon chaque type précis de véhicule. En fait, il s'agissait de proposer au réseau commercial un outil permettant d'exprimer non seulement des besoins en quantités mais aussi les assortiments de différents véhicules ce qui complexifie ce problème.

L'objectif général de ce constructeur en terme de rentabilité vise à améliorer le pilotage de ses capitaux à court terme à savoir :

- ⇒ les stocks ;
- ⇒ les créances clients ;
- ⇒ les autres créances court terme.

En particulier, les stocks constituent un levier d'action direct sur la rentabilité des capitaux employés à court terme car :

- ⇒ ils représentent un actif coûteux ;
- ⇒ ils génèrent des coûts d'exploitation ;
- ⇒ ils présentent des risques de dégradation, de dépréciation, etc.

Le pilotage de ces stocks à mettre en œuvre doit poursuivre deux objectifs principaux :

- ⇒ assurer la fluidité des activités, en disposant d'un niveau économique de stock compatible avec les flux demandés ;
- ⇒ optimiser le niveau des stocks de façon à n'immobiliser que les capitaux juste nécessaires.

Concrètement au niveau du contrôle de gestion, ce pilotage repose sur l'indicateur de taux de couverture des stocks. Plus précisément, notre travail a été mené en relation avec la direction du contrôle de gestion pour aider les chefs de ventes en particulier en succursales (ce

sont des entités du réseau commercial détenues à 100% par une marque), à assurer un meilleur pilotage de leurs stocks, ceci en améliorant leurs politiques d'approvisionnement. Cette demande fait suite au constat que la marque X, disposant d'un nombre important de succursales réparties sur toute l'Europe, a observé qu'à fin mars de l'année A, près de 20% du stock de ces succursales dépassaient trois mois d'ancienneté (dont 8% avait plus de six mois). Ceci a eu pour conséquence l'augmentation, entre autres, des volumes des stocks avec une couverture élevée (supérieure à deux mois).

1.2 Démarche proposée

Une phase d'enquête sur le terrain a tout d'abord été menée dans différents points de vente. Puis nous avons proposé de mobiliser les outils de la dynamique des systèmes de Forrester (1961, 1984) pour développer un modèle d'aide à la décision pour la gestion des commandes et des approvisionnements. Nous avons tout d'abord formalisé nos connaissances du fonctionnement du système de gestion des approvisionnements et proposé une nouvelle approche de la gestion des stocks dans les points de vente. Nous avons ensuite utilisé le logiciel Powersim intégré dans l'ERP SAP pour développer un modèle de simulation aidant à mieux définir ces politiques d'approvisionnement. L'objectif concret visé a été de proposer un outil permettant de réduire l'ancienneté des stocks de véhicules neufs en dessous de deux mois. Nous avons ensuite testé notre modèle puis nous avons comparé nos résultats de simulation aux décisions réelles prises par les chefs de ventes.

2. Observations des comportements des chefs de ventes au niveau des décisions d'approvisionnement

Les interviews exploratoires : nous avons passé quelques semaines en succursale où nous avons effectué quelques interviews avec les gestionnaires, les chefs des ventes et les vendeurs. Cette démarche nous a permis de voir le fonctionnement de succursales et d'identifier quelques mécanismes de décision adoptés par les chefs de ventes. L'analyse des états de stock et le lancement des commandes sont des opérations quotidiennes. La règle appliquée par le chef de ventes consiste à déstocker (remplacer) systématiquement ce qui a été vendu, sauf pour quelques cas particuliers tels que les séries spéciales, la règle étant de ne pas dépasser un stock supérieur à 50% des prévisions de ventes du modèle. Pour les modèles à faible rotation les commandes sont lancées en faible quantité (1 ou 2 unités par modèle). L'analyse quotidienne du stock leur permet d'identifier les modèles auxquels il faut donner la priorité. Les vendeurs s'efforcent de diriger les clients, autant que possible, vers ces modèles. Les stocks de véhicules difficiles à gérer sont le cas des séries limitées et les nouveaux produits car la succursale n'est pas informée suffisamment tôt de leur lancement et peut difficilement anticiper les commandes.

L'enquête : Nous avons procédé ensuite à une enquête par interviews dans l'objectif de recueillir des informations concernant les mécanismes de décision d'approvisionnement et notamment les relations de cause à effet entre les différentes variables de ce système.

La politique d'approvisionnement est tout d'abord basée sur une extrapolation linéaire de l'historique des ventes réalisées. Quelques éléments tels que les plans d'actions commerciales et marketing sont ensuite pris en compte. Ces éléments sont communiqués aux points de ventes en fin de mois pour des actions du mois suivant. Selon les chefs de ventes, ces informations ne sont pas communiquées assez tôt pour anticiper l'évolution du marché.

Les décisions prises dépendent aussi de qualités intrinsèques aux chefs de ventes à savoir leur expérience, leur bon sens et leur capacité à estimer le risque sur certains produits non standard (couleur, option, ...).

Chaque succursale a un objectif mensuel de volume de commandes et un objectif de niveau du stock en fin du mois. Pour atteindre ces objectifs, les chefs de ventes se voient souvent obligés de passer d'urgence des commandes en fin de mois pour réajuster leurs stocks. Compte tenu des délais de livraisons, ils commandent ce qui est disponible au stock central, ce qui ne correspond pas toujours à leurs besoins.

Les événements tels que le repositionnement de prix, les séries spéciales ainsi que l'allongement des délais de fabrication et l'imprécision sur les délais de livraisons annoncés expliquent les difficultés majeures rencontrées par les chefs de ventes. La diversité des versions pour chaque modèle rend également difficile l'adéquation entre les approvisionnements et les besoins des clients en terme de finitions, d'options et de couleurs.

En résumé, les résultats de cette enquête nous ont apporté des informations sur :

- ⇒ les politiques d'approvisionnement suivies par les chefs de ventes basées sur : l'extrapolation linéaire des ventes, leur expérience du chef de ventes ainsi que sur les plans d'actions commerciales et marketing.
- ⇒ les événements qui altéraient le raisonnement des chefs de ventes : les offres spéciales, l'allongement des délais de fabrication, l'imprécision sur les délais de livraison annoncés, la diversité des versions.

Notre étude s'est limitée à cinq succursales dans un premier temps. Nous avons ensuite effectué une analyse des données sur les stocks par modèle sur une période de 18 mois. Les données relatives aux commandes et ventes de véhicules neufs ont été analysées dans le but

d'identifier une typologie, s'il en existe une, des véhicules qui ont dépassé deux mois de stock et de comprendre le comportement d'approvisionnement.

Analyse par famille de véhicules

La famille se définit comme étant l'ensemble des véhicules d'une marque donnée regroupés sous une même appellation commerciale générique indépendamment de leurs finitions ou de leur motorisation (figure 1).

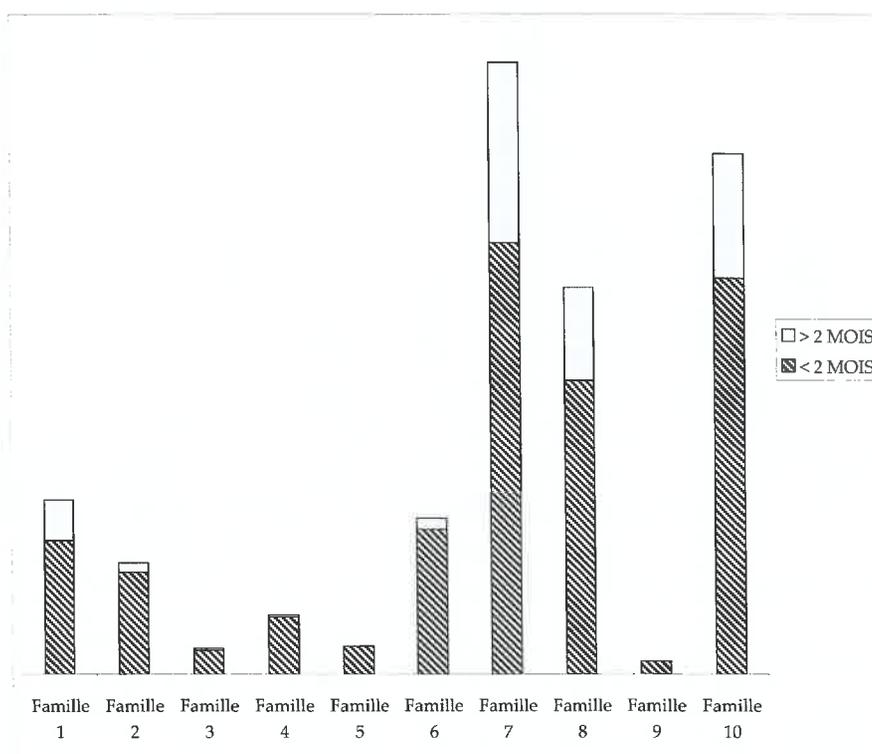


Figure 1 : Part des véhicules ayant dépassé 2 mois de stockage pour chaque famille.

Sur les dix familles commercialisées de la marque, trois d'entre elles représentent 86% des véhicules ayant dépassé deux mois de stock. Ces trois familles représentent aussi 72% du volume des ventes.

Analyse par finition

Pour les trois familles citées ci-dessus, statistiquement, toutes les finitions sont plus ou moins sujettes à ce problème. On remarque aussi que les finitions les plus concernées sont celles qui représentent le plus grand volume de ventes (figure 2).

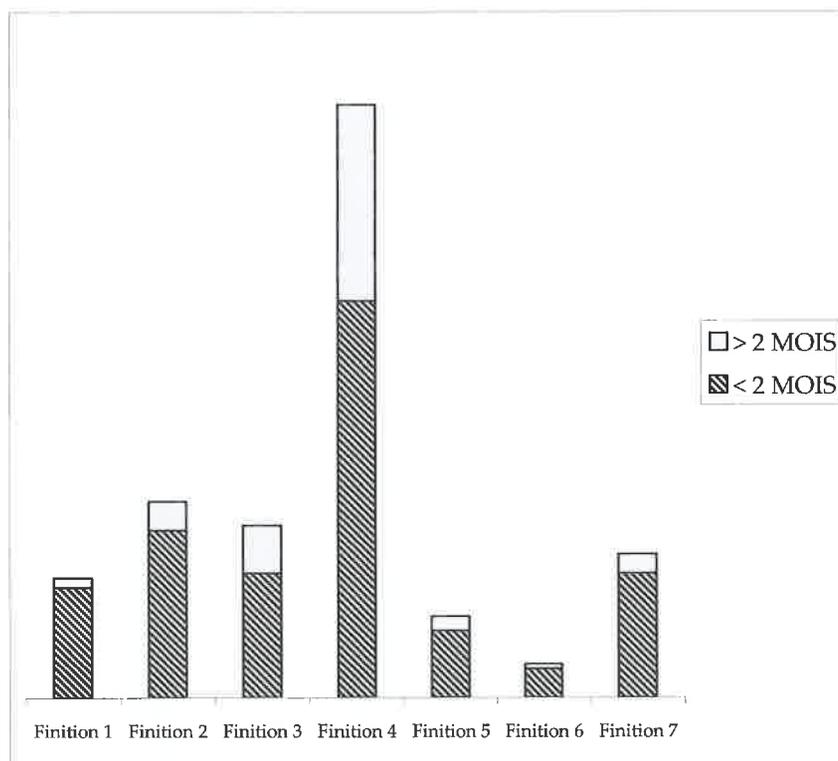


Figure 2 : Par des véhicules ayant dépassé 2 mois de stockage pour chaque finition.

Répartition de l'ancienneté sur l'année

Nous avons également analysé l'évolution du nombre de véhicules ayant dépassé deux mois de séjour en stock sur 12 mois (d'avril de l'année A-1 à mars de l'année A) par rapport au mois de livraison des véhicules au point de vente.

Nous avons pu remarquer que le problème d'ancienneté n'est pas un problème ponctuel sur une période donnée, mais plutôt un problème qui s'étale sur toute l'année d'une façon plus ou moins accentuée.

Analyse du comportement des chefs de vente

L'analyse de l'évolution des commandes et des ventes réalisées sur les 18 mois montre qu'au total les commandes sont légèrement inférieures aux ventes pour chaque famille de véhicules (figure 3). Toutefois, elles ne sont pas toujours bien lissées sur les mois. Les chefs des ventes lancent par moment des commandes qui sont importantes par rapport à la moyenne des ventes. Ceci leur permet d'assurer une bonne couverture (de plus de deux mois) ce qui pourrait expliquer en partie l'ancienneté du stock observé dans les succursales.

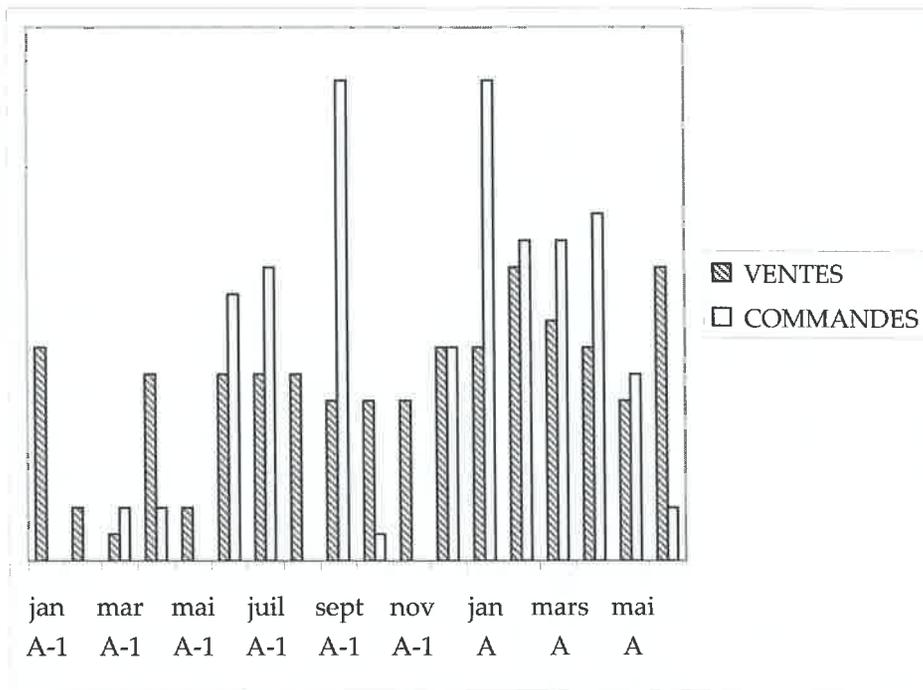


Figure 3 : Evolution des ventes et de la quantité commandée par mois.

Remarque : Pour mieux comprendre ce problème de stock excédentaire, nous avons également effectué une analyse multivariable en nous intéressant aux trois familles de véhicules les plus concernées par ce problème d'ancienneté.

3. Proposition d'un modèle de dynamique des systèmes pour la gestion des approvisionnements

Compte tenu de la présence chez ce constructeur du logiciel de simulation continue Powersim intégré à l'ERP SAP, nous avons choisi de nous référer aux principes de la dynamique des systèmes (ou industrial dynamics) de Jay W. Forrester dont les premiers travaux se sont intéressés à l'analyse dynamique de supply chains multi-échelons (Forrester, 1958). Selon sa théorie, l'un des concepts fondamentaux sur laquelle repose toute organisation dynamique est la notion de feedback ou bouches de rétroaction. Le principal objectif de la dynamique des systèmes consiste à étudier le comportement de systèmes complexes en mettant en évidence l'existence de différentes relations causales circulaires souvent non-linéaires. Concrètement, il s'agit de boucles fermées où une variable de contrôle agit sur une variable d'action qui, par l'intermédiaire d'éventuelles autres variables, contre-réagit ensuite sur cette même variable de contrôle. L'utilisation de ce type de mécanisme permet de montrer l'interaction mutuelle entre

différentes variables d'un système où la notion de pilotage évolue à chaque transition spatio-temporelle.

En terme pratique, Forrester propose tout d'abord de décrire la structure de feedback par un diagramme causal ou diagramme d'influence - visant ce faisant, notamment, à faciliter la visualisation de réseaux organisationnels (Forrester, 1961). Puis c'est à l'aide de cette représentation qualitative qu'un modèle de simulation continue peut être construit à partir de variables essentielles résultant de la formalisation de la structure du système à construire. Il s'agit de variables dites de stock (ou de niveau) et de variables dites de flux (ou de taux) (Forrester, 1968) ; (Thiel, 1993, 1998, 2008). Les variables de taux¹ (ou de flux) expriment l'action par des débits d'entrée et de sortie dans les niveaux. Les niveaux existent en permanence, même si toute activité cessait. Au niveau mathématique, les équations de flux définissent les politiques de décision et interagissent sur les niveaux à l'aide d'équations intégro-différentielles qui permettent de calculer leur évolution temporelle.

Par ailleurs, Forrester considérait que les décisions ne sont pas prises instantanément, mais de façon progressive exprimant ainsi un continuum spatio-temporel «décision-action». La méthode s'attache donc à prendre en compte les délais ou facteurs d'hystérésis qui se manifestent entre la décision et l'achèvement de l'exécution de cette décision. Les délais dans les systèmes constituent un des éléments essentiels de leur dynamique. Précisons également l'existence de délais de lissage ou délais d'information placés dans un canal d'information. Leur rôle consiste à lisser l'historique des informations, la constante de ces délais (ou coefficient de lissage) représentant l'âge moyen pondéré de l'information qui en sort. Il est souvent choisi empiriquement un lissage exponentiel d'ordre 3 exprimant « habituellement » les réactions des organisations face à deux types de perturbation (pulse ou step) comme le montre la figure 4.

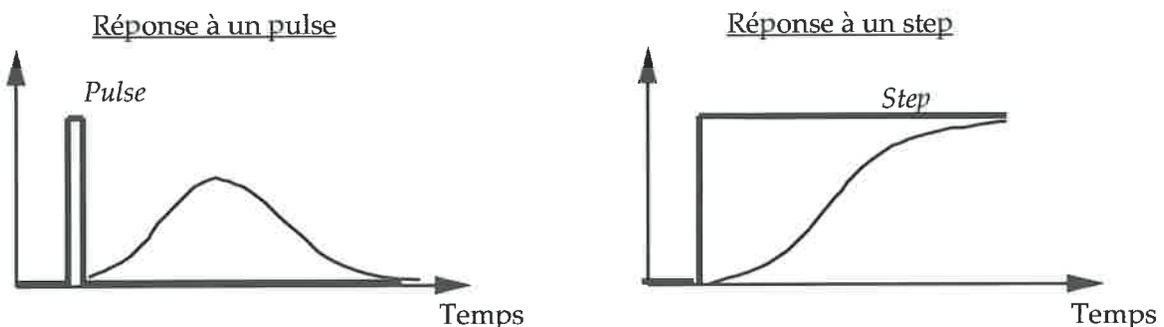


Figure 4 : Lissage exponentiel d'ordre 3.

¹ Il est utile de préciser que les variables dites de taux représentent des débits et s'expriment donc par une quantité par unité de temps.

En nous basant sur ces principes, sur une revue de littérature abondante en gestion des stocks ainsi que sur nos observations sur le terrain, nous proposons en figure 5 un diagramme causal traduisant les mécanismes déclenchant les approvisionnements dans les points de vente.

3.1 Explication des mécanismes

Les variables sont reliées par des arcs exprimant un lien de causalité soit positif (la cause entraîne un effet dans le même sens) ou négatif (l'effet se modifie dans le sens contraire à la cause). Par exemple, si le carnet de commandes diminue, les délais de livraison tendent à se réduire (et inversement), il s'agit donc d'un lien de causalité positif.

Comme le montre la figure 5, nous avons relié les différentes variables (notées ci-après en italique) par des arcs montrant les relations causales existantes :

Les commandes clients dépendent du potentiel du marché et de la part de marché de l'entreprise. Les parts de marché sont déterminées ici seulement en fonction du délai de livraison moyen observé. Ce délai varie selon le niveau de commandes non satisfaites (en cours du carnet de commandes) et les livraisons réalisées. Tout accroissement des commandes conduit donc à une augmentation du délai de livraison qui entraîne une perte de parts de marché et, par la suite, une baisse des commandes clients (boucle 1).

Le stock désiré est déterminé à partir d'un lissage des commandes clients et de la couverture de stock désirée. Le stock réel est comparé au stock désiré (cf. écart sur stock) et impacte la passation de commandes en succursale. Une fois les commandes passées, les livraisons sont réalisées après un certain délai de livraison usine puis incrémentent le stock réel.

Au final nous pouvons observer trois boucles négatives dites homéostatiques ou régulatrices². La polarité d'une boucle se détermine en fonction du produit algébrique des signes des liens de causalité à l'intérieur de la boucle (par exemple, la boucle II est composée de trois arcs de polarité positive et d'un arc de polarité négative qui amène au final un signe négatif pour la boucle).

La boucle I reproduit un phénomène microéconomique circulaire décrivant l'incidence d'une réduction du délai de livraison sur l'accroissement des parts de marché puis de l'augmentation des ventes qui a pour conséquence une augmentation des délais de livraison due à l'augmentation du carnet de commandes et donc une baisse de parts de marché.

² Deux « grandes » boucles passant par ces trois boucles peuvent également être observées sur le diagramme.

La boucle II réajuste le niveau de stock réel pour l'amener au niveau du stock désiré en proposant le lancement de commandes d'approvisionnement³.

Enfin la boucle III permet de relier les quantités en stock aux livraisons finales au client. Plus le stock est élevé plus les livraisons peuvent être satisfaites et, plus les livraisons sont importantes, plus le stock baisse.

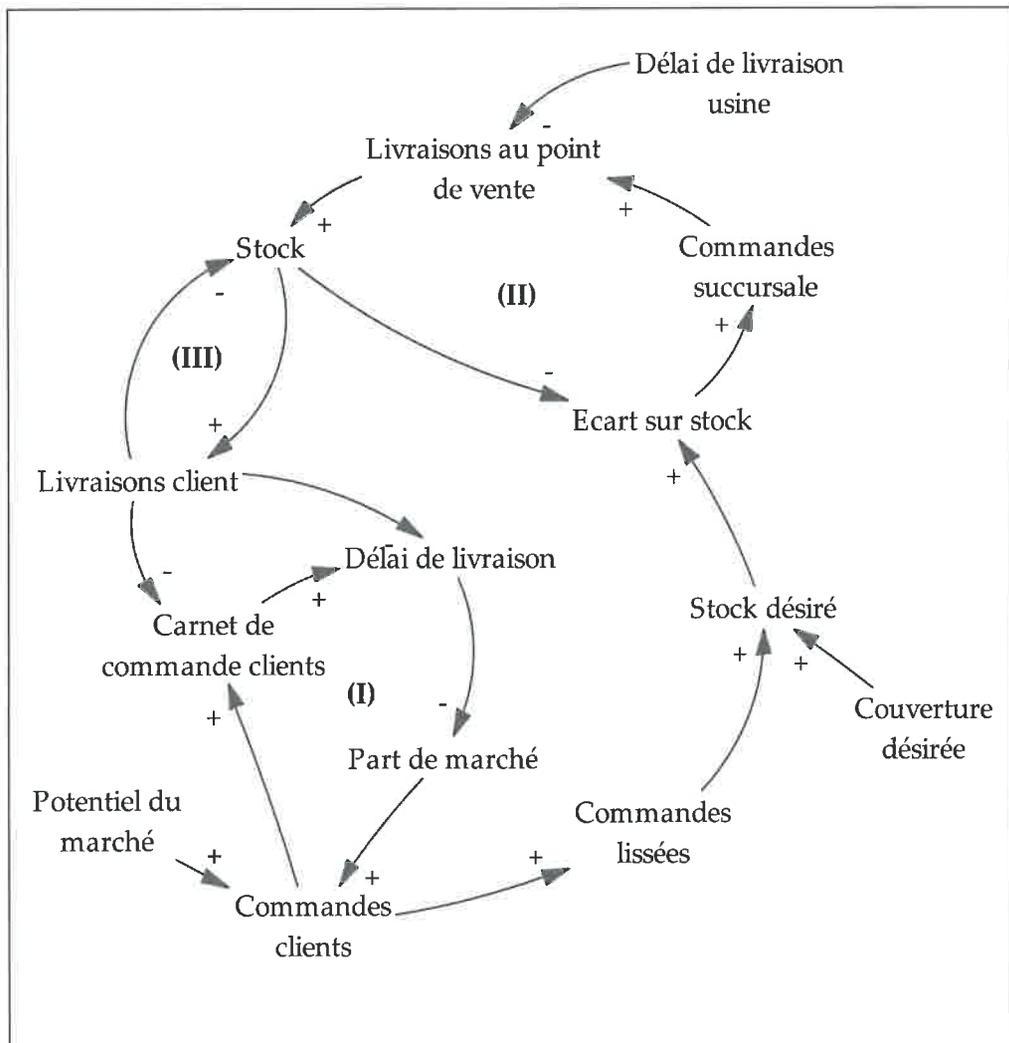


Figure 5 : Le schéma causal de l'approvisionnement des points de vente⁴.

³ L'écart sur stock est égal à la différence entre le stock désiré et le stock réel.

⁴ Le modèle que nous présentons ici est un sous-modèle d'une représentation plus globale qui pourrait prendre en compte d'autres aspects tels que la concurrence, les actions marketing, la politique commerciale, le cycle de vie des produits, la politique de prix, la production.

Ce diagramme causal est ensuite transformé en un système d'équations différentielles identifiant les niveaux et les flux qui permettent d'intégrer ces niveaux. Compte tenu de certaines non-linéarités dans les relations entre variables, nous avons fait appel à la simulation continue permettant de calculer pas à pas, à l'aide du logiciel Powersim, l'évolution de ces états à l'aide d'équations aux différences finies.

Nous présentons ci-après les équations essentielles du modèle sur lesquelles se sont basées les simulations.

3.2 La politique d'approvisionnement

D'après nos observations, l'approvisionnement est déclenché à partir de prévisions de ventes déterminées par extrapolation linéaire des ventes passées et modifiées dans le sens jugé opportun par les chefs de ventes selon leur intuition. Dans notre modèle, une simple extrapolation linéaire n'est donc pas suffisante pour les raisons suivantes :

- ⇒ elle ne tient pas compte des dernières tendances et donne le même poids aux ventes sur toute la période d'extrapolation ;
- ⇒ l'évolution réelle de la demande est souvent très irrégulière à cause de nombreux facteurs aléatoires.

Les méthodes de lissage par moyenne mobile et lissage exponentiel, même si elles sont critiquables, permettent de mieux observer la tendance générale de l'évolution. Dans notre modèle, nous avons utilisé un lissage exponentiel d'ordre 1 permettant de donner plus de poids au passé proche et de ne garder en mémoire que la dernière valeur lissée. L'équation choisie est donc la suivante :

$$\text{Prévision_commande} = \text{FORECAST}(\text{Commandes_clients}, \text{donnée passée}, \text{horizon})$$

avec FORECAST une fonction qui calcule le lissage exponentiel d'ordre 1 sur une période passée et extrapole la tendance sur un horizon futur.

Une fois le lissage des commandes passées effectué, le modèle tient compte, lors du lancement de commandes d'approvisionnement, du niveau de stock actuel. Il s'agit de la régulation assurée par la boucle II qui a pour objectif de faire tendre le niveau du stock vers le niveau désiré. La prise en compte de l'écart entre le stock réel et le stock désiré ne se fait pas immédiatement mais sur un intervalle de temps dit le temps d'ajustement du stock.

L'équation permettant de déterminer le taux d'approvisionnement est :

$$\text{Taux_d_approvisionnement} = (\text{prévision_commande} + (\text{stock désiré} - \text{stock réel}) / \text{Tas}$$

avec Tas le temps d'ajustement du stock qui représente un temps moyen estimé pour que les chefs de vente agissent pour amener le stock au niveau désiré. C'est l'un des paramètres les plus critiques dans la détermination des performances dynamiques de ce modèle.

Les décisions d'approvisionnement ne sont pas prises instantanément mais de façon progressive. Quand les ordres d'approvisionnement sont passés, les véhicules ne sont pas tous livrés en même temps et il peut y avoir une variation dans le délai de livraison des véhicules au point de ventes. Nous avons choisi dans notre modèle un délai exponentiel d'ordre 3 qui permet de donner une simple approximation de telles situations.

Le calcul est effectué pas à pas en fonction des relations causales existantes et à partir des conditions initiales des variables de niveau.

En matière de gestion des stocks, il est fréquent de simuler des comportements de niveaux de stock en fonction des fluctuations possibles de la demande commerciale (une des variables exogènes les plus usuelles). Se pose alors le problème du choix des hypothèses sur la variabilité de la demande et du choix d'un plan d'expériences. Par exemple, dans un premier temps, des séries chronologiques provenant d'historiques de ventes, peuvent permettre de tester la validité d'un modèle par rapport au passé connu. Mais la correspondance entre les comportements passés et les résultats du modèle ne suffit pas à assurer seule la validité du modèle et son comportement futur.

En se basant sur les conseils de Forrester (1961) et Lyneis (1988), nous avons tout d'abord étudié le comportement des modèles à partir d'hypothèses sur l'évolution des ventes selon trois types de fluctuations, des paliers ou steps positifs ou négatifs, des impulsions ou pulses positives ou négatives, des bruits ainsi que des composantes saisonnières.

Notre modèle a donc fait l'objet de différents tests présentés dans le paragraphe suivant :

- ⇒ Réponses à des variations brutales et durables de la demande
- ⇒ Réponses à des perturbations aléatoires de la demande
- ⇒ Sensibilité au temps d'ajustement du niveau de stock
- ⇒ Sensibilité aux variations du délai de livraison
- ⇒ Comparaison en terme de comportement par rapport à des données réelles observées

4. Résultats de simulation

Les modèles de dynamique des systèmes comportent souvent des paramètres exogènes et des relations entre les variables pour lesquelles nous n'avons pas une connaissance exacte. Dans ces cas, nous avons recours à des hypothèses sur la nature de ces relations. L'analyse de sensibilité permet, entre autres, de voir si une modification de ces hypothèses a un impact significatif sur le comportement du modèle. Dans notre modèle, les variables exogènes qui seront analysées sont la demande, le délai de livraison au point de vente et le temps d'ajustement du niveau de stock. Nous avons étudié les réponses du modèle au niveau du comportement des stocks suite à des perturbations de ces différents paramètres.

4.1 Analyse comportementale du modèle proposé

Nous avons tout d'abord tenté de tester la validité du modèle par rapport à des historiques de comportement observés dans les succursales. Les résultats ont confirmé que des comportements intuitifs des chefs de vente n'étaient pas pris en considération dans le modèle.

4.1.1 Analyse de la robustesse du modèle

Réponses du modèle face à des variations brutales et durables de la demande (steps positifs et négatifs). Ces variations peuvent correspondre dans le secteur de l'automobile, à l'introduction sur le marché d'un modèle concurrent très compétitif qui rendrait obsolète un autre modèle et entraînerait une baisse brutale de la demande ; ou à un relooking d'un modèle existant s'accompagnant d'une augmentation brutale de la demande. Nous avons constaté aussi bien pour les steps positifs que négatifs que le système réagissait bien à de faibles amplitudes (10% à 20%). Nous avons aussi remarqué que le modèle répondait mieux en terme de retour à l'équilibre à des steps positifs qu'à des steps négatifs.

Réponses du modèle face à des variations brusques et instantanées de la demande (pulses positifs et négatifs)

Nous avons à nouveau constaté que le système était plus performant dans le cas des pulses négatifs que des pulses positifs. Ceci peut s'expliquer par le fait que pour les pulses positifs, il est difficile de rattraper le retard des commandes compte tenu des délais de livraisons.

Réponses du modèle face à des perturbations aléatoires de la demande

Nous avons introduit des perturbations aléatoires représentées par une demande suivant une loi normale. Nous avons constaté que pour des faibles écart-types, le système réagissait

mieux et assez rapidement. Toutefois, les petites oscillations autour des ventes moyennes se traduisaient par un surstock ou une rupture de stock. Pour éviter ces ruptures de stock, les succursales adoptent un coefficient de couverture de stocks supérieur à un mois. Dans le cas d'aléas de fortes amplitudes, ces oscillations ont été plus fortes et moins symétriques et le modèle a eu des difficultés à se stabiliser.

4.1.2 Analyse de sensibilité du modèle

Sensibilité du modèle au temps d'ajustement du niveau de stock

Nous avons étudié la réponse du système suite à une augmentation brutale et durable de la demande (step positif) avec des temps d'ajustement de stocks différents (0.5, 1 et 1.5 semaines). Nous avons remarqué qu'à partir d'un délai d'ajustement du niveau de stock (T_{as}) d'une semaine et plus, le système s'adaptait très rapidement. Par contre, pour un T_{as} d'une demi semaine, le système fluctuait beaucoup et mettait beaucoup plus de temps à se stabiliser.

Sensibilité du modèle aux variations du délai de livraison aux points de ventes

Face à une augmentation brutale et durable de la demande (step positif), la difficulté d'adaptation du système croissait quand le délai de livraison augmentait. En fait, un allongement du délai de livraison excessif entraînait systématiquement des ruptures de stock et la régulation observée du système a été très ralentie.

Les résultats obtenus jusque là, peuvent paraître a priori triviaux. C'est en combinant ce premier modèle de simulation avec notre modèle de prévisions de ventes, que nous avons pu prouver la puissance de cet outil et de cette approche comme nous allons le montrer dans le paragraphe suivant.

4.2 Comparaison des résultats de simulation avec les décisions réelles sur 40 semaines

Nous avons testé notre modèle en comparant ses réponses comportementales à des décisions réellement prises dans un des points de vente étudié. Les figures 6 et 7 suivantes montrent que le modèle permet de réduire considérablement les stocks de véhicules neufs à l'aide du modèle basique que nous avons proposé.

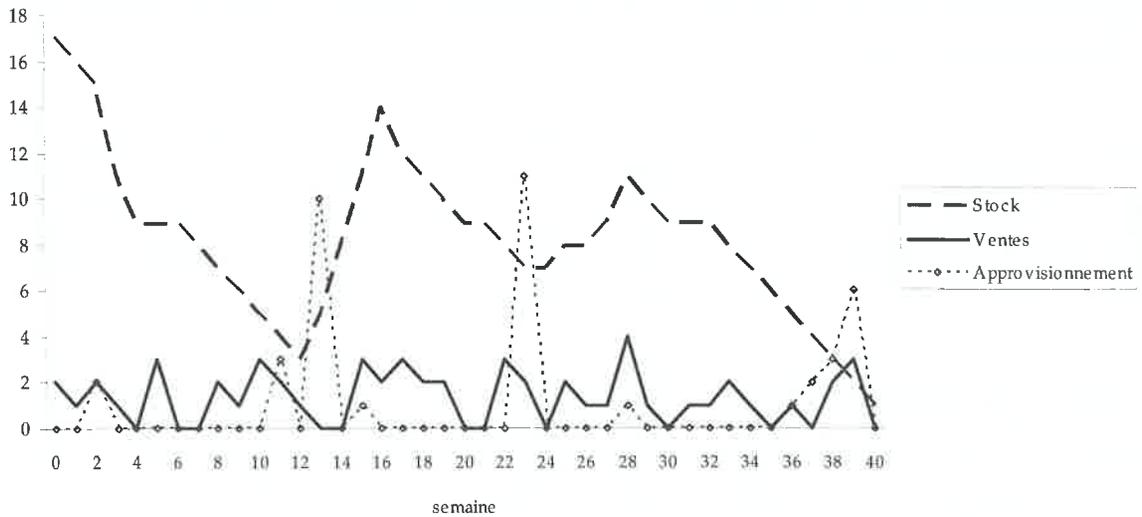


Figure 6 : Approvisionnements et stocks réels.

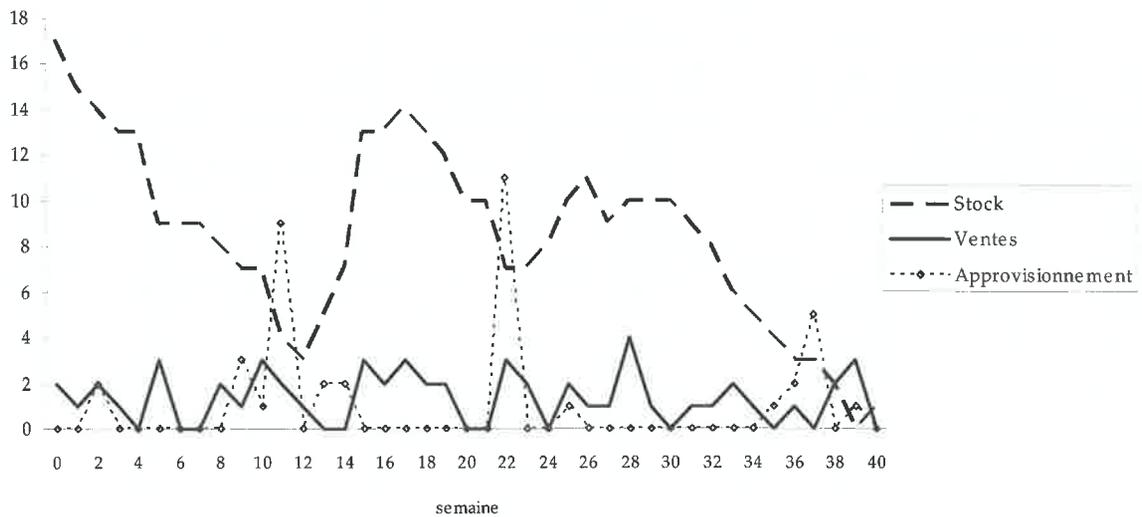


Figure 7 : Proposition d'approvisionnement du modèle et stocks induits.

5. Conclusion

Ce premier travail n'est qu'une illustration de l'intérêt de la simulation pour l'aide à la décision d'approvisionnement de véhicules neufs dans les points de vente. D'une problématique abordée actuellement par la pratique de règles « simples » et par l'intuition des décideurs, nous

avons proposé une démarche rationnelle qui se base notamment sur la théorie de la dynamique des systèmes de Forrester.

Un modèle a été développé à l'attention de la direction des ventes et des recommandations ont été effectuées auprès des responsables des succursales pour améliorer leur gestion des approvisionnements. Le modèle proposé n'est qu'une première étape qui sera complétée par d'une part une représentation des aspects psychosociologiques dans les comportements des clients et d'autre part, une extension à l'ensemble de la supply chain.

6. Bibliographie

- Forrester, J.W. (1958), "Industrial Dynamics : A major breakthrough for decision makers", *Harvard Business Review*, 36, n°4,, July-August, pp. 37-66.
- Forrester J.W. (1961), *Industrial dynamics*, Cambridge, Massachusetts, MIT Press.
- Forrester J.W. (1968), "Industrial Dynamics after the first decade", *Management Science*, vol. 14, n°7, pp. 398-415.
- Forrester J. W. (1984), *Principes des systèmes*, Presses Universitaires de Lyon.
- Lyneis J. M. (1988), *Corporate Planning and Policy Design: A system Dynamics Approach*, Cambridge, Massachusetts, Pugh-Roberts Associates, 3rd printing, pp. 83-114.
- Thiel D., (1993), *Management industriel, une approche par la simulation*, *Economica*, 233 pages.
- Thiel D., (1998), *La dynamique des systèmes : complexité et chaos*, Editions Hermès, collection systèmes complexes, 317 pages.
- Thiel D., Vo L. T. H., (2008), "Chapitre 2 : Simulation continue pour la gestion de chaîne logistique", in Thierry C., Thomas A., Bel G., *La simulation pour la gestion des chaînes logistiques*, Hermes Science Publications, 2008, pp. 59-92.