
Chapitre X

FONDEMENTS DE LA PRISE DE DÉCISION EN GESTION DES STOCKS

De nos jours, une production sans stocks est inconcevable et le mot d'ordre «zéro stock» constitue un idéal impossible à atteindre, comme on le verra en analysant les rôles qu'ils jouent. Ceux-ci sont présents partout dans la chaîne logistique¹ et posent au gestionnaire de multiples problèmes: tenue d'inventaire, valorisation des stocks, problèmes physiques de stockage et de conservation, disponibilité satisfaisante dans le temps et l'espace.

La tenue d'un inventaire relève de la problématique des systèmes d'information. La valorisation des stocks est un problème de comptabilité de gestion, c'est-à-dire un problème de calcul économique orienté vers la comptabilité financière et le contrôle de gestion. Les problèmes physiques de stockage et de conservation relèvent à la fois de l'art de l'ingénieur (au sens large), dans ses aspects physiques, et de celui du logisticien en ce qui concerne le choix de l'implantation et le dimensionnement des aires de stockage (voir le § I-3, page 899, chapitre XIII). C'est au problème de la disponibilité satisfaisante dans le temps et l'espace, d'un article ou d'une prestation de service que l'on s'intéressera ici, en considérant comme des contraintes les réponses apportées aux autres problèmes.

Le domaine traité étant ainsi limité, nous examinerons, dans une section I, le stock et ses fonctions, avant d'aborder, dans une section II, une présentation générale des politiques de stock et de leurs fondements qui permettront de situer les différentes politiques de stock les unes par rapport aux autres et d'aborder les principales d'entre elles dans les deux chapitres suivants, principalement orientés vers l'approvisionnement externe.

La présentation qui va être faite des fondements des politiques de gestion des stocks dans ce chapitre et les suivants répond à une logique bien cartésienne de décomposition de problèmes complexes en problèmes élémentaires plus simples. L'avantage de ce parti pris est de faciliter l'analyse des approches disponibles. Son inconvénient majeur est de risquer de laisser croire que les problèmes d'approvisionnement peuvent se traiter indépendamment des autres problèmes rencontrés dans la chaîne logistique. Depuis une vingtaine d'années l'accent est sur l'intégration des approches.

- Depuis le début des années quatre-vingt, le Juste-À-Temps (voir chapitre VII, page 509) intègre ordonnancement, gestion des stocks de fabrication (voir page 632) et organisation logistique des flux. Cela étant, la détermination de

1. Voir la définition à la page 895.

la taille des lots lancés en fabrication s'appuie sur une réflexion basée sur un arbitrage entre coûts de lancement et coûts de possession du type de celle qui sera présentée au [chapitre XII](#).

- Les approches de la chaîne logistique (présentée en détail au [§ I-2, page 895](#), du [chapitre X](#)) visent à intégrer, notamment au travers des ERP (voir [page 957](#)), les préoccupations d'approvisionnement, de production, d'ordonnement de distribution et de partage de systèmes d'information allant des fournisseurs aux clients. Cela étant, la modélisation d'ensemble à des fins de préconisation est hors de portée et l'on doit faire appel à des modélisations partielles pour préparer des décisions de routine.

Ce que la vision intégratrice change dans ces modélisations partielles, c'est l'obligation de prise en compte d'hypothèses réalistes permettant un interfaçage cohérent des différents composants mobilisés dans l'architecture d'ensemble, au service d'une vision du fonctionnement souhaité de la chaîne logistique. La présentation que nous allons faire est relativement neutre mais l'usage des modèles présentés peut être bénéfique ou néfaste en fonction du réalisme des hypothèses sous-jacentes de ces modèles et de la pertinence de l'articulation des problèmes partiels dans une approche de chaîne logistique, cette articulation passant par des jeux de contraintes réciproques entre ces problèmes. On reviendra sur la chaîne logistique à la [section I, page 891](#), du [chapitre XIII](#).

SECTION I LE STOCK ET SES FONCTIONS

On verra tout d'abord ([§ I-1](#)) pourquoi les stocks sont en grande partie inévitables avant d'esquisser une définition du système-stock et en avoir déduit quelques conséquences importantes ([§ I-2, page 625](#)).

I-1 Les fonctions du stock

On peut regrouper les différentes fonctions assumées par les stocks en deux grandes familles : la non-coïncidence dans le temps et dans l'espace de la production et de la consommation et l'incertitude.

I-1.1 Non-coïncidence dans le temps et dans l'espace de la production et de la consommation

Fondamentalement, *le stock existe parce qu'il est impossible de produire instantanément là et quand la demande se manifeste, et ce à des coûts jugés acceptables*. Examinons les diverses implications concrètes de cette raison d'être fondamentale.

Il est tout d'abord évident qu'économiquement le **nombre d'usines** fabriquant un même produit est limité à la fois par le marché de ce produit et par la taille de ces usines. Les économies d'échelle liées à la taille d'une usine peuvent compenser largement les accroissements de coût de distribution dus à un plus grand éloignement du centre producteur des centres consommateurs. La minimisation de ces coûts de distribution passe par un arbitrage entre des coûts de transport (principalement liés aux moyens de transport mobilisés et à la fréquence des tournées...), aux coûts des entrepôts desservis (liés à leur nombre et leurs configurations) et aux coûts de possession d'un stock (notion sur laquelle nous revien-

drons). Cet arbitrage conduira à un dimensionnement de lots d'expédition et à différents stocks aux diverses étapes de la distribution (variables selon les circuits de distribution; sur ce point, voir le § I-3, page 899 du chapitre XIII).

Au **niveau de la fabrication**, la fonction essentielle des stocks est de régulariser la production pour permettre une utilisation économiquement satisfaisante des ressources productives en hommes et en machines.

- L'importance de certains temps de lancement milite en faveur d'une production d'un lot de plusieurs unités d'une même référence mais l'**économie d'échelle** qui en résulte est partiellement annulée par un coût de possession associé aux stocks ainsi constitués. Un arbitrage économique sera nécessaire pour dimensionner correctement les lots et sera étudié dans les chapitres suivants.
- Une demande fortement saisonnière conduit à la constitution de stocks pour lisser la charge et permettre d'**éviter le surdimensionnement du système productif** (point déjà évoqué à la page 48).

Enfin, dans certaines industries comme celle de l'agro-alimentaire, la constitution de stocks ne résulte pas d'un arbitrage de coûts entre stock et production, mais est la conséquence d'une saisonnalité de la production de matières premières périssables.

I-1.2 Incertitude

L'importance des stocks constitués en fonction des considérations développées au § I-2.1, est souvent considérablement accrue par l'incertitude. Celle-ci peut porter:

- sur les prix et des **stocks de spéculation** peuvent alors être constitués (plusieurs justifications peuvent être avancées pour légitimer ce type de stocks); on ne s'étendra pas sur les stocks de spéculation dont la détermination ne relève pas des problématiques étudiées ici;
- sur les quantités demandées et les délais d'obtention, et apparaissent alors des **stocks de sécurité**; la prise en compte de l'incertitude par les stocks de sécurité mérite quelques développements.

Des stocks de sécurité de composants, qu'ils fassent l'objet d'un approvisionnement interne (production) ou externe (achat), doivent être constitués en amont de certains postes de travail pour éviter toute rupture de charge consécutive à des incidents se produisant en amont dans le processus de production de ces composants approvisionnés (pannes de machine, absentéisme, durée d'exécution d'opérations plus longues que prévu...) ou celui de leur approvisionnement. Cette rupture de charge conduit à une mauvaise utilisation des ressources qui se traduit nécessairement par un accroissement des coûts mais, inversement, ces stocks ont également un coût. L'arbitrage entre les deux points de vue varie en fonction du type de production.

- Dans le cadre d'une *production pour stock* (définie à la page 48), il est important de mettre en œuvre, aux différentes étapes de la chaîne logistique, les moyens qui permettront d'éviter une rupture de stock des produits finis. Les stocks de produits finis sont alors des instruments privilégiés de gestion de l'incertitude sur la demande. Les stocks de composants achetés ou fabriqués

(en-cours de production) servent de protection sur les incertitudes en production pouvant conduire à une rupture de charge : ils permettent d'amortir les à-coups et de découpler les problèmes en limitant et retardant la propagation en cascade d'incidents conduisant à une mauvaise utilisation d'équipements souvent spécialisés et onéreux. Les techniques d'ordonnancement utilisées (voir [chapitre V](#)) jouent un rôle très important dans l'écoulement des flux et les risques de désamorçage sur certains postes ; lorsque c'est le cas, seule une approche simulatoire (voir [chapitre III](#), § I-2.1.1, [page 148](#)) permet de prendre correctement en compte simultanément les problèmes d'ordonnancement et de dimensionnement des stocks-tampons.

- Lorsqu'on est en *assemblage à la commande* (définie à la [page 48](#) ; voir également [page 465](#)) dans le cadre d'un assemblage réalisé en ateliers spécialisés ou sur des lignes d'assemblage (voir [chapitre IX](#)), les problèmes dépendent des références utilisées et du type de nomenclature mobilisée (voir [figure 141](#), [page 464](#)). Pour les références qui sont approvisionnées ou fabriquées pour stock, les problèmes ne sont guère différents de ceux rencontrés à l'alinéa précédent. s'ils sont consommés par un grand nombre de produits finis. Pour les autres références, on ne se trouve pas à proprement parler en présence d'un problème de gestion de stock mais d'un problème de production impliquant l'appel à des approches de type MRP (voir [chapitre VI](#)) ou de type JAT (voir [chapitre VII](#)).
- Lorsqu'on est en *production à la commande* (définie à la [page 49](#)), on se rapproche plus ou moins du cas précédent en fonction du nombre de références utilisées qui existent déjà.

Dès qu'une entreprise dépasse le stade artisanal, elle doit programmer l'utilisation de ses diverses ressources productives. Quelle que soit la qualité de cette programmation, des incidents se produiront inévitablement et en empêcheront la réalisation. Les incidents visés, ici, ne peuvent être assimilés aux aléas pris en compte dans les diverses gammes et correspondent à des pannes, des absences imprévues d'opérateurs, des ruptures d'approvisionnement, des problèmes de qualité... Dans la mesure où l'on a des flux passant d'un poste de travail à un autre, les incidents génèrent des perturbations qui se propagent progressivement dans le système. On peut retarder cette propagation en constituant, en amont des postes de travail, un « portefeuille » de commandes à exécuter, accompagné des stocks correspondants d'en-cours, et permettant d'absorber certains incidents. Dans le contexte des lignes de production, la nécessité d'opérer un découplage minimal par des stocks-tampons est illustrée à la [page 601](#).

Le mécanisme de **découplage** des problèmes par les stocks, longtemps privilégié, n'est pas le seul. Des alternatives existent avec le surdimensionnement d'autres ressources et leur déspecialisation (polyvalence des machines et des opérateurs) qui permettent, en cas d'incident, un remplacement des ressources défaillantes ; en outre, on cherchera à limiter l'occurrence des incidents en « fiabilisant » les moyens productifs. Les logiques de gestion dites du Juste-À-Temps présentées au [chapitre VII](#) rejettent la solution des stocks d'en-cours pour découpler les problèmes, et lui préfèrent la fiabilisation, la polyvalence et le surdimensionnement des ressources. La manière la plus judicieuse d'assurer ces découplages relève d'une réflexion stratégique et a toutes chances de correspondre

à un panachage de ces différentes solutions (stocks, surdimensionnement, polyvalence, fiabilité). Il est essentiel de bien comprendre que très souvent une action sur les stocks doit s'accompagner d'actions sur d'autres ressources pour qu'il n'y ait pas de dégradation de fonctionnement du système.

I-2 Définition du système-stock

Nous examinerons d'abord à quoi s'appliquent les outils développés par la théorie des stocks avant de procéder à une approche systématique des stocks. Avant de commencer, rappelons que cette problématique a déjà été abordée au [chapitre VIII](#) dans une optique de modélisation par la programmation mathématique, différente de celle développée ici dans la mesure où elle ne visait pas à produire des solutions analytiques.

I-2.1 Domaines d'application de la théorie des stocks

La notion de stock est applicable non seulement aux biens physiques (§ I-2.1.1) mais également à certains problèmes de détermination de capacité dans la production de service (§ I-2.1.2).

I-2.1.1 Stocks de biens physiques

Les biens que l'on stocke sont de natures diverses, matières premières, composants, produits finis et correspondent à des ressources matérielles qui transitent dans un système productif ou un système de distribution. La gestion des stocks est confiée aux responsables de la production ou aux commerciaux d'une entreprise suivant que la demande émane d'agents économiques extérieurs à l'entreprise ou non, mais ce clivage fonctionnel ne correspond pas à des problématiques différentes car, sur le fond, les problèmes posés restent similaires.

I-2.1.2 Stock et potentiel de prestations de service à un moment donné

Certaines prestations de service peuvent, comme certains produits, être fabriquées sur stock ou à la commande (voir chapitre I, § I-2.1, page 47). On sera en présence d'une production de prestations de service sur stock dans le cas de traitement de dossiers qui doivent être traités dans une certaine fourchette de temps (*back office* bancaire, assurance, etc.). Dans ce cas, il n'y a pas à proprement parler de problème de gestion de stock mais plutôt un problème de conception du système productif pour l'obtention d'un niveau de service à un certain coût. On sera en présence d'une production de prestations de service à la commande lorsque l'exécution d'une demande ne peut être différée. Dans ce cas, l'analyse du potentiel de prestations de service offert à un moment donné fait appel à la problématique des stocks (et plus particulièrement aux modèles d'approvisionnement d'articles non stockables en gestion calendaire qui seront étudiés au [chapitre XI](#), § I-1.4.3, page 695). Deux cas de figure se présentent :

- La prestation est fournie «à domicile», c'est-à-dire que le prestataire de service se rend là où il est demandé, et se pose alors le problème du dimensionnement d'une équipe d'intervention (équipe d'entretien et de réparation dans une usine, si l'entretien curatif s'ajoute à l'entretien préventif, effectifs de sociétés de travail intérimaire, SAMU, etc.).
- L'utilisateur doit se rendre à un endroit pour consommer une prestation de service et se pose alors le problème d'accueil de cet endroit. La capacité d'un

hôpital, d'un train de voyageurs, d'un cinéma ou d'une salle de classe ont ceci de commun qu'elles offrent toutes à des usagers un espace (lits, sièges...) pour consommer une prestation de service (soin, transport, loisir, éducation...) pendant un temps donné et que le nombre d'usagers admis à bénéficier de ces prestations à un moment précis du temps est limité par l'espace disponible. Dans ce cas, le stock est une capacité de service rapportée à une unité appropriée: lit/jour d'hospitalisation, siège/séance de cinéma, élèves admis/année scolaire, places assises par train offertes pour un horaire donné...

Le raisonnement doit être tenu sur des ensembles homogènes (notion de classe en transport, de qualification pour des individus...). Dans les exemples évoqués ci-dessus, l'engagement sur le long terme varie: une fois dimensionné, un équipement sera conservé «en l'état» sur un horizon assez long; par contre, il est plus facile d'adapter rapidement le dimensionnement d'équipes. Formellement, les modèles utilisés seront toutefois similaires.

Les exemples que l'on retiendra ici porteront plutôt sur les biens, et l'analyse faite au § I-2.2 suivant n'est pertinente en totalité que si le stock porte sur des biens physiques.

I-2.2 Analyse du système-stock

L'analyse d'un stock quelconque peut s'effectuer à l'aide du schéma de principe suivant de la figure 172 dont on va analyser successivement les composants.

FIGURE 172

Analyse du système « stock »

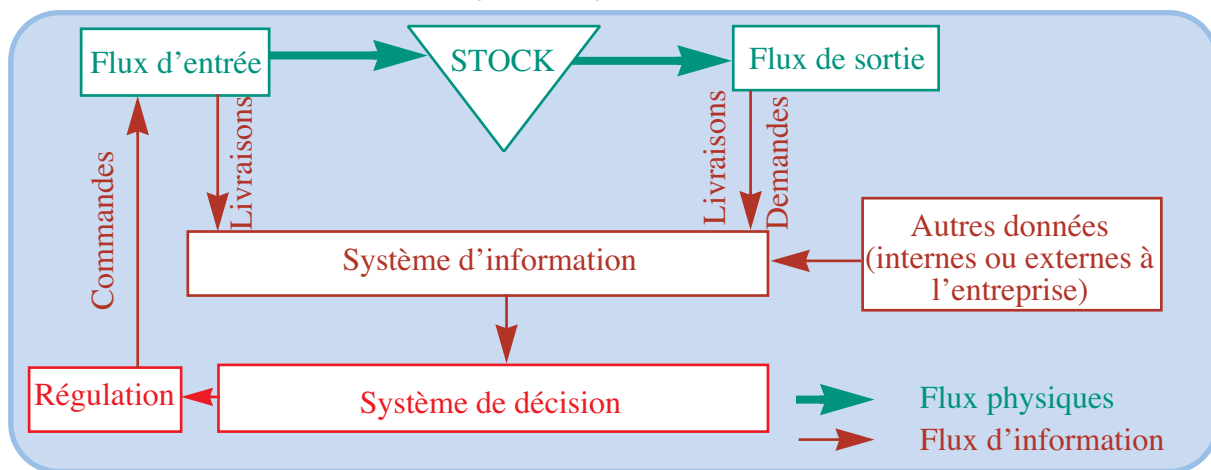


Table des
matières

Index
thématique

I-2.2.1 Le stock

Le stock est caractérisable par son seul niveau à chaque instant du temps, mais aucune action directe n'est possible sur le niveau de stock. Il en est normalement de même pour les flux de sortie, c'est-à-dire pour la demande sur laquelle il est généralement difficile d'agir, sur le court terme tout du moins. Le niveau du stock est contrôlé par des modulations appropriées des flux d'entrée, c'est-à-dire de l'approvisionnement du stock. Une comparaison peut être faite avec le volume d'eau contenu dans une baignoire dont le bouchon d'écoulement est retiré: l'eau qui s'écoule correspond à la satisfaction d'une demande sur laquelle on ne peut agir, le stock est caractérisable par le niveau d'eau dans la baignoire, et l'on ne

peut agir dessus qu'en ouvrant plus ou moins le robinet d'arrivée d'eau. Les actions ponctuelles sur la demande (promotion...) ne seront pas prises en compte dans le cadre de la définition de politiques d'approvisionnement pour un « régime de croisière »¹.

L'analyse de la chaîne logistique met en évidence l'existence de **stocks à étages** appelés encore **stocks multi-échelons** (voir [figure 173](#)), qui correspondent à un stockage en différents endroits d'une marchandise à des fins de distribution, selon une arborescence divergente des flux ou d'un bien à des stades différents de fabrication selon un montage en série ou selon une arborescence convergente des flux que l'on rencontre en assemblage ou encore toute combinaison de ces deux cas de figure; on reviendra sur ces stocks multi-échelons à la [page 897](#).

FIGURE 173
Différents types de stocks à étages

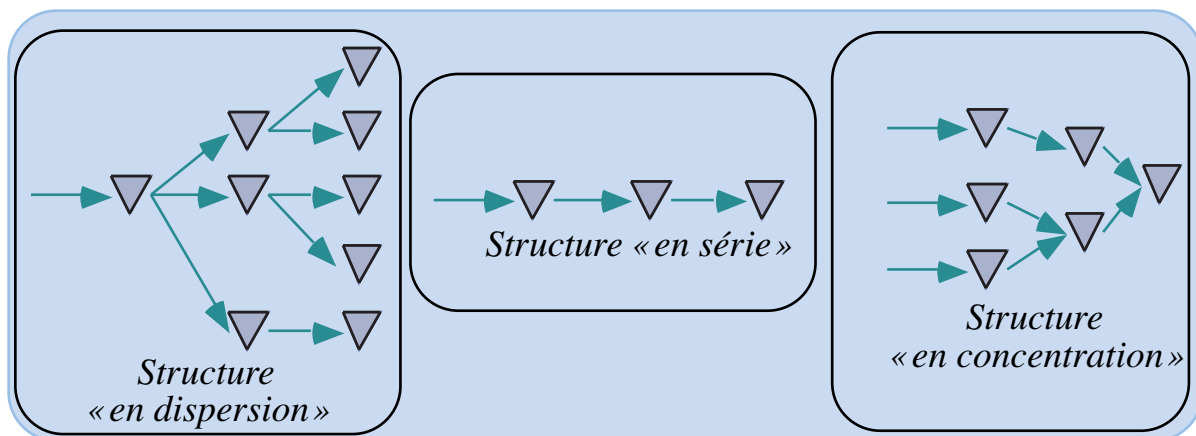


Table des
matières

Index
thématique

Les stocks à étages dans un contexte de fabrication ont été abordés au [chapitre VI](#). Les stocks à étages mettant en jeu des relations de type « client - fournisseur » peuvent être gérés de manière indépendante mais la tendance à l'intégration, que l'on observe depuis une quinzaine d'années, conduit à des arbitrages globaux plus intéressants pour les deux parties que la mise en œuvre des recommandations des politiques locales associées à chaque sous-système. Des démarches empiriques d'intégration ont vu le jour dans la grande distribution avec la prise en charge, par certains fournisseurs, de la gestion de certains linéaires; les économies réalisées par la transformation du problème en un problème de stocks à étages de distribution sont alors partagées entre les parties. Les efforts de modélisation de cette classe de problèmes en vue d'obtenir des solutions analytiques restent limités². Dans ce qui suit, on traitera principalement de systèmes - stocks considérés comme indépendants³.

1. À l'exception de celles qui seront abordées au [chapitre XII](#), § I-2.1.3, page 796, et § II-2.2.3, page 881.

2. Des réflexions théoriques voient le jour depuis quelques années, sous l'influence de la montée des préoccupations relatives à la chaîne logistique (voir, en particulier, l'imposant ouvrage coordonné par Tayur, Ganeshan & Magazine (1999, [410]). Cette classe de modèles dépasse nettement le propos introductif assigné à cet ouvrage.

3. La levée de cette hypothèse d'indépendance ([chapitre XII](#), § I-2.3, page 802 et § II-2.1, page 863) ne conduit pas à la prise en compte de stocks à étages.

I-2.2.2 Système d'information

Le système d'information permet de connaître, de façon plus ou moins continue, les flux d'entrée, de sortie, ou le niveau de stock. Ce dernier peut être appréhendé de trois manières différentes :

- à tout instant par la technique de l'**inventaire permanent** en tenant à jour un nombre d'unités détenues chaque fois que se produit un mouvement de stock en entrée ou en sortie,
- par intermittence régulière (**inventaire périodique**),
- lorsque certains événements se produisent, par exemple si le stock disponible devient inférieur à un niveau fixé à l'avance qui est matérialisé par une «réserve» (voir [page 634](#)).

Le coût d'un système d'information n'est jamais explicitement pris en compte dans l'étude des politiques de stocks, mais il est nécessaire de le réintégrer dans la comparaison des coûts des diverses politiques sous peine de fausser cette comparaison : l'inventaire permanent est, en général, plus coûteux que l'inventaire périodique, mais l'intégration réalisée par les systèmes d'information modernes et notamment les ERP (voir [page 957](#)) font que le choix d'une politique d'approvisionnement s'inscrit de plus en plus dans le cadre d'une approche d'inventaire permanent.

La modification d'un système d'information est une opération longue et souvent coûteuse, le système existant est le plus souvent une contrainte (sur le court ou moyen terme) dans le choix d'une politique de stock. On peut d'ailleurs remarquer que la modification du système d'information est plus souvent liée à des préoccupations de nature comptable et financière (informatisation de la facturation entraînant la création d'un inventaire permanent informatisé, par exemple) ou à la recherche d'une intégration via ERP qu'à la recherche d'une amélioration de la gestion des stocks.

I-2.2.3 Système de décision

Le système de décision permet, à partir des informations transmises sur l'état du système «stock» et sur la base d'autres informations (prévisions de la demande, en particulier), de prendre des décisions cohérentes avec les objectifs généraux de l'entreprise. Ces décisions portent «en régime de croisière» sur la modulation des flux d'entrée, c'est-à-dire qu'elles donnent des réponses appropriées aux deux questions fondamentales suivantes :

- quand approvisionner ?
- de combien approvisionner ?

Ces deux questions sont du reste intimement liées. Il est important de souligner que, normalement, une réflexion correctement conduite sur la politique à suivre en matière de gestion des stocks, doit aboutir à un ensemble de décisions de routine ne nécessitant aucune réflexion préalable. Ces décisions de routine, reposant sur une argumentation économique sophistiquée, peuvent dès lors, soit être prises par des agents d'exécution s'aidant de documents (tables, abaque ou nomogrammes¹) permettant de trouver la solution pertinente pour le cas de figure rencontré, soit être déclenchées automatiquement à la suite d'un traitement informatique. La préparation de ces décisions relève de la responsabilité des cadres.

I-2.2.4 Les flux d'entrée

Leur origine peut être interne à l'entreprise (fabrication) ou externe (achat). Lorsque l'approvisionnement est interne, la livraison peut s'étaler sur la durée de fabrication et le problème de stock n'est pas indépendant de celui de l'organisation de la production et de la politique retenue pour la chaîne logistique. L'approvisionnement externe implique habituellement une livraison unique de la totalité de la commande.

Un paramètre important de l'approvisionnement est le **délai d'obtention**, c'est-à-dire le temps qui s'écoule entre le moment où la personne responsable (sur le terrain) des stocks passe une commande, et celui où la marchandise est à sa disposition. Ce délai d'obtention comporte des délais administratifs de lancement de la commande, des délais d'acheminement de la commande au fournisseur, le cas échéant des délais de production (à l'intérieur de l'entreprise ou non), des délais de transport, de réception, de contrôle et de manutention pour la mise à disposition en magasin. Ce délai peut être considéré soit comme certain, c'est-à-dire concrètement avec une faible marge d'erreur relative, soit comme aléatoire, c'est-à-dire que la distribution de probabilité de durées possibles peut être établie. L'existence de délais d'obtention nécessite de disposer, au moment du déclenchement d'une commande, d'un stock suffisant pour satisfaire la demande durant ce délai d'obtention. Le calcul de ce stock est, comme on peut s'y attendre, plus complexe si le délai d'obtention est aléatoire que s'il en est certain. L'évolution de la chronocompétition ([page 67](#)) tend autant à réduire ces délais qu'à en limiter la variabilité.

En cas d'approvisionnement externe, il est fréquent que le prix d'achat des articles varie en fonction des quantités livrées, l'entreprise située en amont pouvant répercuter sur l'acheteur tout ou partie des économies d'échelle réalisées sur une commande importante, par rapport à une commande de faible importance (problème d'étalement de charges fixes sur un plus ou moins grand nombre d'unités). De même, en cas d'approvisionnement interne, le coût de fabrication peut varier avec les quantités à produire (appel aux heures supplémentaires par exemple).

Pour en terminer avec l'analyse des flux d'entrée, ajoutons que des contraintes supplémentaires peuvent peser sur les quantités commandées. En particulier, le conditionnement (en palettes, cartons...) et les usages commerciaux peuvent imposer de ne commander que des multiples entiers d'une unité de base (carton de 36 unités par exemple). Habituellement, la totalité des unités achetées par multiple d'une unité de base est tôt ou tard consommée, mais il peut ne pas en être toujours ainsi¹, surtout si le stock porte une prestation de service. La détermination du nombre de «travées» de sièges offerts dans un avion mixte «fret + passagers», affecté à une ligne donnée, correspond au choix d'une offre de transport & voyageur qui, si elle n'est pas consommée au cours d'un vol donné, doit être considéré comme perdue (d'où la mise en œuvre d'une conception permettant

1. *Note de la page précédente.* L'abaque ou le nomogramme sont des techniques de résolution graphique d'une équation faisant intervenir deux ou plusieurs variables. Ces techniques sont pratiquement abandonnées en raison de l'évolution technique et économique des moyens informatiques.

1. Cette classe de problème est souvent désignée sous le terme de *lump sum problem* dans la littérature spécialisée anglo-saxonne.

des ajustements de «dernière minute»). Plus prosaïquement, si vous achetez deux fois 20 minutes de temps de stationnement à un parcmètre, et revenez au bout de 30 minutes, vous ne pouvez tirer aucun parti des 10 minutes résiduelles.

I-2.2.5 Les flux de sortie

L'analyse de la demande est l'une des étapes les plus délicates de l'analyse d'un système de stock. Trois caractérisations de la demande peuvent être établies.

I-2.2.5.1 Modélisation de la demande

La demande s'exprimant pendant une période donnée peut être considérée comme certaine, c'est-à-dire que la quantité qui sera demandée sur cette période est connue à l'avance avec certitude (ou avec une marge d'erreur relative considérée comme négligeable). Mais elle peut aussi n'être connue qu'en probabilité et l'on parle alors de demande aléatoire. Dans ce dernier cas on connaît une distribution de probabilités de cette demande, soit à partir d'informations sur le passé, soit à partir de probabilités a priori. S'il n'est pas possible de connaître cette distribution de probabilités, on parlera de demande en univers incertain (incertain n'étant donc pas le contraire de certain). Dans ce cas, sauf à se ramener au cas précédent pour le truchement de probabilités subjectives, il ne reste plus, en théorie, qu'à traiter le problème de gestion par les techniques classiques dans ce domaine (de type critère du minimax...); néanmoins, l'application opérationnelle de telles démarches est exceptionnelle.

Si la demande s'étale sur plusieurs périodes, deux cas de figure doivent être soigneusement distingués¹:

- les caractéristiques de la demande sont les mêmes d'une période sur l'autre, c'est-à-dire que si la demande est certaine, son niveau est constant, et que si la demande est aléatoire, la loi suivie est non seulement la même, mais en outre conserve les mêmes valeurs pour ses paramètres caractéristiques. On parle alors de **processus statique** de demande, ou encore de **demande statique**;
- les caractéristiques de la demande évoluent au cours du temps pour une cause quelconque (saisonnalité de la demande, évolution tendancielle de la demande), et l'on parlera de **processus dynamique** de demande ou encore de **demande dynamique**.

L'analyse des chroniques de demande (voir le [chapitre XV](#), [page 981](#)) aide à décider dans quel cas de figure on se situe.

En définitive, les caractéristiques de la demande peuvent être résumées par le schéma de la [figure 174](#) et illustrées par le [tableau 174](#), [page 631](#), pour le cas de problèmes multi-périodes.

Lorsque la demande est aléatoire, il est nécessaire, pour les besoins du calcul économique, de rechercher le processus théorique le plus approprié pour représenter la demande. Les lois statistiques auxquelles on fait appel sont discrètes (loi de Poisson, en particulier) ou continues (loi Normale en particulier) mais, dans ce dernier cas, la loi continue est très souvent utilisée pour approximer un processus discret: par exemple, la demande d'un quotidien est de nature discrète (on ne peut

1. On reviendra sur ce point au [chapitre XV](#), § I-2, [page 987](#).

FIGURE 174
Typologies de la demande

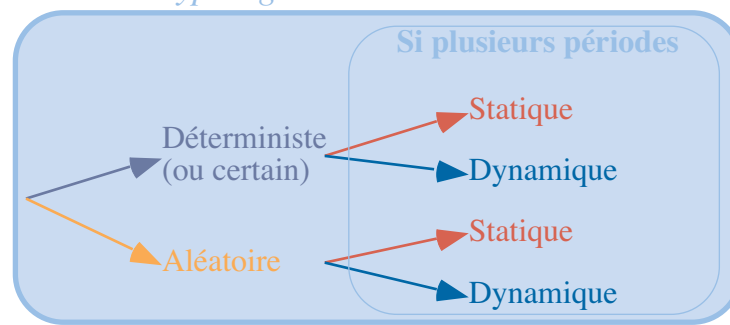


TABLEAU 174
Illustration des typologies de la demande

Demande	Statique	Dynamique																												
Certaine	<table><tr><td>t</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>...</td></tr><tr><td>d_t</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>...</td></tr></table>	t	1	2	3	4	5	...	d_t	5	5	5	5	5	...	<table><tr><td>t</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>...</td></tr><tr><td>d_t</td><td>5</td><td>7</td><td>3</td><td>2</td><td>10</td><td>...</td></tr></table>	t	1	2	3	4	5	...	d_t	5	7	3	2	10	...
t	1	2	3	4	5	...																								
d_t	5	5	5	5	5	...																								
t	1	2	3	4	5	...																								
d_t	5	7	3	2	10	...																								
Aléatoire	$\mathcal{L}(d_t) = \mathcal{N}(300 ; 20)$	$\mathcal{L}(d_t) = \mathcal{N}(300 \cdot 1,01^t ; 20\sqrt{1,01^t})$																												

qu'acheter un journal entier), mais celle-ci peut sans inconvénient être approximée par une distribution continue, comme la loi Normale¹.

Dans certains cas, la modélisation d'une demande aléatoire est complexe. Par exemple, la demande peut s'exprimer par bon de commande (la distribution statistique théorique du nombre de bons de commande par unité de temps pouvant être trouvée), chaque bon de commande pouvant porter sur un nombre variable d'unités d'un article donné (la distribution statistique théorique du nombre d'unités demandées par un bon de commande pouvant être également obtenue). La loi théorique de la demande du nombre d'unités d'un article donné pendant une période donnée s'obtient alors en «combinant» les deux distributions statistiques. La généralisation des techniques de saisie directe de données (en particulier dans le secteur de la grande distribution) et la montée en régime du eCommerce rendent cette modélisation indispensable dans la mesure où l'accroissement du délai de réponse du système est conditionné par une inférence correcte de distributions statiques définies pour de faibles unités de temps (en effet, pour des unités de temps d'une certaine importance, le théorème de la limite centrale joue presque toujours).

La connaissance de la distribution statistique par unité de temps permet de calculer assez facilement celle de la demande pour un délai d'obtention certain, mais le problème se complique si le délai d'obtention est lui-même aléatoire. Les réponses à ces problèmes relèvent de la statistique et non de la problématique des stocks. Par ailleurs, une tendance trop souvent rencontrée consiste à négliger les

1. Le caractère discret de la variable étudiée conduit, en toute rigueur, à utiliser une correction de continuité; sur ce point, voir Giard (1995, [182], chapitre III, § II-1.4.12).

problèmes d'inférence statistique et à vouloir implanter une « gestion scientifique des approvisionnements » sans connaissance de la demande, ce qui, à l'évidence, ne peut pas produire les résultats escomptés.

I-2.2.5.2 Demande interne ou externe

Une dernière distinction doit être opérée dans l'analyse de la demande d'un article selon qu'elle émane :

- de l'extérieur de l'entreprise et l'on parle de **stock de distribution** (l'article stocké est ensuite vendu à l'extérieur de l'entreprise à une autre entreprise s'il s'agit d'un bien intermédiaire, ou aux ménages s'il s'agit d'un bien final); dans la chaîne logistique, la demande est en aval et l'on est sur un problème de distribution;
- de l'intérieur de l'entreprise et l'on parle de **stock de fabrication** si la référence est fabriquée en interne ou achetée à l'extérieur; dans la chaîne logistique la demande est en amont et l'on est sur un problème d'approvisionnement, certains composants achetés pouvant éventuellement être revendus en l'état au titre des pièces détachées.

Cette nouvelle typologie de la demande n'est pas indépendante des classifications « déterministe ou aléatoire » et « statique ou dynamique ». Dans le cas d'un stock de distribution, il est fréquent que la demande émane de nombreux demandeurs et revête un caractère « aléatoire-statique »; dans ces conditions, l'application des politiques de gestion de stock que l'on examinera aux chapitres **XI** et **XII** donne généralement de bons résultats. Dans le cas d'un stock de fabrication, la prévision de la demande au niveau du composant n'a guère de sens (sauf pour la partie correspondant aux pièces détachées vendues en l'état à l'extérieur) et c'est au niveau du produit final qu'il faut faire porter l'effort de prévision. Le plus souvent, lorsque cette prévision est faite pour plusieurs périodes à venir et pour tous les produits finals, on en déduit la demande des composants qui s'analyse alors comme une demande « dynamique-certaine ». La gestion de ces stocks n'est plus indépendante et met en œuvre des procédures de planification des besoins en composants qui font appel à d'autres outils de calcul économique (ces problèmes sont traités au **chapitre VI**, page 455). Dans cette optique, le problème est autant un problème de planification de production qu'un problème de gestion des stocks.

L'indépendance des demandes n'implique pas qu'il y ait indépendance dans la gestion des références. En effet, lorsque l'on gère simultanément plusieurs références, il est inévitable qu'elles entrent en compétition dans la consommation de ressources rares telles que l'espace ou la trésorerie.

I-2.2.5.3 Cas des demandes non satisfaites

Les demandes non satisfaites peuvent être perdues (les demandeurs s'adressent ailleurs ou renoncent à consommer le bien ou la prestation de service) ou différées ou, enfin, partiellement perdues. Les conséquences financières diffèrent selon le cas de figure et, en règle générale, les modèles permettant la recherche de politiques optimales diffèrent également.

Cela étant, la notion de demande non satisfaite perdue demande à être précisée. S'agissant du résultat d'une confrontation entre une demande et de l'offre d'un système d'approvisionnement précis, il est possible que la demande non satisfaite

puisse être immédiatement rattrapée par un système d'approvisionnement complémentaire. Dans ce cas, la demande sera perdue pour le système initial et satisfaite pour le client du système « global ». Ce cas de figure sera explicitement abordé en gestion calendaire (chapitre XI, § I-1.4.33c, page 704 et § I-2.2, page 712).

SECTION II LES POLITIQUES DE GESTION DE STOCK

D'une manière générale, l'application du calcul économique à des problèmes de gestion aboutit à déterminer la valeur d'un certain nombre de variables qui ont une incidence directe sur un ou plusieurs critères de gestion retenus pour mesurer les « performances » de politiques de gestion vis-à-vis d'un (ou de plusieurs) objectif(s) de l'entreprise. Nous appliquerons cette logique en examinant les fondements des politiques de stock (§ II-2, page 638), après avoir brossé un panorama des principales politiques de stocks envisageables (§ II-1).

II-1 Typologie des politiques de gestion des stocks

Il ne saurait être question d'aborder dans les chapitres qui suivent toutes les politiques de stock envisageables, car l'objectif que nous poursuivons est une sensibilisation à une problématique d'autant plus complexe qu'elle prétend cerner de près le réel. On se contentera de présenter les principales politiques de stock (§ II-1.1). On examinera dans un second temps quelques principes à respecter dans le choix d'une politique de stock (§ II-1.2, page 635).

II-1.1 Les principales politiques de gestion de stock

L'analyse du système-stock effectuée en section I mettait en évidence la très grande diversité des systèmes-stocks, mais celle-ci ne fait qu'expliquer la plus ou moins grande complexité de modèles de stocks permettant de définir des politiques optimales. Ce qui différencie fondamentalement les politiques de stock, c'est le type de régulation adopté et donc les réponses aux questions « quand ? » et « combien ? ». C'est sur cette base que nous fonderons notre typologie, et non (comme le font certains auteurs) sur la base de telle ou telle caractéristique d'une partie du système-stock (flux de sortie par exemple).

II-1.1.1 Les fondements de la typologie retenue

II-1.1.1.1 Réponses à la question « Quand ? »

Trois grandes familles de réponses peuvent être apportées à la question « quand ? », du moins si l'on exclut les réponses fantaisistes (mais correspondant assez souvent à la réalité) du type « n'importe quand » ou « quand on a le temps ». La troisième réponse est un compromis entre les deux premières.

II-1.1.1.1a) Point de commande : s

L'approvisionnement du stock est déclenché lorsque l'on observe que le stock détenu (auquel on ajoute éventuellement les commandes attendues) descend en dessous d'un niveau s , que l'on appelle point de commande. Si le système d'information est du type inventaire permanent, une commande sera déclenchée au moment exact où le stock observé est égal à s . Notons qu'un inventaire permanent

n'implique pas la présence d'un ordinateur, ni même de tenue manuelle de cet inventaire à l'aide de fiches de mises à jour après chaque mouvement, car l'information que l'on cherche à saisir est le franchissement du point de commande. Dans cette optique, la **technique des deux casiers**, connue encore sous le nom de technique des deux magasins (*two-bins system*), répond parfaitement à cet objectif. Il s'agit d'une technique très fruste qui scinde physiquement en deux le stock d'un article : le premier stock est strictement dimensionné à s unités et constitue une réserve matériellement séparée du second stock (casier différent, ou tout autre moyen). On n'a le droit de puiser dans la réserve que lorsque le second stock est épuisé. La première unité demandée sur cette réserve déclenche alors le réapprovisionnement. Dans le système d'information implicitement retenu (voir § I-2.2.2, page 628), le niveau de stock n'est connu qu'à l'occasion du franchissement du point de commande.

Cette technique est appliquée généralement à des articles de très faible valeur (boulonnerie par exemple) mais on la retrouve aussi dans les pharmacies avec le système des élastiques.

II-1.1.11b) Gestion calendaire : T

L'approvisionnement du stock est déclenché à intervalle régulier T , et l'on parle alors de gestion calendaire des stocks.

II-1.1.11c) Gestion calendaire conditionnelle : T, s

Ce dernier cas de figure mélange les deux techniques précédentes : une commande est susceptible d'être passée à intervalle régulier T , à condition que le niveau R de stock possédé et attendu soit inférieur à un point de commande s . On rencontrera fréquemment ce type de décision dans les systèmes à inventaire périodique où le coût de commande est relativement important par rapport aux autres coûts. Des techniques plus sophistiquées encore sont utilisables : on peut, par exemple, déclencher une commande pour toute une famille de références à condition que l'une d'entre elles ait franchi son point de commande, l'examen des diverses positions de stock s'effectuant avec une périodicité commune.

II-1.1.1.2 Réponses à la question «Combien?»

Les réponses à la question «combien?» sont plus variées, les plus répandues sont les suivantes :

II-1.1.12a) Quantité fixe de commande : q

La commande porte sur une quantité q fixée à l'avance. Lorsque la demande est stationnaire, cette quantité est constante et est connue sous le nom de quantité économique de commande, si sa détermination résulte d'un calcul d'optimisation. Lorsque la demande est dynamique, la quantité commandée n'est pas constante, mais sa détermination peut, là encore, résulter d'un calcul d'optimisation (appel à la programmation dynamique), ce que l'on verra au chapitre XII.

II-1.1.12b) Niveau de recomplètement : S

La quantité commandée est égale à la différence entre le stock observé et attendu R et un niveau de stock S que l'on appelle niveau de recomplètement ; ce qui est alors constant, c'est la somme de la commande et du stock R . Le niveau de

recomplètement optimal est fixe lorsque la demande est stationnaire et que la politique de gestion des stocks est de type calendaire; dans ce cas, le montant de la commande n'est pas constant (ce qui différencie fondamentalement cette politique de commande de la précédente). Si, en outre, lorsque l'on passe la commande, les unités restant en stock n'ont plus d'utilité, le montant de la commande est alors fixe et égal à S et on ne parlera plus alors de niveau de reemplètement mais de stock initial (cas des journaux quotidiens par exemple).

II-1.1.12c) *Quantité commandée variable en fonction du stock détenu : R_i, q_i*

Certaines politiques de stocks de type calendaire, traitant le cas de demandes stationnaires aléatoires, font dépendre la commande du niveau du stock détenu (et attendu), mais sans que la somme de la commande et du stock détenu (et attendu) soit constante, comme dans le cas précédent. Cette « modulation » de la commande conduit normalement à un coût global de fonctionnement du système inférieur à celui obtenu en utilisant la technique du niveau de reemplètement, mais au prix d'un traitement numérique conséquent (utilisation combinée des chaînes de Markov et de la programmation dynamique).

II-1.1.2 Typologie retenue

On peut a priori combiner n'importe quelle variable de commande répondant à la question « quand ? », avec n'importe quelle variable répondant à la question « combien ? », mais nous ne nous intéressons dans le cadre de cette initiation qu'aux principales politiques de gestion des stocks.

La première d'entre elles est la politique de gestion calendaire à niveau de reemplètement, que nous symboliserons par le couple (T, S) et auquel le **chapitre XI** sera consacré.

La seconde politique de gestion des stocks, que nous examinerons (au **chapitre XII**) est une politique à quantité économique de commande et point de commande. Cette politique, notée (q, s) , fait implicitement appel pour la détermination de s , et si la demande est aléatoire, à une politique (T, S) . On peut noter que cette politique est équivalente à une politique (S, s) si les demandes sont d'une unité à chaque fois ($\rightarrow S = q + s$).

Nous examinerons enfin, au **chapitre VIII**, une politique de gestion calendaire dans laquelle les quantités commandées varient d'une période à l'autre (et peuvent être nulles), en fonction d'une demande du type « dynamique-certain ».

II-1.2 Choix d'une politique de gestion de stock

Mettre en place une politique efficace de gestion du stock est une opération coûteuse parce qu'il faut tout d'abord analyser les différentes composantes du système-stock déjà en service. Ceci demande des informations quantitatives observées sur le passé (à moins de mettre en place un système d'information ad hoc), des moyens de calcul, des hommes compétents et disponibles, et enfin un certain temps d'analyse. À partir de ces éléments, il est vraisemblable que l'on pourra mettre en place une gestion du stock nettement plus efficace, c'est-à-dire permettant des économies.

Mais rien ne garantit que ces économies soient suffisantes pour justifier (c'est-à-dire couvrir) non seulement les coûts de diagnostic, mais aussi ceux de mutation du système (ces coûts sont trop souvent négligés ou sous-évalués) et éventuellement l'accroissement de coût (en régime de croisière) associé à une modification du système d'information (passage d'un inventaire périodique à un inventaire permanent par exemple). Cela explique que l'on n'a jamais intérêt à gérer de façon identique toutes les références, à moins d'être dans le cas d'un stock de fabrication de composants (stock multi-échelons) où l'interdépendance des références milite pour l'utilisation des techniques de planification des besoins en composants pour les composants ayant une certaine valeur et n'intervenant pas dans la phase finale d'un assemblage à la commande en application du principe de différenciation retardée. Pour savoir sur quels articles porter d'abord son attention, il est préférable de faire appel à une méthode classique en production, connue sous le nom de méthode ABC, que l'on présentera d'abord avant d'en examiner les applications pour le problème posé. On étudiera, enfin, l'intérêt respectif des deux familles de politiques que l'on a privilégiées.

II-1.2.1 La méthode ABC

Cette méthode permet d'opérer un classement des articles en trois groupes (notés A, B et C) d'importance décroissante. Cette méthode connaît d'autres appellations, dont la plus connue est peut-être celle de méthode des 20-80. Cette méthode est connue encore sous le nom de la loi de Pareto¹.

Le principe de base de cette méthode est des plus simples. On choisit un critère pour analyser ces articles, par exemple la consommation annuelle en euros, et l'on classe par valeur décroissante ces articles. Supposons, pour limiter l'exemple numérique que nous n'ayons que 10 articles, et que les consommations annuelles x_i soient celles du [tableau 175](#), dans lequel $N = 10$; les deux dernières colonnes correspondent au pourcentage cumulé respectivement du nombre de références visées et de la valorisation cumulée de ces références.

L'analyse de cet exemple montre que 20 % des articles réalisent 51 % des consommations annuelles, ce qui permet de classer en trois groupes les articles étudiés. Les bornes que l'on a retenues ici sont, en un sens, arbitraires mais elles traduisent bien l'importance respective pour l'entreprise de trois groupes d'articles. Il est très fréquent d'observer que 20 % des articles «font» 80 % de la valorisation totale du critère étudié, et donc que 80 % des articles ne correspondent qu'à 20 % de la valorisation totale du critère, ce qui a valu à cette méthode d'être souvent appelée méthode des 20-80 (ou des 25-75, ou...). Mais d'un point de vue opérationnel, une répartition judicieuse en trois groupes pose moins de problème qu'une répartition en deux groupes, les problèmes de «frontière» ayant alors moins d'importance.

1. Pareto, dans une étude sur la distribution des revenus en Italie, avait trouvé à la fin du XIX^e siècle que 80 % du revenu national allait à 20 % des titulaires de revenus. La distribution empirique trouvée s'est diffusée sous le nom de loi de Pareto, par analogie avec les lois de probabilité. Il ne s'agit pas à proprement parler d'une loi, au sens physique donné à ce terme. Pour en savoir plus, voir Giard, [182], p. 40.

TABLEAU 175
Exemple d'application de la méthode ABC

i	x_i	$z_i = \sum_{j=1}^i x_j$	i / N	z_i / z_{10}
1	20000	20000	10 %	29 %
2	15000	35000	20 %	51 %
3	10000	45000	30 %	66 %
4	8000	53000	40 %	78 %
5	5000	58000	50 %	85 %
6	4000	62000	60 %	91 %
7	3000	65000	70 %	96 %
8	1500	66000	80 %	98 %
9	1000	67000	90 %	99 %
10	500	68000	100 %	100 %

II-1.2.2 Applications de la méthode ABC

La méthode ABC peut être utilisée pour différents critères : valeur de stock, consommation annuelle, espace consommé, heures de manutention exigées, marges sur coût variable, etc., le choix du (ou des) critère(s) étant une affaire de bon sens et de connaissance des problèmes du terrain. L'utilisation de plusieurs critères peut faire apparaître un «noyau dur» d'articles appartenant au même groupe A quel que soit le critère utilisé, et l'on focalisera en priorité son attention sur ces articles.

Il convient de surcroît de ne pas se limiter à la seule méthode ABC, et de réfléchir aux coûts de rupture associés aux différents articles pour isoler ceux qui ont le plus fort coût de rupture. En effet, une pièce de rechange, par exemple, peut systématiquement appartenir au groupe C parce qu'elle est très peu demandée, a une faible valeur, etc., mais elle peut avoir un très fort coût de rupture parce qu'elle est usinée seulement à la demande et qu'elle concerne une machine critique de l'entreprise. Le bon sens le plus élémentaire conseille de réserver à ces articles «critiques» le même traitement privilégié que pour les articles du groupe A.

Ajoutons enfin que l'importance stratégique pour l'entreprise des articles du groupe A justifie bien souvent qu'on leur consacre un système d'informations assez «poussé» (inventaire permanent, prévisions commerciales...), ce qui permet la mise en place des politiques de gestion de stock les plus performantes, tandis que pour les articles du groupe C on se contentera de systèmes assez frustes. La baisse des coûts informatiques rend toutefois l'intérêt de cette stratification moins évident.

II-1.2.3 Politique calendaire ou politique « q, s »

Plusieurs arguments militent en faveur des politiques de gestion calendaires. Le premier d'entre eux est que ces politiques sont les seules à permettre une maîtrise complète du travail de passation des commandes et celle des transports, avec les conséquences sur le plan organisationnel que cela implique. Le deuxième argu-

ment est que de telles politiques permettent de regrouper plus facilement les commandes de différentes références à un même fournisseur. Un dernier argument peut être avancé lorsque la demande est saisonnière : si la période de révision calendaire correspond à la période de base retenue dans l'étude de la saisonnalité¹, il est alors facile de déterminer la politique de gestion calendaire optimale adaptée à chaque période de l'année (contrairement à ce qu'il est possible de faire analytiquement pour les politiques « q, s »).

Les arguments avancés en faveur des politiques « q, s » sont, habituellement, une plus grande facilité de modélisation et surtout l'obtention d'un coût moyen de gestion plus faible qu'avec les gestions calendaires. Ce dernier argument est fondé si l'on raisonne à coûts de commande identiques (c'est-à-dire en ne tenant pas compte d'un certain nombre de remarques qui viennent d'être faites). Cela étant, il faut noter que les politiques « T, S », dont la période de révision est voisine du temps moyen nécessaire pour «consommer» la quantité de commande de la politique « q, s », ont des performances très voisines. Dans cette optique, on peut être amené à passer par l'analyse d'une politique « q, s », pour déterminer une «bonne» politique « T, S », la détermination optimale simultanée des variables de commande T et S posant de redoutables problèmes numériques.

II-2 Les fondements méthodologiques de la modélisation des politiques de gestion de stock

On commencera par examiner les fondements de la démarche de modélisation économique conduisant à des résultats analytiques (§ II-2.1); cette démarche a déjà été partiellement appliquée au chapitre VIII mais en univers certain, avec peu de résultats analytiques, et lorsque l'on a travaillé en univers aléatoire, c'était essentiellement dans le cadre de simulations, non orientées par principe vers l'obtention de résultats analytiques. Pour éviter d'être trop abstrait, nous avons choisi d'illustrer la démarche en prenant appui sur le modèle le plus ancien en gestion des approvisionnements, le modèle de Wilson, qui sera présenté en détail au § I-1, page 772, du chapitre XII. Il est conseillé de ne lire ce § II-2.1 qu'après avoir pris connaissance du modèle de Wilson.

On examinera ensuite l'application qui est faite de cette démarche dans le cas des politiques d'approvisionnement (§ II-2.2, page 652).

II-2.1 La démarche générale des modèles économiques de gestion

La comptabilité de gestion, issue de la révolution industrielle, vise à établir des relations entre des charges et des activités (au sens large) avec l'objectif avoué de faciliter le contrôle de l'entreprise². La représentation du réel par les modèles de comptabilité de gestion n'a jamais été très bonne, tout d'abord pour des raisons de difficulté de mise en œuvre : finesse des «capteurs» mesurant des flux de production ou de consommation de produits ou de services dans une «entité» productive, difficultés de gestion de systèmes d'information «sophistiqués». À ces raisons contingentes qui expliquent pourquoi les entreprises ont rarement poussé très loin l'application de ces modèles, il faut ajouter des limites intrinsèques de ce mode de

1. Note de la page précédente. Voir sur ce point le § I-3, page 997 du chapitre XV.

2. Voir Bouquin (1997, [62]), Burlaud & Simon (2000, [78]).

représentation. En effet, une représentation « fine » de l'activité réelle de l'entreprise ne peut que se fonder sur des gammes, des nomenclatures, des programmes de fabrication, etc., ainsi que sur une prise en compte des incidents (pannes, défauts, absence de personnel, rupture d'approvisionnement...). Les modèles de comptabilité de gestion travaillent nécessairement à un niveau d'agrégation (sur le temps, les produits et les ressources) qui ne permet pas de réelles analyses causales entre les grandeurs manipulées, ce qui est une condition préalable pour aboutir à des prescriptions dans la prise de décisions opérationnelles répétitives. L'utilisation presque toujours implicite d'hypothèses simplificatrices (linéarité, stabilité « suffisante » des problèmes rencontrés et des réponses apportées...) permet néanmoins de se servir dynamiquement de ces modèles dans le cadre du contrôle de gestion. Mais dans ce contexte, l'origine *exacte* d'écarts ne peut être connue et donc aucune prescription précise ne peut être tirée de l'analyse. On peut ajouter que l'habitude prise par de nombreux gestionnaires de ne raisonner que sur des représentations en valeur leur a fait perdre tout contact avec le réel et les incite plus à agir sur des effets que sur leurs causes profondes. D'autres voies ont été explorées, depuis plus d'un siècle, pour aider à la prise de décision, notamment celle de la modélisation économique de gestion¹.

Un modèle est une représentation simplifiée de la réalité. Il repose sur une liste restreinte d'hypothèses simplificatrices décrivant une partie du monde réel et de son fonctionnement. Dans le cadre de modèles quantitatifs, les seuls auxquels on s'intéressera ici, ces hypothèses se traduisent concrètement par une ou plusieurs équations reliant plusieurs variables et paramètres représentant, dans le modèle, des entités du monde réel. La modélisation est sous-tendue par une analyse causale, se voulant très souvent explicative, dont la finalité ultime est l'aide à la prise de décision, la cohérence interne du modèle n'impliquant rien quant à la véracité des mécanismes décrits. La multiplicité de représentations de la réalité pose de redoutables problèmes de hiérarchie, cohérence, complémentarité, exhaustivité et de pertinence liée aux définitions et usages des modèles. On ne s'intéressera ici qu'au problème de l'établissement d'un modèle économique de gestion.

Par **modèle économique de gestion**, il faut entendre un modèle de gestion comportant un éclairage en valeur et orienté vers la préparation d'une prise de décision particulière de type programmable ou semi-programmable (voir [page 46](#)) pour *prendre* des décisions *opérationnelles* (gestion des approvisionnements, par exemple) et pour *éclairer* des décisions *tactiques* (certains modèles de planification, par exemple) ou des décisions *stratégiques* (modèles de localisation d'usine ou de dimensionnement d'installation, par exemple). En fait ce type de modèle s'appuie sur deux niveaux de modélisation : un niveau de description physique (§ II-2.1.1) et un niveau de description en valeur qui s'appuie *nécessairement* sur le précédent (§ II-2.1.2, [page 642](#)). On examinera enfin les précautions à prendre dans l'utilisation de ce type de modèle (§ II-2.1.3, [page 647](#)).

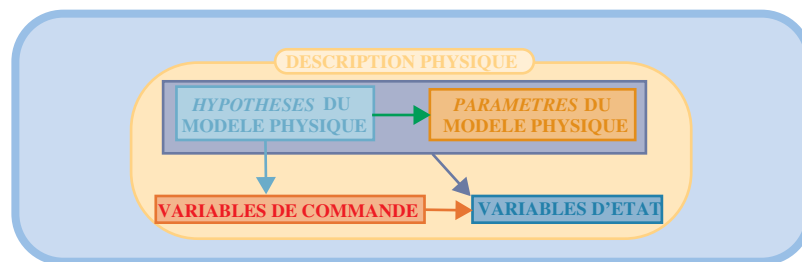
1. Ce paragraphe § II-2.1 s'appuie en grande partie sur un article de Giard & Pellegrin (1992, [198]).

II-2.1.1 Les bases de la description physique des modèles économiques de gestion

Au niveau physique, le modèle de gestion fait appel à trois catégories d'informations: variables de commande, variables d'état et paramètres physiques qui interagissent selon le schéma de principe de la [figure 175](#).

FIGURE 175

Description physique des modèles économiques de gestion



II-2.1.1.1 Les variables de commande

Une **variable de commande** correspond à une réponse possible à l'une des questions posées par le problème décisionnel auquel se réfère le modèle (par exemple, «quand réapprovisionner un article?» et «combien d'unités de cet article doit-on commander?»). En règle générale, l'interprétation physique d'une variable de commande est exempte d'ambiguïté pour le gestionnaire.

Dans le modèle de Wilson, le point de commande s (réponse à la question «quand approvisionner?») correspond à une valeur de position de stock dont le franchissement doit provoquer la commande et la quantité de commande q (réponse à la question «de combien approvisionner?») n'est autre que le nombre d'unités à commander pour l'article considéré.

II-2.1.1.2 Les paramètres physiques

Les **paramètres** physiques fournissent la base de description du processus physique sur lequel les variables de commande vont agir.

Dans le modèle de Wilson, le processus est simple et se décrit par deux catégories d'informations:

- La première est relative à la demande qui s'exprime sur l'article étudié. Le modèle de Wilson utilise une demande sur la période de temps retenue (l'année, par exemple) qui est constante et notée D . Cette information est à compléter par toute une série d'autres informations indispensables pour clarifier le processus physique. Les informations additionnelles ne figurent pas explicitement dans les équations du modèle et s'expriment par une liste d'hypothèses. D'une manière générale, l'explicitation de cette liste d'hypothèses n'est pas triviale et, bien souvent, la présentation de modèles de gestion souffre de lacunes fortes dans ce domaine, rendant moins claires les limites du modèle. Parmi les hypothèses sous-jacentes ici, on peut citer: le fait d'être en régime de croisière (i.e. reconduction périodique, jusqu'à la fin des temps, de cette demande, d'où découle l'hypothèse d'une permanence des demandeurs et de leurs besoins, mais aussi celle d'une stabilité de l'environnement technique et donc des produits de substitution possibles), le fait

d'être en univers certain et la linéarité de la demande (la demande D se distribue uniformément tout au long de la période de référence).

- La seconde est relative à l'exécution de la commande. Le modèle de Wilson retient un délai d'obtention L qui est certain. Parmi les hypothèses implicites additionnelles, on peut citer celle d'une livraison, en une fois, de la totalité de la commande.

La définition des variables de commande vient souvent compléter la représentation physique sous-jacente au modèle. Dans notre exemple, on peut noter que :

- Il n'y a pas de limite assignée à la quantité que l'on peut commander, ce qui revient à admettre que l'on dispose toujours du stockage requis et que des objets stockés ne subissent aucune altération.
- L'utilisation d'un point de commande a des implications organisationnelles fortes car, pour connaître avec précision le franchissement d'un point de commande, il faut disposer d'un système d'information de type inventaire permanent (manuel ou informatisé) ou utiliser des procédés physiques permettant de déceler cet événement (système des deux casiers).

Un point plus difficile à analyser, parce que relevant du «non dit», est le type de relations qu'entretiennent des objets de même nature, dont la gestion s'effectue en faisant appel à des modèles. C'est ainsi que le fait que le modèle de Wilson ne prenne pas en compte des contraintes portant sur des ressources rares consommées par plusieurs références (espace, argent...) revient à admettre, dans la définition de la politique de chacune d'entre elles, que de telles contraintes n'existent pas parce que leurs dotations sont suffisantes. À côté de cette absence d'interdépendance (portant sur la consommation de ressources partagées), intervient également, mais plus explicitement cette fois, la notion d'indépendance qui joue au niveau des variables de commande. L'absence de mention à d'autres références dans la définition des variables de commande d'une référence donnée implique leur indépendance ; concrètement, pour le modèle de Wilson, la définition des variables de commande exclut toute commande portant simultanément sur plusieurs références, ce qui n'est pas sans incidence sur le plan organisationnel.

Cet exemple montre l'importance qu'il y a à faire porter une attention aussi importante aux paramètres du modèle relatif à la description du processus physique (D et L dans notre exemple) qu'à l'explicitation de la liste exhaustive des hypothèses sous-jacentes. Cette remarque est essentielle pour apprécier la distance qui sépare le réel du modèle (acceptabilité des hypothèses), pour définir la robustesse du modèle (sensibilité des prescriptions du modèle au respect plus ou moins grand de certaines hypothèses) et pour en déterminer l'usage (durée de validité des prescriptions du modèle). Cette remarque est également fondamentale pour s'assurer de la compatibilité des hypothèses du modèle physique et celles sous-jacentes dans la définition de coûts utilisés dans une phase de description en valeur. Nous reviendrons sur ces points.

II-2.1.1.3 Les variables d'état

Les **variables d'état** caractérisent le fonctionnement du système étudié en régime de croisière. Elles correspondent soit à un *dénombrement d'événements*, soit à un *indicateur* portant sur des données physiques. L'utilisation d'une variable d'état, dans un modèle, s'explique par l'hypothèse que son niveau n'est pas sans

influencer (un ou) plusieurs postes de charges de l'entreprise, ce que le «niveau de description en valeur» se chargera d'exploiter. Les modèles de gestion utilisent plusieurs variables d'état et celles-ci ne varient pas toutes dans le même sens lorsque l'on modifie l'une des variables de commande. Par ailleurs, les variables d'état prennent des valeurs qui varient en fonction de celles assignées aux variables de commande. Pour marquer cette dépendance, l'habitude assez répandue veut que la notation en usage pour les fonctions soit reprise pour désigner les variables d'état.

Reprenons le modèle de Wilson pour illustrer ce qui vient d'être dit. Deux variables d'état sont retenues dans ce modèle :

- La première est le nombre de commandes passées par période de référence que l'on notera $N(q)$ en ne faisant intervenir que la seule variable de commande q (dans le modèle de Wilson «de base», on montre que les variables d'état ne dépendent pas du point de commande s); l'événement faisant l'objet d'un dénombrement est, à l'évidence, générateur de dépenses.
- La seconde variable d'état est le stock moyen possédé sur le long terme que l'on notera $S(q)$ et dont l'interprétation la classe dans la catégorie des indicateurs (un stock moyen) car il ne s'agit pas de quelque chose de physiquement observable.

Le modèle, dans sa description physique, définit analytiquement chaque variable d'état, parfois au prix d'une démonstration peu triviale (par exemple, espérance mathématique du temps moyen d'attente d'un client dans un problème de file d'attente). Les relations analytiques du modèle de Wilson sont: $N(q)=D/q$ et $S(q)=q/2$. Il convient de remarquer que la définition de ces variables d'état est indépendante de leur valorisation.

II-2.1.2 Bases de la description en valeur des modèles économiques de gestion

Certains modèles, utilisables par des gestionnaires, comme ceux issus de la théorie des files d'attente, s'arrêtent à une description physique. Dans ce cas, les conséquences économiques des recommandations que l'on peut tirer du modèle sont inexistantes. Les modèles économiques de gestion poussent plus loin l'analyse et cherchent à définir les variables de commande en s'appuyant sur un éclairage économique des conséquences des valeurs retenues pour ces variables. Cette vision économique passe par l'utilisation d'une **fonction économique** qui est un indicateur en valeur associé au fonctionnement du sous-système étudié dépendant des valeurs prises par les variables de commande retenues. Cet indicateur, généralement un coût de fonctionnement de ce sous-système étudié, se définit comme une somme de variables d'état pondérées par des coûts unitaires appropriés. Nous reviendrons sur cette fonction économique à la [page 655](#).

Ces coûts unitaires se déterminent en faisant appel à la comptabilité de gestion. Ce sont donc des coûts standards ***dont l'objectif et la définition peuvent ne pas en autoriser l'usage sans réserve dans un modèle économique de gestion***. Pour comprendre les limites d'un coût, il importe d'explicitier ce qui le génère physiquement ainsi que les raisons qui sous-tendent les conventions de calcul du coût. En effet, l'usage de la fonction de coût implique une cohérence des visions qui n'a

rien d'automatique. La figure 176 illustre cette seconde étape de la création d'un modèle économique de gestion.

FIGURE 176
Modélisation en valeur du modèle économique de gestion

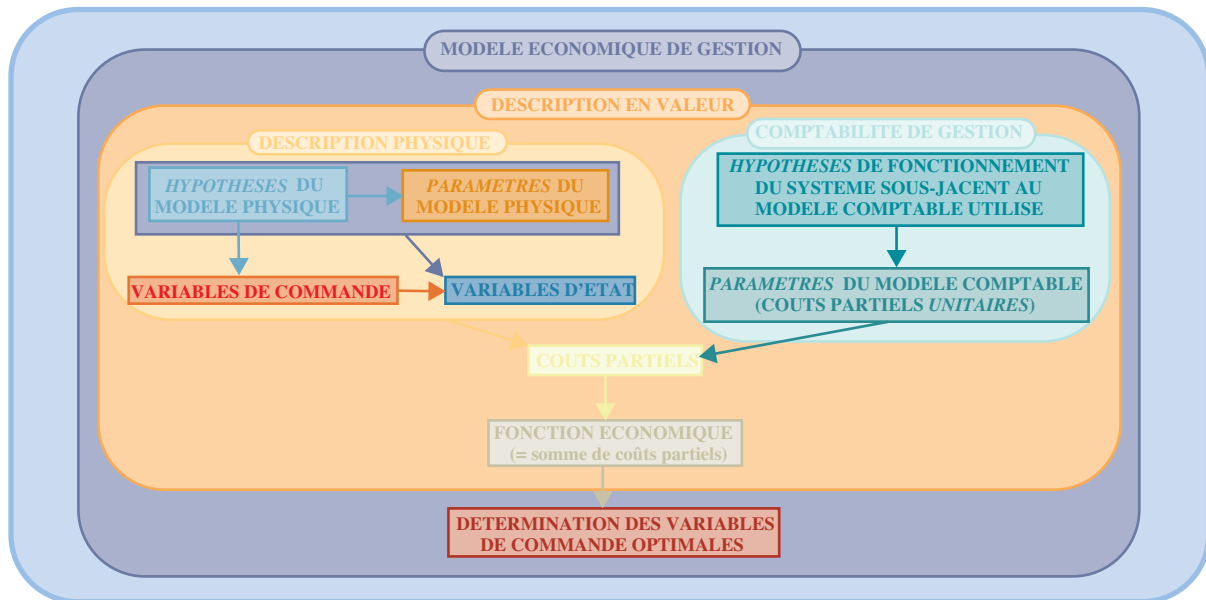


Table des matières

Index thématique

Presque toujours, la fonction de coût s'analyse comme une grandeur moyenne qui n'est pas directement observable parce qu'elle s'inscrit sur le long terme ou parce qu'elle somme des éléments hétérogènes (décaissements et « manque à gagner », par exemple). Le choix de cet indicateur se justifie par l'hypothèse que l'amélioration de sa valeur va dans le sens de performances accrues pour l'entreprise, sur un horizon donné. Le bien-fondé de cette relation causale implicite repose largement sur la pertinence des hypothèses relatives aux descriptions physiques et en valeur.

Les problèmes posés ne sont pas exactement de même nature, suivant que la variable d'état à valoriser est liée directement à la gestion du système productif (§ II-2.1.2.1.) ou qu'elle décrit la défaillance de ce système (§ II-2.1.2.2., page 644), ce qui n'a de sens que lorsque l'on quitte l'univers certain et nous amène sur d'autres modèles économiques de gestion que celui de Wilson.

II-2.1.2.1 Principes de valorisation des variables d'état décrivant la gestion du système productif

C'est le cas des deux variables d'état $N(q)$ et $S(q)$ du modèle de Wilson qui seront respectivement valorisées par un coût unitaire de commande c_c et un coût unitaire de possession c_p . Presque toujours, le coût unitaire utilisé est de la forme $c_1 + c_2/n$.

Le premier terme c_1 est un coût variable direct¹ parfaitement identifiable. On peut classer dans cette catégorie, pour le coût de commande c_c , des frais de timbre

1. Rappelons qu'une **charge** est dite **variable** lorsqu'elle varie en fonction du niveau d'activité; par opposition, les **charges fixes** sont insensibles au niveau d'activité, du moins pour un intervalle d'activités et un horizon. Une **charge** est dite **directe** lorsqu'elle est induite par la fabrication d'un produit unique et peut donc être imputée sans qu'il soit nécessaire de faire appel à une convention de répartition.

ou de télécopie et, pour le coût de possession c_p , la charge supplétive correspondant au coût d'opportunité associé à l'immobilisation financière du stock.

Le second terme, c_2/n , est le quotient d'une somme c_2 de charges indirectes observables sur une période, par un nombre n d'unités d'œuvre à l'origine de ces charges. Ce décompte peut être relatif à des opérations physiques de production (fabrication, assemblage) ou de logistique (manutention, stockage, transport) ou à des transactions informationnelles. Dans l'exemple de coût c_c de passation de commande, c_2 intègre les charges du personnel du service responsable de la gestion des commandes mais aussi les amortissements d'équipements utilisés et la location des bureaux occupés par ce service. Pour ce même exemple, le dénominateur n correspond à l'ensemble des commandes traitées par le service durant la même période de référence que celle utilisée pour les charges c_2 . Il faut alors noter, d'une part, que l'article dont on étudie l'approvisionnement peut n'intervenir que partiellement dans la définition de ce quotient et, d'autre part, que ce nombre n résulte de l'ensemble des politiques d'approvisionnements retenues pour toutes les références traitées. En outre, dans sa version initiale, le modèle de Wilson implique qu'une commande ne porte que sur un seul article¹.

En définitive, les coûts standards que l'on va utiliser dans un modèle économique de gestion reflètent une certaine organisation. Cela est très net pour le terme c_2/n ; c'est éventuellement le cas pour le terme c_1 si le coût variable direct n'est pas constant (par exemple, tarif dégressif en matière de télécopie). *Le problème majeur qui se pose est alors celui de la pertinence de l'usage d'un coût défini dans un certain contexte, pour transformer ce contexte* (on reviendra sur ce point au § II-2.1.3.1, page 647).

On peut ajouter, en poussant plus loin l'analyse, que l'organisation a vraisemblablement influencé la détermination de certains paramètres caractérisant le processus physique du modèle étudié. Le délai d'obtention, par exemple, intègre une durée de traitement administratif de la commande à passer. Il y a toutes les chances pour que cette durée excède notablement le temps requis par une gamme opératoire de cette « transaction » administrative. La différence se justifie par l'existence possible d'une file d'attente qui s'explique par le fait qu'il n'y a aucune raison pour que les différentes commandes se répartissent uniformément dans le temps et donc pour que les ressources mobilisées soient disponibles au moment où une nouvelle commande est déclenchée. Ce phénomène peut être observé, même si l'hypothèse d'univers certain est fondée. Il s'ensuit que le réexamen des politiques d'approvisionnement de nombreux articles peut modifier l'équilibre actuel et remettre en cause les valeurs utilisées pour les délais d'obtention.

II-2.1.2.2 Valorisation de variables d'état décrivant la défaillance du système productif

En règle générale, les modèles économiques de gestion s'intéressent au fonctionnement d'un système tourné vers la production ou la fourniture d'un bien ou d'un service. Pour un certain nombre de raisons, ce système peut ne pas être en

1. Si certaines commandes comportent plusieurs lignes de commande, un coût standard peut être calculé pour la ligne de commande (et donc la commande élémentaire du modèle de Wilson). En toute rigueur, ce calcul doit être mené pour chacun des fournisseurs et le coût standard établi n'a de sens que pour les fournisseurs auprès desquels des commandes nombreuses et régulières sont passées.

mesure de satisfaire la demande et donc être défaillant, ce qui n'est envisageable, dans un modèle de gestion, qu'à condition de faire intervenir des variables aléatoires¹ : demande d'une référence, délai de traitement d'une information, durée de fonctionnement d'un organe avant défaillance, temps opératoire. La défaillance du système peut se traduire par une production différée ou par une production perdue parce que la demande non satisfaite est perdue.

II-2.1.22a) Cas des demandes perdues

La défaillance du système productif peut priver l'entreprise d'une rentrée d'argent (marge non réalisée du fait d'une vente perdue, pénalité de retard...). Dans ce cas, la comptabilité de gestion est d'une faible utilité dans la mesure où l'échéancier de variations induites de flux de trésorerie est assez facile à déterminer, une fois définie l'importance des demandes perdues. Reste le problème de l'incidence de cette défaillance sur la demande future. En gestion des approvisionnements, dans le cadre d'une gestion des stocks de distribution, il est fréquemment proposé d'ajouter, à la marge non réalisée, une pénalité qui s'analyse comme une espérance mathématique d'un flux net de trésorerie actualisé d'un échéancier de marges futures. Cette pratique difficilement contournable pose le problème redoutable de l'évaluation de cette pénalité sur la base la plus objective possible. On peut noter, par ailleurs, qu'elle ne s'accompagne pas, du moins en ce qui concerne les modèles connus, d'une révision des paramètres caractéristiques de la demande (ce qui aurait le mérite de la cohérence).

II-2.1.22b) Cas de possibilité de rattrapage de la défaillance

Lorsqu'il est techniquement possible de faire face à la défaillance par une mobilisation de ressources (augmenter la taille du stock pour diminuer le risque de rupture en gestion des approvisionnements, mettre en place une politique de maintenance préventive en gestion de la maintenance...), la décision d'un niveau de service conduit, implicitement ou non, à effectuer un arbitrage entre le coût d'obtention de ce niveau de service et les conséquences économiques de la défaillance du système. Expliciter cet arbitrage, c'est associer un «coût standard» à la défaillance. Un tel standard soulève évidemment des objections :

- ses bases de calcul ne permettent pas de prendre en compte la totalité des conséquences de la défaillance : par exemple les effets, quelquefois catastrophiques, générés par des événements concomitants (présence dans un atelier de pannes simultanées mobilisant déjà une partie du personnel d'intervention, absence d'un opérateur spécialisé...);
- ce standard est nécessairement fonction d'un niveau de ressources mises en œuvre pour prévenir la propagation de la perturbation.

Il correspondra donc à une vision «privilegiée» de la réalité; on rejoint ici la provocation bien connue de Burlaud et Simon (1981, [76]): «résultat d'un calcul interne, un coût est une opinion, non un fait»². La valorisation du coût de défaillance doit reposer sur les principes suivants :

1. On trouve quelques modèles en univers certain qui acceptent la défaillance (rupture de stock en gestion des approvisionnements, par exemple), mais ils ne présentent guère d'intérêt pratique.

2. Ce point de vue n'est pas nouveau, puisqu'en 1923, J.M. Clark assignait une dizaine de fonctions possibles au coût, et donc autant de règles de calcul différentes (voir Giard, 1990, [175]); il avait cependant fini par être oublié.

- L'évaluation doit être fondée sur l'**analyse du processus physique** qui accompagne la défaillance : propagation de la perturbation et réactivité du système productif à l'aléa. Ce processus de propagation est décrit au § I-3.1, page 600, du chapitre IX, et illustré par un exemple sur les conséquences d'un incident sur une ligne. Il amène quatre remarques :
 - La vitesse de propagation dépend fondamentalement des procédures de découplage mises en œuvre : stocks tampons, dérivations conduisant à mobiliser un équipement en réserve après la mise « en repli » du poste qui provoque la paralysie progressive du système productif, etc. Ce retour à la normale peut être plus complexe : par exemple, lorsque l'utilisation d'une procédure de découplage entraîne un fonctionnement en marche dégradée (perte de qualité, augmentation du temps de cycle...).
 - L'analyse de la propagation, assez facile dans le cadre d'une ligne de production, est plus complexe dans le cas d'une structure en *flow-shop* et, a fortiori, dans celui d'une structure en ateliers spécialisés (*job-shop*) car des procédures de découplage supplémentaires sont mobilisables pour retarder la propagation (modification d'ordonnancement, utilisation de gammes alternatives...).
 - Après l'intervention corrective, il y a retour à la normale à partir du moment où l'on retrouve l'état initial. Ce retour à l'état initial est nécessairement consommateur de ressources et cette consommation est facilement mesurable.
 - Lorsque la durée de l'indisponibilité du système productif ne peut être considérée comme certaine, il faut explicitement envisager différents scénarios possibles et leur probabilité de réalisation.
- Dans une optique décisionnelle, la **valorisation** des consommations de ressources ne peut être que **conventionnelle**. L'évaluation du coût de remise en état d'équipement ne soulève pas de difficultés majeures car elle repose sur une valorisation de consommations physiquement identifiables (heures de personnel, matières consommées, utilisation d'outillage...). Cette valorisation peut faire l'objet d'une **facturation** (entreprises extérieures) et n'est conventionnelle que dans la mesure où l'on utilise une estimation d'un montant moyen de facture. Dans le cas contraire, elle pose les problèmes classiques d'appel à des *coûts standards* mais ne conduit pas à des distorsions importantes en cas de forte répétitivité de l'utilisation de ces outils. Le vrai problème est celui posé par la valorisation des ressources consommées pour le fonctionnement des procédures de découplage et la restauration de l'état initial (récupération de la production perdue et des ponctions sur stocks, postérieurement à l'incident), sachant que les matières directes consommées dans le processus de production ne sont pas concernées, dans la mesure où l'incident suivi du retour à la normale ne modifie pas la consommation observée (sur une période assez longue). Deux logiques s'affrontent, selon le point de vue retenu :
 - Si l'on adopte un point de vue de trésorerie **et si** l'on dispose de capacités excédentaires (sur-dimensionnement des équipes de production et de maintenance), l'incident ne génère aucune charge additionnelle, le coût pourrait être considéré comme nul¹. Cette valeur nulle peut conduire à décider d'une politique de maintenance corrective consistant à attendre la

défaillance pour intervenir. Cette décision serait la conséquence indirecte du niveau de ressources permanentes excédentaires découlant du choix stratégique arbitrant entre des charges de structure (sur-dimensionnement de l'équipe d'intervention, taille des stocks tampons, équipements en réserve...) et les charges opérationnelles résultant de la défaillance de l'équipement. La politique de maintenance¹ (arbitrage entre maintenance préventive de périodicité et niveau à déterminer et maintenance corrective) se définit au niveau tactique et s'appuie sur un modèle économique dans lequel ces ressources permanentes sont prédéterminées, et donc pour un état donné des procédures de découplage, de dimension des équipes de fabrication et de maintenance, etc. De ces diverses considérations, il résulte que le plus « sage » est de valoriser la consommation de ces ressources en tenant compte de l'utilisation alternative qui pourrait en être faite. C'est sur une logique de coût d'opportunité que se fonde l'évaluation conventionnelle. L'utilisation du potentiel excédentaire devrait être alors facturée (coût de rupture) sur la base d'un taux horaire moyen calculé sur la base de l'utilisation effective moyenne prévisionnelle de ce potentiel excédentaire. Il peut découler de ce calcul une utilisation moyenne différente de celle calculée au niveau stratégique, d'où une rétroaction possible sur le niveau stratégique. La hiérarchie des modèles de décision apparaît nettement ici² et peut être illustrée par le schéma de la [figure 177 de la page 648](#).

- Si l'on adopte un point de vue de trésorerie et si l'on ne dispose *pas* de capacités excédentaires, l'incident génère des charges additionnelles (sous-traitance, heures supplémentaires...). Le caractère conventionnel de l'évaluation est analogue à celui rencontré dans le cas de la facturation.

Table des matières

Index thématique

II-2.1.3 Utilisation des modèles économiques de gestion

La compréhension de l'intérêt et des limites des modèles économiques de gestion passe d'abord par celle des mécanismes de création de ces modèles, ce que nous venons d'examiner. Il faut y ajouter une dose de vigilance sur la cohérence interne du raisonnement (§ II-2.1.3.1), un certain recul sur le réalisme de la modélisation qui pose la question du degré de sophistication nécessaire (§ II-2.1.3.2). Enfin, l'usage du modèle peut avoir des effets redoutablement pervers par les comportements qu'il peut engendrer (§ II-2.1.3.3).

II-2.1.3.1 Cohérence interne du raisonnement

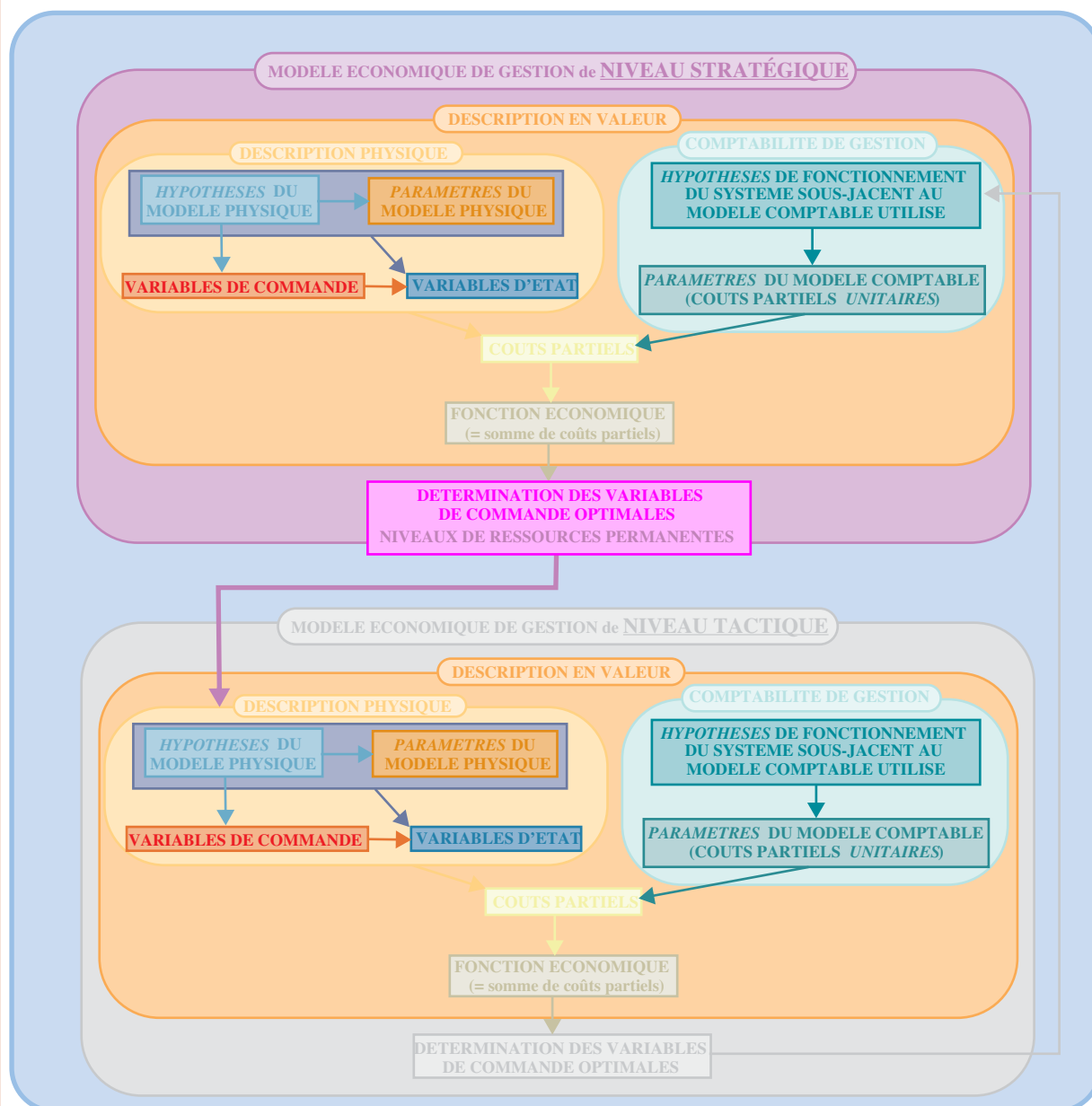
La [figure 178 de la page 649](#) complète la [figure 175 de la page 640](#) en indiquant comment, en toute rigueur, ce modèle devrait être utilisé. Le modèle économique de gestion a pour objet de guider l'action en proposant des relations optimales pour les variables de commande. L'application généralisée de ces relations a des incidences sur certaines caractéristiques de la représentation physique de la réalité

1. *Note de la page précédente.* Ce qui n'est pas sans rappeler le paradoxe du voyageur de Calais (et sa solution en univers aléatoire).

1. Voir Pellegrin (1997, [333]).

2. Le niveau de détail des représentations implicitement utilisées (découpage temporel plus ou moins fin, regroupement plus ou moins important de ressources et regroupement plus ou moins grand de produits) diffère pour les deux niveaux de décision.

FIGURE 177

Hiérarchie décisionnelle dans les modèles économiques de gestionTable des
matièresIndex
thématique

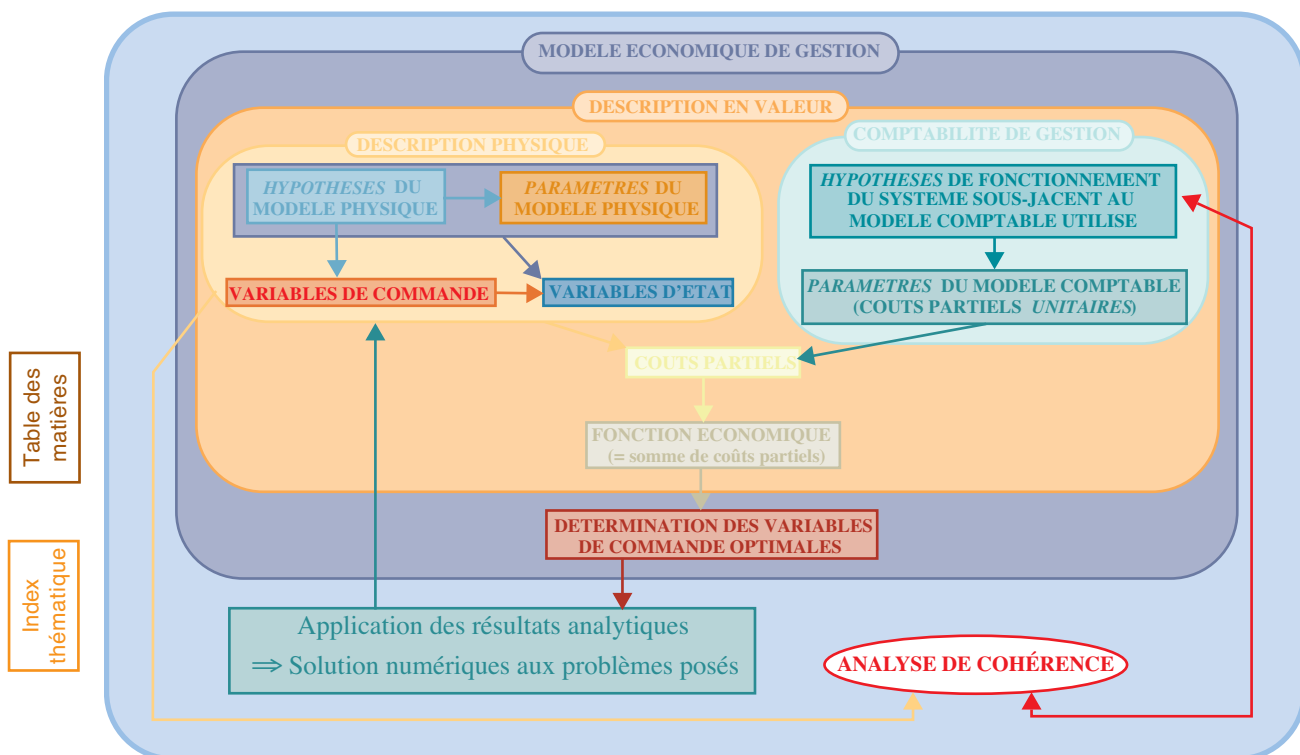
(volume de stockage impliqué par cette politique de commande, par exemple). Certaines conséquences peuvent ne pas être acceptables parce qu'elles violent des contraintes implicites du problème posé. Cette démarche n'a rien d'anormal car il est souvent judicieux de traiter d'abord un problème dont certaines contraintes sont relaxées en espérant que la solution trouvée s'avère acceptable au regard de ces contraintes. Il est donc souhaitable d'assortir toute solution numérique à un problème posé de la batterie la plus large possible d'indicateurs pour s'assurer de la faisabilité de la solution opérationnelle proposée. C'est ce que nous ferons dans les chapitres suivants.

Un autre problème méthodologique ne peut être éludé. Nous avons vu, [page 642](#), que les hypothèses sous-jacentes dans la construction de coûts standards par la comptabilité de gestion ne sont pas forcément cohérentes avec celles de la représentation physique du modèle économique de gestion. En toute rigueur, la pertinence de la solution proposée par ce modèle est compromise si les représentations

sous-jacentes divergent. Il conviendrait normalement de réviser les coûts standards pour tenir compte des modifications induites par l'usage des solutions numériques proposées, mais ces modifications peuvent, à leur tour, modifier ces solutions numériques¹. Ce bouclage itératif devrait permettre d'assurer assez rapidement la cohérence normalement recherchée. Cela étant, si conceptuellement ce bouclage est nécessaire, en pratique il est assez irréaliste de l'envisager. Sauf si les divergences sont trop fortes, il suffit généralement d'une certaine vigilance dans la révision périodique de ces coûts standards et des valeurs prises par les variables de commande, ces révisions périodiques conduisant à une convergence progressive, à supposer que le problème posé reste stable.

FIGURE 178

Analyse de la cohérence des représentations physiques sous-jacentes dans un modèle économique de gestion



Le dernier problème de cohérence à rappeler est celui de la cohérence entre les décisions de niveau stratégique, tactique et opérationnel, évoqué à la [page 647](#) et conduisant à la [figure 177 de la page 648](#).

1. Prenons le cas d'un article qui, dans la situation actuelle, est commandé quarante fois par an. Supposons que le nombre annuel moyen de commande soit de 200 et que le coût de commande pour cet article soit : $50 + 150000/200 = 800$. Avec une demande annuelle D égale à 4000 et un coût de possession égal à 160, la quantité économique de Wilson, pour cet article, est alors égale à 200, ce qui conduit à passer vingt commandes par an pour cette référence. Le nombre de commandes a donc été divisé par 2 et le nombre moyen annuel de commandes passe de 200 à 180. Deux situations sont alors envisageables :

- le temps dégagé est utilisé pour d'autres besoins ; dans ce cas, la diminution du nombre de commandes s'accompagne bien d'une économie de $20 \times 750 = 3000$;
- le temps dégagé n'est pas utilisé et alors le nouveau coût standard s'élève à $50 + 150000/180 = 883,33$; avec ce nouveau coût standard, la quantité économique passe alors à 217 unités ; cette nouvelle valeur conduit à un nouveau coût standard de $50 + 150000/(200-21,5) = 890,67$ lequel conduit, à son tour, à une valeur (« finale », compte tenu de la précision requise) de 218 unités, ce qui devrait conduire à une révision du coût standard.

II-2.1.3.2 Le réalisme des modèles

Les différentes équations d'un modèle permettent de quantifier les effets induits par une décision représentée par les valeurs prises par les variables de commande. Inversement, il est souvent possible de déterminer la valeur de ces variables pour obtenir un effet induit désiré. Cette détermination peut être analytique (application de « formule ») ou algorithmique, au sens où aucun résultat analytique n'est mobilisé, par exemple à l'aide des fonctionnalités offertes par les options « valeur cible » et « solveur » des tableurs. Deux attitudes extrêmes doivent être évitées en matière de modélisation.

- Tout d'abord, il ne faut jamais oublier que « la carte n'est pas le territoire » et que la pertinence de l'aide à la décision qu'apporte un modèle dépend fondamentalement de la pertinence des hypothèses qui le sous-tendent. L'absence de recul des utilisateurs, sur ce point, peut conduire à bien des déconvenues.
- La seconde attitude, toute aussi dangereuse pour le gestionnaire, consiste à « jeter le bébé avec l'eau du bain », autrement dit à refuser toute modélisation sous prétexte qu'aucun modèle ne rendra compte exhaustivement de la réalité. Agir ainsi conduit à fonder ses agissements sur un arbitraire total – souvent baptisé abusivement « bon sens » – ou à utiliser une rationalité implicite s'appuyant de fait sur une logique d'enchaînements causaux (pas forcément tous quantifiables). Dans ce dernier cas, avec un peu de chance, ce sont les facteurs importants qui sont retenus. Mais, s'il en est ainsi, pourquoi ne pas expliciter le raisonnement par un modèle, sauf si cette « mise à plat » est génératrice d'ennuis potentiels pour son auteur car expliquer une démarche, c'est accepter le risque d'être contredit. Dans cet esprit, la modélisation se doit d'aller rapidement à l'essentiel ; c'est une condition d'acceptabilité du modèle par ceux qui en décident l'utilisation de manière automatisée ou en aide à la décision. Elle doit également permettre de préciser l'importance relative effective de certains facteurs, l'intuition en la matière n'étant pas toujours bonne conseillère.

Une fois acceptée l'idée de décisions s'appuyant sur les enseignements de modèles économiques de gestion, se pose la question de savoir quel est le degré pertinent de raffinement des hypothèses à retenir dans la description d'un problème récurrent. Une autre façon de voir les choses est de s'interroger sur l'impact de l'abandon de certaines hypothèses permettant de mieux décrire la réalité. La question ainsi posée est celle de la **robustesse** des modèles, celle-ci étant appréhendée ici au travers des variables, paramètres et relations et non par rapport à la qualité des données utilisées.

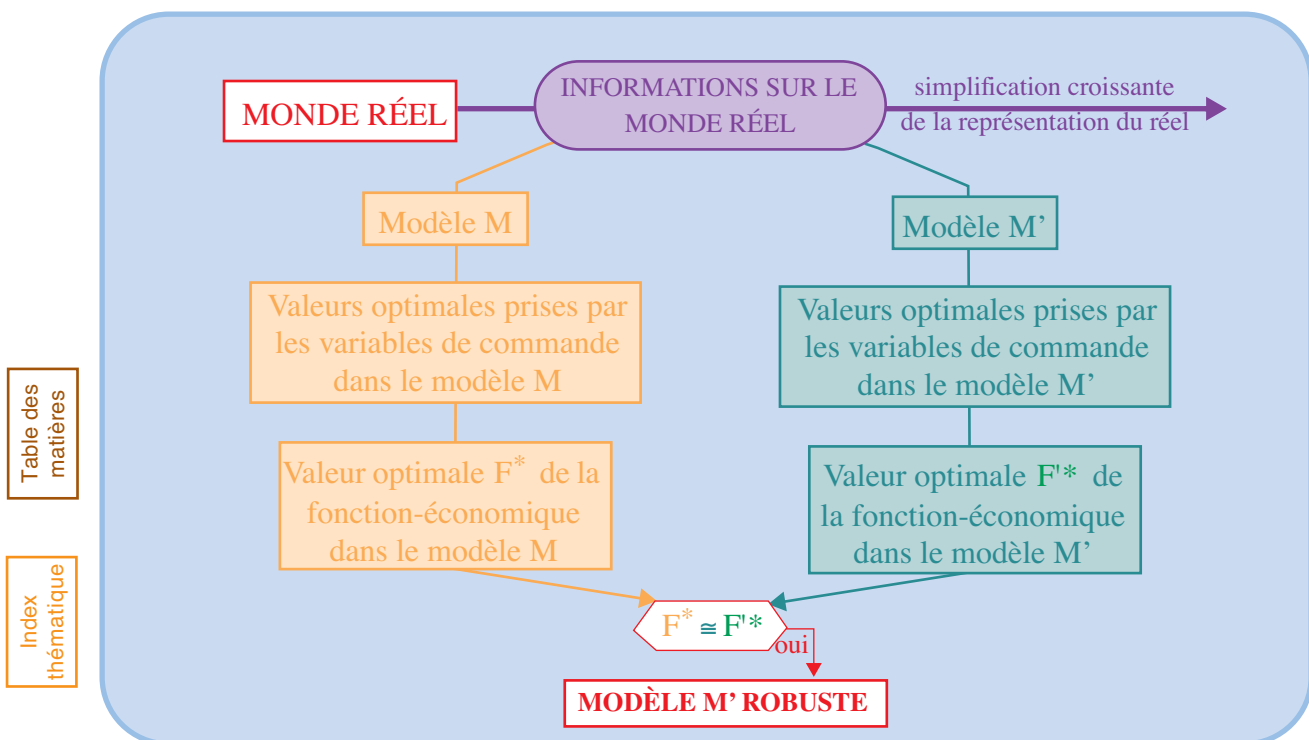
La **figure 179** illustre la manière dont se définit le problème. Presque toujours, le modèle utilisé, noté M' , est plus « simple » qu'un autre modèle, noté M , qui semblerait plus pertinent (univers aléatoire au lieu d'univers certain, contraintes non relaxées, connaissance meilleure des structures de coûts relatifs...) mais qui est plus difficile à mettre en œuvre pour des raisons de recueil de données et/ou de résolution numérique. Le modèle M' a les mêmes variables de commande que le modèle M . En outre, l'indicateur économique utilisé dans les deux cas est rigoureusement de même nature, dans la mesure où seule la définition de certaines variables d'état du modèle M peut être plus complexe que celle utilisée par le

modèle M' (passage d'une notion de moyenne à celle d'une espérance mathématique, par exemple).

On considérera que les résultats fournis par le modèle M' sont robustes par rapport au non-respect de certaines hypothèses du modèle M , si la dégradation de performances induite par l'utilisation du modèle M' peut être considérée comme négligeable. La robustesse fait ici référence à un autre modèle et non à une situation utopique de connaissance parfaite du réel; elle peut faire intervenir des conditions tenant compte de l'écart plus ou moins fort d'une hypothèse de M par rapport à M' (par exemple, la distance entre l'univers aléatoire et l'univers certain peut être mesurée par le coefficient de variation, pour certaines distributions).

FIGURE 179

Analyse de la robustesse d'un modèle économique de gestion



On peut ajouter qu'il est évident qu'un certain nombre de problèmes rencontrés seront plus complexes que ceux présentés aux deux chapitres suivants mais que certains d'entre eux pourront être facilement modélisables par un «mécano» des outils et démarches qui seront abordés.

II-2.1.3.3 Du bon usage du modèle économique de gestion

Il est tout d'abord évident que l'appel à ce type de modèle ne présente un intérêt pour faciliter la prise de décision de problèmes fortement répétitifs que si le modèle jouit d'une certaine robustesse (voir ci-dessus), que sa mise en œuvre n'est pas trop compliquée sur le plan du traitement des données (mais les progrès de l'informatique font que cette condition est facilement remplie) et si les données qu'il utilise (paramètres du modèle) sont assez fiables.

Un dernier écueil doit être souligné, celui de faire dire au modèle des choses qu'il ne dit pas. En effet, deux lectures du modèle sont possibles quant aux économies que son usage permet.

- La première, évidente, découle de l'application des solutions analytiques trouvées : pour un ensemble de paramètres donnés, cette application ne peut qu'améliorer la valeur prise par la fonction-objectif.
- La seconde beaucoup moins classique, consiste à réfléchir sur une amélioration de la valeur prise par la fonction-objectif en jouant sur la valeur de certains paramètres. Dans le modèle de Wilson, le coût de lancement peut être diminué par un certain nombre d'actions dont celle de type SMED (voir [page 511](#)). Autrement dit, **le modèle peut être utilisé pour réviser des hypothèses de travail communément admises** et en faciliter l'analyse d'impact économique. Ce type de lecture n'est non seulement pas assez fréquent mais, de surcroît la tentation est forte de considérer certaines hypothèses de travail comme immuables et d'en imputer la responsabilité au modèle.

L'usage qui a été fait du modèle de Wilson illustre parfaitement ce type d'erreur. Lors de sa création, au début du XXe siècle, l'industrie se caractérisait par une faible diversité de la production et l'attention était portée sur les temps unitaires de production et assez peu sur les temps de lancement qui restaient relativement importants, et conduisaient à des coûts de lancement assez élevés. L'application de la formule de Wilson conduisait mécaniquement à la production de séries longues, ce qui apparaissait comme parfaitement logique. L'évolution de la demande a conduit progressivement à une forte diversification de la production et les Japonais, au lendemain de la seconde guerre mondiale, ont porté une attention aussi importante aux temps de lancement qu'aux temps unitaires de production, permettant l'émergence du Juste-À-Temps. Au cours des années quatre-vingt, la majorité des universitaires, des cabinets de conseil et des praticiens se sont accordés à dire que la longueur des séries, qui pénalisait une bonne partie de l'industrie, était imputable au modèle de Wilson qu'il convenait de le rejeter et, avec lui, les modèles économiques de gestion. L'usage de ce modèle n'était sans doute pas pertinent pour un certain nombre de raisons évoquées ci-dessus mais le diagnostic était fallacieux à un double titre. Tout d'abord, rien n'interdisait d'infléchir la valeur des paramètres de la formule de Wilson. Ensuite, l'application des principes du Juste-À-Temps ne permet pas de faire l'économie de l'arbitrage entre un coût de possession et un coût de lancement, au cœur du modèle de Wilson. Un tel arbitrage est la seule justification au fait que les conteneurs du Juste-À-Temps transportent plusieurs unités d'un même article et que les lancements en fabrication ne sont souvent acceptés qu'à partir du moment où plusieurs kanbans de fabrication sont présents dans le centre de production de l'article (voir [page 521](#)).

II-2.2 La modélisation en gestion de stocks

L'application de la démarche décrite au § II-2.1 conduit à s'interroger sur les variables d'état retenues (§ II-2.2.1), la fonction économique choisie (§ II-2.2.2, [page 653](#)) et le système de coûts utilisé (§ II-2.2.3, [page 655](#)), sachant que les variables de commande ont déjà été présentées au § II-1.1.1, [page 633](#).

II-2.2.1 Les variables d'états retenues

Ces **variables d'état**, au nombre de trois, caractérisent respectivement les flux d'entrée, le stock et les flux de sortie, éléments mis en évidence dans notre analyse

du système-stock (ce qui conduit à compléter la figure 172 de la page 626 pour aboutir à la figure 180):

- I_r , la **rupture de stock moyenne**, c'est-à-dire le nombre moyen d'unités non fournies au cours d'une période. À cette variable d'état I_r est associé le coût de rupture c_r .
- I_p , le **stock moyen possédé**, auquel on associe un coût de possession c_p .
- I_c , le **nombre moyen de commandes** passées au cours de la période de référence et auquel on associe le coût de commande c_c .

FIGURE 180
Les coûts du système «stock»

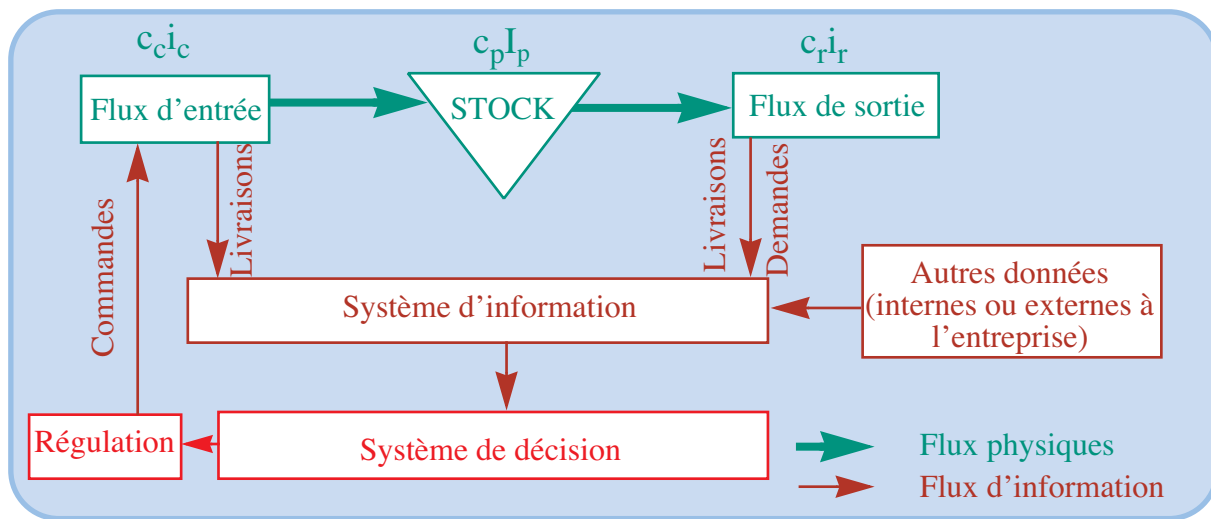


Table des
matières

Index
thématique

Le plus souvent, la notation des fonctions est utilisée pour repérer ces variables d'état, en faisant suivre leur désignation (I_r , I_p ou I_c) e la désignation entre parenthèses de la (ou des) variable(s) de commande caractérisant la politique de stock étudiée. Par exemple si le nombre moyen de commandes n'est influencé que par variable de commande «quantité commandée q », la notation retenue sera $I_c(q)$. Pour éviter des redites, on discutera de la définition de ces variables d'état en examinant les coûts-standards qui leur sont associés.

II-2.2.2 La fonction économique retenue dans les modèles de stocks présentés

De nombreux critères¹ peuvent être utilisés en gestion, et ne sont pas toujours compatibles les uns avec les autres. Certaines techniques (comme l'analyse multi-critère) permettent une certaine explicitation des choix lorsqu'il en est ainsi². Il ne saurait être question ici de discuter de ces problèmes, et un seul critère sera retenu. Au critère classique de la maximisation d'une marge (ou d'un bénéfice), on préférera celui de la minimisation d'un coût pour trois raisons:

- Tout d'abord, un problème de maximisation de marge peut toujours se transposer sans difficulté en un problème de minimisation de coût, mais la réciproque n'est pas vraie. Le calcul de la marge maximale à partir du coût

1. Lesourne (1973, [276]) a proposé une présentation synthétique intéressante de ces divers critères.

2. Voir Roy (1985, [369]).

minimum trouvé est immédiat (faute de quoi cette transposition serait sans intérêt). Il en résulte qu'une double modélisation ne s'impose pas et que celle en termes de coûts doit prendre le pas, dans la mesure où certains problèmes de gestion de stock ne font intervenir que des coûts (ce point sera repris formellement au [chapitre XI, § I-1.3.2.3, page 685](#)).

- Ensuite, se ramener à un seul critère de gestion permet d'éviter de multiplier les modèles de référence à étudier. Nous avons dit que la recherche de politiques de stock s'effectue en faisant appel à des modèles qui constituent une représentation simplifiée de la réalité, s'appuyant sur une formalisation mathématique. S'il existe un moyen simple permettant de considérer que certains modèles sont des cas particuliers d'autres modèles, on gagne sur deux tableaux en n'étudiant que le modèle le plus général : tout d'abord, l'étude mathématique d'un seul modèle est plus rapide¹ ; ensuite elle évite la prolifération des modèles de référence, prolifération qui risque de masquer les différences fondamentales entre certains modèles et de rendre plus complexe leur analyse typologique.
- Un troisième argument, découlant du reste du précédent, réside dans la possibilité d'écrire des logiciels de portée générale et de faible encombrement, ce qui est un atout fondamental dans une perspective de prise de décision automatique.

Comme pour les variables d'état, la fonction de coût sera notée par une lettre, la lettre C, suivie, entre parenthèses, de la désignation de la (ou des) variable(s) de commande caractérisant la politique de stock étudiée. Ce coût revêt un caractère de coût moyen qui ne correspond pas à un coût effectivement observable. Il y a à cela deux raisons complémentaires.

- Le coût de fonctionnement d'un système se calcule sur une *période de référence* qui influera soit sur la définition d'une variable d'état, soit sur celle du coût standard unitaire qui lui est associé. Cette période peut correspondre à la périodicité constante d'une prise de décision (par exemple, le marchand de journaux quotidiens est approvisionné tous les jours et la période de référence pour mesurer le coût de la gestion de son approvisionnement peut sans difficulté correspondre au jour ouvrable). Lorsque cette périodicité n'est pas fixe, il faut définir arbitrairement une période de référence, l'année par exemple, pour pouvoir comparer le coût de diverses politiques. La variable d'état calculée sur cette période ne peut être qu'une moyenne caractérisant un régime de croisière conduisant à une valeur non observable. C'est ainsi que si l'on retient une période annuelle pour évaluer une politique caractérisée par la passation d'une commande tous les dix mois, certaines années n'auront qu'une commande, et les autres deux tandis que la variable d'état prendra la valeur moyenne de $12/10 = 1,2$ commande par an.
- Certaines données peuvent n'être connues qu'en probabilité (demande et délai d'obtention, en particulier). Dans ce cas, le jugement d'une politique de stock ne peut s'opérer qu'en raisonnant en espérance mathématique. En appliquant la politique d'approvisionnement proposée, le coût observé sur

1. Ce gain de temps peut dans certains cas être plus que compensé au départ par le temps passé à comprendre la généralité du modèle. Mais le bénéfice que l'on en retire sur le plan conceptuel justifie un jugement ne se fondant pas uniquement sur des considérations de temps.

l'intervalle de temps de référence dépendra des valeurs prises par les différentes variables aléatoires et n'aura donc aucune raison de correspondre à l'espérance mathématique de ce coût. Rappelons que le raisonnement en espérance mathématique ne se justifie que s'il fonde de très nombreuses décisions d'importance équivalente, une compensation se réalisant entre les écarts positifs et négatifs par rapport aux valeurs moyennes sur la base desquelles les décisions sont prises.

La fonction de coût moyen retenu est la somme des trois coûts partiels :

$$C = c_r \cdot I_r + c_p \cdot I_p + c_c \cdot I_c$$

Elle conduit à faire trois observations.

- Dans de nombreux modèles de gestion des stocks, la fonction de coût ne fait intervenir que deux de ces trois coûts partiels, les variables de commande n'ayant aucune influence sur le troisième. La modification de la valeur prise par une variable de commande entraîne nécessairement une diminution sur au moins l'un de ces coûts partiels et une variation en sens inverse sur un autre de ces coûts partiels. Par exemple, on peut diminuer le nombre moyen de commandes I_c , et donc le coût de commande moyen annuel, en augmentant les quantités commandées (= variable de commande retenue), mais alors le stock moyen possédé I_p s'accroît, entraînant une hausse de coût de possession moyen annuel.
- Le coût d'acquisition de l'article stocké n'intervient pas explicitement ; on ne le fera intervenir que lorsqu'il variera en fonction des quantités commandées et / ou au cours du temps (on reviendra, sur ce point, au [chapitre XII, § I-2.1, page 783](#) et au [chapitre VIII, § II-2, page 567](#)).
- Cette fonction de coût somme des valeurs de nature hétérogène : coût supporté pour les coûts de commande et de possession, d'une part, et manque à gagner pour ceux de rupture, de l'autre. Cette hétérogénéité est la conséquence de la volonté de ne travailler qu'avec une seule fonction économique à laquelle on peut toujours se ramener.

Table des
matières

Index
thématique

II-2.2.3 Les coûts-standard utilisés

Ces coûts-standards sont définis pour chacune des trois variables d'état.

II-2.2.3.1 Le coût de possession

Le coût de possession correspond à un coût de détention auquel s'ajoute, le cas échéant, un coût de stockage.

II-2.2.31a) Coût de détention

Nous avons vu qu'un stock était constitué pour satisfaire une demande à venir au cours d'une période. Si cette demande est aléatoire, il n'y aura que rarement coïncidence entre le niveau du stock et celui de la demande et l'on assistera très souvent, en fin de période, soit à une rupture de stock, soit à un stock résiduel. Ce stock résiduel n'a pas du tout les mêmes conséquences pour l'entreprise, selon que son usage n'est que différé à la période suivante ou que les unités non demandées n'ont plus aucune utilité pour l'entreprise. La définition opérationnelle du coût de détention et celle du stock moyen possédé I_p en découlent. Dans le premier cas,

nous parlerons de ressource non stockable, et dans le second cas de ressource stockable. Examinons, en détail, ces deux cas de figure.

Cas d'une ressource non stockable

Ce cas se présente chaque fois que la demande est limitée dans le temps du fait d'une obsolescence technique ou commerciale. Ce sera le cas des vêtements de mode, des articles de consommation dont la demande se sature très vite en fonction du « déjà vu » (gadgets, articles où le « design » est important...), denrées périssables ou dont la consommation doit intervenir dans un laps de temps limité (primeurs, journaux...), pièces de rechanges achetées en même temps qu'une machine très spécialisée parce que les conséquences financières d'un long délai de remplacement risquent d'être catastrophiques (arrêt d'une chaîne d'assemblage, par exemple) et, enfin, c'est le cas des produits à évolution technologique très rapide (micro-informatique, par exemple).

Lorsque la demande est très localisée dans le temps, mais se reproduit périodiquement et que l'article considéré n'est pas périssable (maillots de bain, cartables, jouets...), il n'y a normalement pas lieu de classer ici cet article, à moins qu'il ne soit sensible à des phénomènes de mode (par exemple : lancement, à la télévision, de jouets sans intérêt intrinsèque et dont la demande « tombera » dès que le support publicitaire lui fera défaut) ou qu'il y ait un fort risque d'obsolescence technologique.

Dans ce premier cas de figure, le stock I_p sera égal au stock moyen résiduel de fin de période, et le coût de possession sera égal au coût d'acquisition d'une unité de l'article considéré, diminué de sa valeur de récupération (valeur de reprise des invendus pour les journaux, valeur de casse, valeur de solde...). Par exemple un quotidien acheté 1,80 \$ liduriens par un marchand de journaux et dont l'invendu est repris à 1,60 \$ liduriens, a un coût de possession de 0,20 \$ liduriens, lequel ne portera que sur le stock I_p d'invendus, et non sur la livraison tout entière. Si la date de récupération est fortement éloignée de la date de constitution initiale de stock, il convient de corriger la valeur de récupération par la technique de l'actualisation (voir [chapitre XVII](#), § I-3, page 1154).

On peut noter enfin que la décision définissant le niveau du stock initial constitue bien souvent une décision sur la longueur d'une série à fabriquer (nombre d'exemplaires du numéro du quotidien à tirer, nombre de sapins de Noël à couper...).

Cas d'une ressource stockable

Dans un supermarché, la demande mensuelle de boîtes de petits pois est aléatoire. En fin de période, toute boîte non vendue le sera le mois suivant, si bien qu'il n'y a aucune raison de calculer le coût de détention sur la base d'un coût d'acquisition net d'une valeur de récupération. Le problème pour cette catégorie d'articles est différent : la permanence de la demande rend nécessaire la constitution d'un stock, qui correspond à une immobilisation de capitaux. En « gelant » une certaine somme d'argent, l'entreprise se prive d'un placement dans un autre actif susceptible de lui rapporter de l'argent. Ne pas saisir cette opportunité a un coût pour l'entreprise. Ce coût, que les économistes appellent **coût d'opportunité**, n'est pas réel puisqu'il ne correspond pas à un décaissement mais à un manque à gagner, et

sa finalité est d'orienter les décisions de l'entreprise au mieux de ses intérêts; ces «dépenses fictives» correspondent à ce que les comptables appellent des **charges supplétives**.

La définition opérationnelle de ce coût d'opportunité associé au stock pose deux problèmes:

- connaître le manque à gagner entraîné par une immobilisation de 1 \$ lidurien à longueur d'année, et donc calculer un **taux d'opportunité**;
- déterminer une somme monétaire moyenne immobilisée à longueur d'année, équivalente à une immobilisation dans le stock étudié (qui voit normalement son niveau fluctuer au cours du temps).

La détermination du taux d'opportunité est simple dans son principe: ce taux doit correspondre à la rentabilité de l'investissement le plus rentable que l'entreprise n'a pu réaliser faute de moyens financiers¹. Les diverses immobilisations de l'entreprise ont normalement une rentabilité supérieure à cette rentabilité marginale. L'évolution de cette dernière permet de remettre en cause une allocation de moyens décidée à un moment donné. En effet, le calcul économique fera apparaître comme rentable un stock de 1000 \$ liduriens rapportant 120 \$ liduriens, c'est-à-dire 12%, et affecté d'un coût d'opportunité de 110 \$ liduriens, c'est-à-dire calculé à partir d'un taux d'opportunité de 11%; mais si deux ans plus tard l'évolution conjointe des capacités financières et des projets d'investissement envisagés met le taux d'opportunité à 13%, notre stock de 1000 \$ liduriens ne peut plus apparaître comme rentable. On voit là le rôle fondamental de ce coût d'opportunité qui est d'assurer une certaine cohérence entre les décisions: la détection d'une rentabilité négative dans un calcul faisant intervenir un coût d'opportunité bien choisi indique qu'une remise en cause de l'allocation des moyens devrait être faite. On peut ajouter que la prise en compte d'une rentabilité moyenne (et non d'une rentabilité marginale comme nous l'avons fait) pour déterminer ce coût d'opportunité viderait celui-ci d'une grande partie de son intérêt, parce que la détection d'une rentabilité négative n'impliquerait alors pas nécessairement une mauvaise allocation des moyens (si la rentabilité moyenne est de 15%, et la rentabilité marginale de 10%, un certain nombre d'actifs ont une rentabilité comprise entre 10% et 15%).

Table des matières

Index thématique

Le stock moyen I_p sur lequel doit peser ce coût d'opportunité est relativement simple à déterminer. La position du stock est susceptible de varier à chaque instant du temps, mais pour simplifier, supposons que l'on ne s'intéresse qu'à la position en fin de journée. L'évolution du stock y_t d'un modèle de graveur de DVD donné chez un grossiste au cours de 10 jours est, par exemple, celle du **tableau 176 de la page 658** et son évolution peut être visualisée (**figure 181, page 658**) par une succession de rectangles chronologiquement ordonnés t dont la hauteur est proportionnelle à la position de fin de journée y_t (ce qui constitue une simplification de l'évolution réelle du stock).

Le stock moyen équivalent I_p à cette chronique sera le stock constant sur la période considérée et tel que la surface B qu'il délimite avec l'axe des temps soit égale à la surface A constituée par la succession de rectangles visualisant l'évolu-

1. Cette définition est à rapprocher de celle du taux d'actualisation présentée au **chapitre III, § III-1.2.2, page 205**.

FIGURE 181
Stock réel et stock moyen équivalent

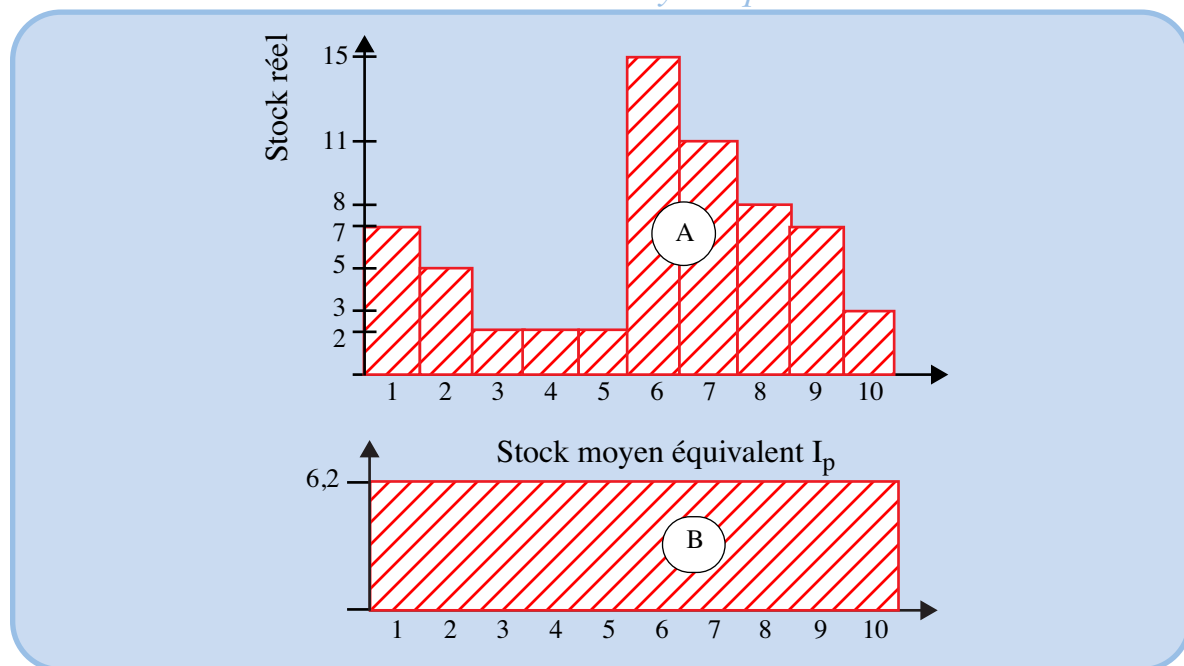


TABLEAU 176
Demandes observées pendant 10 jours consécutifs

t	y_t	t	y_t	t	y_t	t	y_t
1 (lundi)	7	4 (jeudi)	2	7 (mardi)	11	10 (vendredi)	3
2 (mardi)	5	5 (vendredi)	2	8 (mercredi)	8	Total	62
3 (mercredi)	2	6 (lundi)	15	9 (jeudi)	7	Moyenne	6,2

Table des
matières

Index
thématique

tion des stocks. Ce stock moyen se calcule comme la moyenne des stocks quotidiens, c'est-à-dire dans notre exemple 6,2. Les deux stocks ont bien entendu le même cumul d'articles-jours, c'est-à-dire 62, sur la période étudiée. C'est sur le stock moyen ainsi calculé que l'on fait porter le coût d'opportunité. Si le graveur de DVD est acheté 200,00 \$ liduriens par le grossiste et si le taux d'opportunité annuel est de 20 %, un stock moyen annuel de 6,2 doit supporter un coût de détention de $6,2 \times 200 \times 0,2 = 248$ \$ liduriens/an. Mais, un stock moyen de 6,2 unités détenues sur 10 jours ne doit supporter que 10/365 de cette somme, c'est-à-dire $6,2 \times 2000 \times 0,2 (10/365) = 6,795$ \$ liduriens. Ce coût de possession peut s'analyser soit comme un coût unitaire annuel de détention de $200 \times 0,2 = 40$ \$ liduriens appliqué à un stock moyen annuel de $6,2 \times (10/365) = 0,16986$ graveur de DVD, soit comme un coût unitaire de détention défini sur 10 jours ouvrables : $40 (10/365) = 1,096$ \$ lidurien appliqué à un stock moyen de 6,2 défini pour une unité de temps de 10 jours. Pour des raisons de commodité, les modèles de stocks que nous examinerons n'adoptent pas tous la même convention.

Rappelons enfin que cette façon de procéder n'est valable que si l'on procède de la même façon pour un grand nombre d'articles pour qu'il y ait une compensation entre les positions hautes et basses des stocks.

II-2.2.31b) Coût de stockage

Le stockage des articles semi-finis ou finis a un coût pour l'entreprise, car il est générateur d'un certain nombre de charges fixes qui varient par palier : loyer d'entrepôts, impôts locaux, chauffage..., dépenses de magasinier, de gardiennage. D'autres charges sont variables et dépendent en grande partie de la valeur des stocks (assurances, vols, casse...) ou de leur volume (maintien des conditions de température dans un entrepôt frigorifique). Ces différentes dépenses sont relativement fixes sur le court terme et peuvent être ramenées à un coût standard unitaire de stockage (qui n'a aucune raison d'être le même pour tous les articles stockés), mais qui n'a de signification que pour un volume d'activité donné, comme l'illustre la [figure 182 de la page 660](#) où l'on peut constater que le coût standard est un coût moyen qui n'a de signification économique que pour un niveau d'activité donné¹.

Il convient cependant d'être prudent dans l'utilisation de coûts de possession qui incluent un coût standard de stockage. En effet, la recherche d'une « bonne » gestion des stocks basée sur des modèles intégrant des coûts de possession ainsi calculés se traduit par un arbitrage entre des coûts partiels, et implique donc la modification d'un certain nombre d'entre eux. Or, si un nombre plus faible d'unités en stock se traduit inévitablement par une diminution de coût de détention, il n'en est pas forcément de même pour le coût de stockage, car il faudrait alors que toutes les charges intégrées au coût standard soient éliminables (c'est-à-dire susceptibles d'être supprimées), ce qui n'est pas toujours le cas. L'existence de charges fixes et leurs variations par palier font que la modification induite par la mise en œuvre d'une nouvelle politique de stock a des chances de ne pas supprimer certaines dépenses. Sur la [figure 182 de la page 660](#), lorsque l'on passe d'un niveau A à un niveau B, l'économie réalisée n'est pas de $(A - B) c_A$, mais de $(A \cdot c_A - B \cdot c_B)$. En toute rigueur, lorsque l'on change de situation de référence, le coût standard de stockage doit alors être recalculé sur la base d'un stock théorique différent, ce qui remet alors en cause la solution retenue (problème méthodologique introduit à la [page 649](#)).

Pour ces raisons, il est très souvent préférable de ne pas inclure de coût de stockage dans le coût de possession, bien que l'un des avantages de ce mode de calcul soit de faire prendre conscience aux responsables de la production et des ventes du coût réel des stocks.

1. Illustrons numériquement ce point en prenant un exemple dans lequel les charges fixes de stockage sont de 3000 \$ liduriens pour un stock moyen annuel $X < 5000$, de 6000 \$ liduriens pour $5000 \leq X < 12000$ et de 9000 \$ liduriens pour $X \geq 12000$ et le coût direct variable respectivement de 2,20 \$ liduriens, 2 \$ liduriens et 1,80 \$ lidurien pour chacune de ces trois plages. Le coût total annuel, pour une quantité $x_B = 6000$, est égal à 18000 \$ liduriens et de 26000 \$ liduriens, pour une quantité $x_A = 10000$. Supposons qu'actuellement l'entreprise calcule un coût standard sur la base de $x_A = 10000$ parce que cela correspond à des données observables. On obtiendra un coût standard de stockage $c_A = 2,60$ \$ liduriens. Si l'on utilise cette information dans un calcul économique visant à améliorer la gestion de ce stock et si le résultat de cette investigation conduit à préconiser une politique de stock telle que l'on se situe désormais à un stock moyen de 6000, l'entreprise sera censée économiser annuellement une somme de $(10000 - 6000) \times 2,6 = 10400$ \$ liduriens, alors que la différence des coûts effectifs est seulement de 8000 \$ liduriens. Comme on peut le constater, l'utilisation de coûts standards en calcul économique peut conduire à des conclusions aberrantes dès lors que l'équilibre proposé diffère de celui ayant servi de référence dans le calcul des standards.

FIGURE 182
Détermination des coûts en fonction des quantités stockées

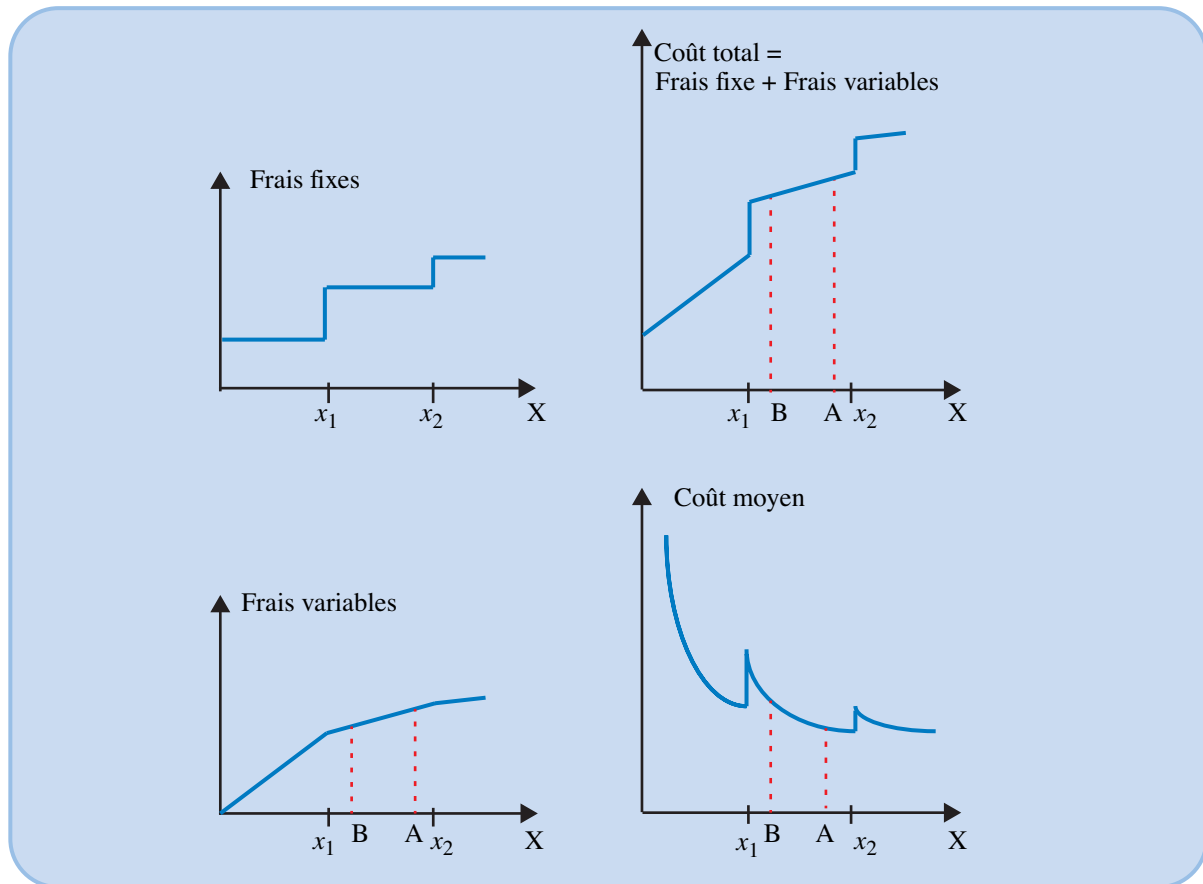


Table des
matières

II-2.2.3.2 Les coûts de rupture

La rupture moyenne I_r est le nombre moyen d'unités d'un article donné que l'on n'a pas été en mesure de fournir pendant la période de référence. On l'appelle encore demande moyenne non satisfaite. On peut lui associer l'un des deux coûts de rupture unitaire suivants (ou éventuellement les deux ensemble): le premier c_r est indépendant de la durée de rupture, tandis que le second c_r' est proportionnel à cette durée de rupture. L'analyse des coûts de rupture nécessite de distinguer le cas où la demande est externe à l'entreprise, c'est-à-dire porte sur des produits finis et émane de clients, de celui où la demande est interne à l'entreprise, c'est-à-dire porte sur des matières premières, ou des produits semi-finis, ou des pièces de rechange et émane d'un service de l'entreprise à des fins de consommation interne.

Index
thématique

II-2.2.32a) Cas d'une demande externe (stock de distribution)

Une rupture de stock en cas de demande externe entraîne, nous l'avons déjà vu, soit un report de la demande non satisfaite, soit des ventes manquées.

Cas des ventes manquées

Le coût de rupture est alors égal au manque à gagner qu'implique la non fourniture d'une unité demandée et indépendant de la durée de rupture.

Ce manque à gagner comprend tout d'abord la marge unitaire sur coût d'achat qui est alors normalement réalisée sur ce type d'article et qu'il ne faut pas confondre avec un bénéfice unitaire (conformément à la logique du *direct costing*). C'est par ce biais que l'on ramène les problèmes de maximisation de marge à des problèmes de minimisation de coûts. Par exemple, un quotidien vendu 2,50 \$ liduriens et acheté 1,80 \$ lidurien par le marchand de journaux a un coût de rupture de 0,70 \$ lidurien pour ce dernier.

À cette non-réalisation d'une marge unitaire peut s'ajouter une pénalité égale à la diminution des actifs incorporels de l'entreprise (ce que l'on appelle encore *goodwill*), lesquels intègrent tout ce qui est non matériel et assure la pérennité de l'entreprise (savoir-faire, image, clientèle...). Cette pénalité additionnelle correspond à un manque à gagner futur que l'on peut théoriquement calculer comme la diminution de l'espérance mathématique de la valeur actualisée de l'échéancier des marges sur coût d'achat. Pour reprendre notre exemple, il est vraisemblable que si un client ne trouve pas très régulièrement son quotidien chez son marchand de journaux habituel, il en changera. Pour ce marchand, la non-fourniture du dernier quotidien ne se traduit pas seulement par un manque à gagner de 0,70 \$ liduriens. Si le taux d'actualisation annuel réel (et non nominal) qu'il utilise implicitement est de 5 % et si l'on suppose, pour simplifier, que le client est très régulier et que le quotidien paraît sept jours sur sept, la perte de *goodwill* sera

alors : $\sum_{t=1}^{\infty} 0,7 \cdot 1,05^{-t/365} = 5236,35$ \$ liduriens Il faut enfin pondérer cette somme

par une probabilité (subjective) de perte de clientèle consécutive à cette vente manquée ; si, dans notre exemple, on estime cette probabilité comme étant de l'ordre de 10 %, l'espérance mathématique de perte du *goodwill* est $0,1 \times 5236,35 = 523,64$ et le coût de rupture est alors $0,7 + 523,64 = 524,36$ \$ liduriens. Il est évident que cet exemple est académique ; il n'en reste pas moins que le raisonnement présenté, pour difficile qu'il soit à mettre en œuvre, est fondé et peut être utilisé pour « approcher » un ordre de grandeur de ce coût de rupture.

On peut ajouter d'ailleurs que l'appréciation des actifs incorporels est très souvent implicitement prise en compte par le commerçant ou le chef d'entreprise qui tient à offrir à sa clientèle une gamme complète d'articles, même si certains articles ont intrinsèquement une rentabilité « douteuse ». En effet, une rupture de stock sur un article peut conduire un client à ne rien acheter de ce qu'il avait l'intention de prendre dans ce magasin.

Cas des ventes différées

Lorsque la vente est différée et non manquée, le coût de rupture ne doit pas inclure de marge sur coût d'achat, puisque la vente sera, en définitive, réalisée. En général, on n'y inclura pas de perte d'actif incorporel, encore que ce point de vue soit contestable dans le cas de ruptures de stock trop fréquentes. La vente différée s'accompagne généralement de l'ouverture d'un dossier, qui occasionne un coût fixe c_r . Dans certains cas, si la durée de rupture est importante, il y aura des relances de la clientèle, qui occasionneront des coûts complémentaires que l'on pourra souvent considérer comme très approximativement proportionnels au nombre d'unités en rupture et à la durée de rupture. Supposons par exemple que le grossiste en matériel de haute fidélité est approvisionné tous les 20 jours ouvra-

bles, et que sur l'un de ces cycles d'approvisionnement il soit en rupture de stock les 5 derniers jours avec les demandes non satisfaites y_i (non cumulées) du **tableau 177 de la page 662**.

TABLEAU 177
Calcul de la rupture dans le cas de demandes différées
(en unité x jour)

i	Date	Demandes non satisfaites y_i	Durée de la rupture d_i	$d_i \cdot y_i$
1	16	1	5	5
2	17	0	4	0
3	18	1	3	3
4	19	0	2	0
5	20	1	1	1
Σ	9

Si le coût fixe d'ouverture d'un dossier est $c_r = 5$ \$ liduriens, et que le coût variable est $c_r' = 1$ \$ lidurien /unité et par jour, le coût total de rupture est de $3 \times 5 + 9 \times 1 = 24$ \$ liduriens, si l'on suppose que la demande est différée en totalité.

Les chapitres suivants seront avant tout orientés vers le cas des demandes non satisfaites perdues, ou différées si le coût de rupture peut être considéré comme fixe.

II-2.2.32b) Cas d'une demande interne (stock de fabrication)

Lorsque la demande de l'article est interne à l'entreprise, une rupture de stock en un endroit du circuit de production entraînera un chômage technique des postes de travail situés en aval. Si l'organisation de la production le permet, la conséquence de cette rupture de l'approvisionnement est limitée par une modification du planning des ateliers, et l'on peut considérer le coût de rupture comme approximativement constant. Ce cas de figure se rencontrera plus facilement dans les organisations en ateliers spécialisés que dans celles en ligne de production où la prévision de la demande est plus facile.

Dans le cas contraire, il faudra travailler avec un coût de rupture proportionnel à la durée de la rupture d'approvisionnement, c'est-à-dire, si nous reprenons l'exemple numérique précédent et le transposons à un atelier de 10 personnes dont la rémunération journalière (charges incluses) est $c_r' = 3000$ \$ liduriens, le coût de rupture sera alors à appliquer à 5 jours de chômage technique (= durée de la rupture) et non à la valeur 9 de «pièces-jours» non fournies. Une autre solution consiste à travailler sur une durée moyenne de rupture (dans notre exemple, cette moyenne est de $9/3 = 3$ jours). C'est cette dernière méthode que l'on utilise en général pour le calcul du coût de rupture de pièces de rechange. Certaines pièces de rechange fabriquées en même temps que certains appareils produits en petites séries (avions, certaines machines outils...) coûtent plus cher à fabriquer à la pièce ultérieurement; ce supplément de coût de fabrication doit bien sûr être ajouté au coût du chômage technique consécutif à la panne, pour calculer le coût de rupture. Cette technique de fabrication de pièces de rechange simultanément à la production de petites séries est connue sous le nom de **spare insurance**.

II-2.2.3.3 Les coûts de commande

Une politique de gestion de stock se caractérise notamment par sa fréquence (régulière ou variable) de passation des commandes. Au nombre moyen annuel I_c est associé un coût de passation de ces commandes. La définition du coût unitaire de commande c_c diffère selon que la commande déclenche un approvisionnement ou une fabrication. Ce clivage diffère de celui utilisé au paragraphe précédent (demande interne ou externe). Une demande de produits finis est nécessairement externe, mais elle peut correspondre à une fabrication (usine) ou à un approvisionnement (entreprise de distribution), tandis que la constitution d'un stock de matières premières correspond nécessairement à un approvisionnement mais n'est destinée qu'à satisfaire une demande interne.

Lorsque la commande correspond à un **ordre de fabrication**, le coût de commande est encore appelé **coût de lancement**. Le coût de commande est alors constitué d'un coût standard occasionné par la gestion des services du planning, auquel il faut ajouter des coûts de réglage de machines occasionnés par la fabrication d'une série différente de la précédente, ainsi que les rebuts de ces réglages. Ce coût de lancement est normalement indépendant de la longueur de la série à produire.

Lorsque la commande déclenche un **approvisionnement**, le coût de commande correspond à un coût administratif de gestion de la commande qui comprend le coût de la constitution d'un bordereau de commande par le magasinier et d'acheminement de ce bordereau au service qui passe la commande, ainsi que le coût de gestion de cette commande par ce service (envoi de la commande au fournisseur, réception de la facture, contrôle de conformité, transmission au service comptable pour liquidation) et les coûts de réception de la marchandise. S'y ajoute souvent, un forfait d'acheminement des marchandises du fournisseur (on reviendra sur ce point à la [page 772](#)). Ce coût de commande est considéré comme indépendant de l'importance de la commande. Lorsque la réception de la marchandise s'accompagne d'un contrôle de qualité utilisant les techniques de contrôle de réception par échantillonnage, ce coût est alors un coût fixe (sauf si une technique de contrôle progressif est utilisée) à intégrer dans le coût de commande, tandis que si un contrôle exhaustif est utilisé, le coût correspondant est généralement à peu près proportionnel au nombre d'unités contrôlées et sera alors incorporé au coût d'achat.

L'utilisation d'un coût de commande standard soulève les mêmes problèmes que ceux évoqués au [§ II-2.2.31b, page 659](#), à propos du caractère plus ou moins érudable de certaines charges prises en compte dans ce coût standard et peut se traduire par une non-réalisation d'économie de dépenses prévues lors d'une modification d'une politique de gestion de stock.

