

Fondements de l'évaluation économique dans les modèles économiques de gestion

par Vincent Giard et Claude Pellegrin

Les outils de gestion industrielle, et en particulier les outils comptables, sont-ils pertinents pour aider à la prise de décision ? D'aucuns se posent la question. Les auteurs permettent d'éclairer ce débat en s'interrogeant sur les modèles économiques de gestion. Cette approche de nature épistémologique, qui s'appuie en particulier sur une analyse du modèle de Wilson et des effets de son usage, entend réexaminer les mécanismes de modélisation afin de montrer ce que peuvent être les enseignements et les limites de ces instruments et des représentations du réel qu'ils proposent.

L'accumulation et la transmission du savoir se fondent sur des représentations abstraites de la réalité et sur des outils de manipulation de cette représentation. La modélisation procède de cette démarche : dominer le hasard de l'expérience en établissant un système de relations entre un nombre restreint d'entités censées représenter le réel. L'anticipation que permet le modèle est le signe d'une volonté d'agir dans un sens jugé favorable. Les modèles utilisés en gestion ont évidemment cette valeur instrumentale. La complexité du réel à modéliser et notamment la prise en compte de sa dynamique conduit à la définition possible de très nombreux modèles, chacun s'attachant à une facette de la réalité. D'un point de vue formel, un modèle peut faire usage d'équations pour décrire les relations entre les entités (variables et paramètres) retenues pour représenter le réel (modèles quantitatifs); il peut également se résumer à une description par de simples relations causales que l'on estime particulièrement complexes à expliciter (modèles qualitatifs) et dont le bien-fondé est souvent difficile à établir. Il ne sera question ici que de modèles quantitatifs, c'est-à-dire

où la relation est souvent difficile à établir. Il ne sera question ici que de modèles quantitatifs, c'est-à-dire d'une approche fort décriée de nos jours en gestion, où la mode est plutôt aux mots d'ordre s'appuyant sur des modèles qualitatifs. Par ailleurs, 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.

En gestion, comme dans d'autres disciplines, la remise en cause de modèles existants et le besoin d'en créer de nouveaux s'effectue toujours à l'occasion d'un constat d'échec ou de carence¹. La comptabilité de gestion, issue de la révolution industrielle², vise à établir des relations entre des charges et des activités (au sens large), avec l'objectif avoué de faciliter le contrôle de l'entreprise. 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 ». A 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 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. 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'écart 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. La réhabilitation de l'analyse en termes physiques est l'une des idées-forces de cet article.

Bien avant que la comptabilité de gestion n'ait connu les raffinements auxquels il vient d'être fait allusion, la modélisation a opéré d'autres incursions en sciences de gestion avec des modèles économiques de gestion, pour tenter de rationaliser la prise de décision en entreprise. Par modèle économique de gestion, il faut entendre un modèle de gestion comportant un éclairage en valeur et

1. V. Giard, *Une comptabilité de gestion en crise*, Papier de recherche G 89 / 5, juillet 1989, URA 1257 du CNRS; repris dans ECOSIP.

2. R. Kaplan et A. Atkinson, *Advanced management accounting*, seconde édition, Prentice-Hall, 1989.

*Les critiques des modèles économiques
de gestion qui tentent d'en préconiser l'abandon
au profit des seuls indicateurs physiques
de performance peuvent sembler excessives.*

orienté vers la préparation d'une prise de décision particulière de type programmable ou semi-programmable, pour reprendre l'approche classique de Simon³. Si l'on utilise la classification d'Antony⁴ et en allant des décisions programmables aux décisions semi-programmables, de tels modèles seront utilisés 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).

Ces outils de gestion sont aujourd'hui l'objet de nombreuses critiques qui tentent d'en préconiser l'abandon au profit des seuls indicateurs physiques de performance, parce que ces outils :

— refléteraient une conception taylorienne de l'entreprise mettant l'accent sur la productivité du travail, les coûts directs, la division poussée du travail⁵;

— ne seraient valides que dans le cadre d'une organisation fonctionnelle de l'entreprise, progressivement remplacée par de nouveaux modes d'organisation intégrée;

— seraient avantageusement remplacés, pour la résolution de problèmes complexes, par l'application de « règles de comportement » ou par une succession d'objectifs réalisables à court terme : « changement d'outil en moins de dix minutes », « lot de fabrication = un conteneur », etc.

Il nous semble qu'il y a là des réactions excessives et un « conteneur », etc.

Il nous semble qu'il y a là des réactions excessives et qu'il convient de revenir sur les mécanismes de base de la modélisation en gestion, mécanismes qui conditionnent la pertinence de l'usage que l'on peut faire de ces modèles. Pour illustrer notre propos, nous nous appuyerons largement sur le modèle imaginé par Harris⁶ avant la

Première Guerre mondiale et popularisé sous le nom de modèle de Wilson. La quantité économique de commande, déterminée par ce modèle, a pour but de fournir la taille des lots à lancer en fabrication (ou à commander en distribution) de façon à trouver le bon équilibre entre les coûts de lancement (ou de commande en distribution) et les coûts de possession du stock. Le choix de cet archétype, provocateur à certains égards, se justifie d'une part par le fait qu'il permet assez bien d'illustrer le mauvais usage que l'on peut faire d'un modèle économique de gestion ainsi que ses limites, et, d'autre part, parce que, en dépit de ce que tentent d'accréditer certains tenants maladroits ou peu scrupuleux du juste-à-temps, le problème de la taille d'un lot à fabriquer restera posé tant que le coût de lancement ne sera pas « rigoureusement nul » et que la disponibilité des ressources n'est pas garantie « à tout moment » (cas de ressources totalement dédiées).

Pour avoir ce recul, il convient d'abord de distinguer deux niveaux de modélisation : un niveau de description physique et un niveau de description en valeur qui s'appuie nécessairement sur le précédent. Pour reprendre Johnson⁷ on ne peut pas gérer les coûts mais seulement les activités induites par ces coûts. Ce « retour au physique⁸ » est au cœur du problème de la valorisation et permet de situer correctement le débat entre l'usage d'indicateurs physiques et celui d'indicateurs économiques. Nous donnerons d'abord les bases de la description physique des modèles de gestion. La seconde étape est celle du passage à une description en valeur, laquelle fait un large usage d'informations tirées de la comptabilité de gestion, qui, elle aussi, s'appuie sur une représentation physique du réel. La pertinence de la règle de décision induite par un modèle de gestion dépend donc, entre autres, de l'adéquation entre ces deux représentations physiques. A ce problème de la cohérence « horizontale » d'adéquation s'ajoute celui de la cohérence « verti-

3. H.A. Simon, *Administrative Behavior*, Free Press Paperback, seconde édition, 1960.

4. R.N. Antony, *Planning and Control Systems : a Framework for Analysis*, Harvard University Press, 1965.

5. G. Chassang, « Réinventer le contrôle de gestion », *Revue française de gestion industrielle*, n° 1, Gauthier-Villars, 1989; P. Lorino, « Projet de recherche sur l'évaluation économique des nouveaux systèmes de production », *Revue française de gestion industrielle*, n° 1, Gauthier-Villars, 1989.

6. Voir Erlenkotter, « An Early Classic Misplaced : Ford W. Harris's Economic Order Quantity Model of 1915 », *Management Science*, vol. 35, n° 7, juillet 1989 pour l'historique de ce modèle. Ce modèle de base a fait l'objet de nombreuses extensions (voir V. Giard, *Gestion de la production*, 2^e édition, Economica, 1988, chapitre 4). Celles-ci seront délibérément écartées ici car elles ne modifient pas la démarche modélisatrice, mais seulement le réalisme du modèle.

7. H.T. Johnson, « Organizational Design Versus Strategic Information Procedures for Managing Corporate Overhead Cost : Weyerhaeuser Company, 1972-1986 », in W.J. Bruns & R.S. Kaplan, *Accounting and Management : Field Studies and Perspectives*, Harvard Business School Press, 1987.

8. Ce courant alimente actuellement d'autres recherches en gestion, notamment celles du CAM-I (voir ECOSIP (ouvrage collectif), *Gestion industrielle et mesure économique : approches et applications nouvelles*, Economica, 1990); ce courant n'est pas original, dans la mesure où il ne fait que reprendre des idées et expérimentations tentées avant la Première Guerre mondiale par A.H. Church (voir sur ce point l'article de V. Giard, « Une comptabilité de gestion en crise », in ECOSIP, *op. cit.*).

*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.*

cale » des modèles qui sous-tendent des décisions stratégiques, tactiques ou opérationnelles⁹ s'appuyant sur des modèles intégrant implicitement comme contraintes (notamment au niveau de ressources disponibles), le résultat de choix pris à un niveau hiérarchique supérieur. Enfin, nous concluons par le rappel de quelques précautions supplémentaires à prendre dans l'utilisation des modèles de gestion.

I. — LES BASES DE LA DESCRIPTION PHYSIQUE DES MODELES ECONOMIQUES EN GESTION

Au niveau physique, le modèle de gestion fait appel à trois catégories d'informations : variables de commande, variables d'état et paramètres physiques.

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. 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.

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.

⁹. Voir l'article de Fray et Giard, « Du global au local », in ECOSIP, op. cit.

La première est relative à la demande qui s'exprime sur l'article étudié. Le modèle 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 (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 est relative à 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 contrain-

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.

tes 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. A 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.

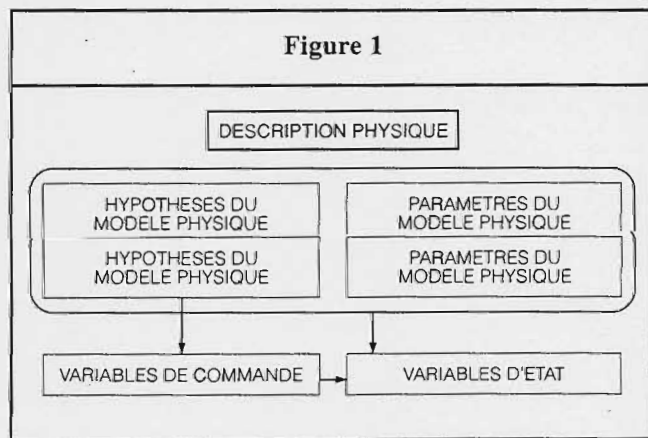
Cet exemple montre l'importance qu'il y a à faire porter une attention aussi importante aux paramètres du modèle relatif à la description du processus physique (D et L dans notre exemple) qu'à l'explicitation de la liste exhaustive des hypothèses sous-jacentes. Cette remarque est essentielle pour apprécier 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.

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, un usage assez répandu 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); si 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). Sans s'étendre sur ces démonstrations, les relations analytiques du modèle de Wilson sont : $N(q) = D/q$ et $S(q) = q/2$. Il faut souligner que la définition de ces variables d'état est indépendante de leur valorisation. La figure 1 schématise les relations entre les différentes variables et les hypothèses et paramètres du modèle physique.

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 son calcul.

II. — LES BASES DE LA DESCRIPTION EN VALEUR DES MODELES ECONOMIQUES 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.

Les variables d'état se définissent dans le cadre du processus de modélisation physique présenté dans la première partie. Les 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 2 illustre cette seconde étape de la création d'un modèle économique de gestion.

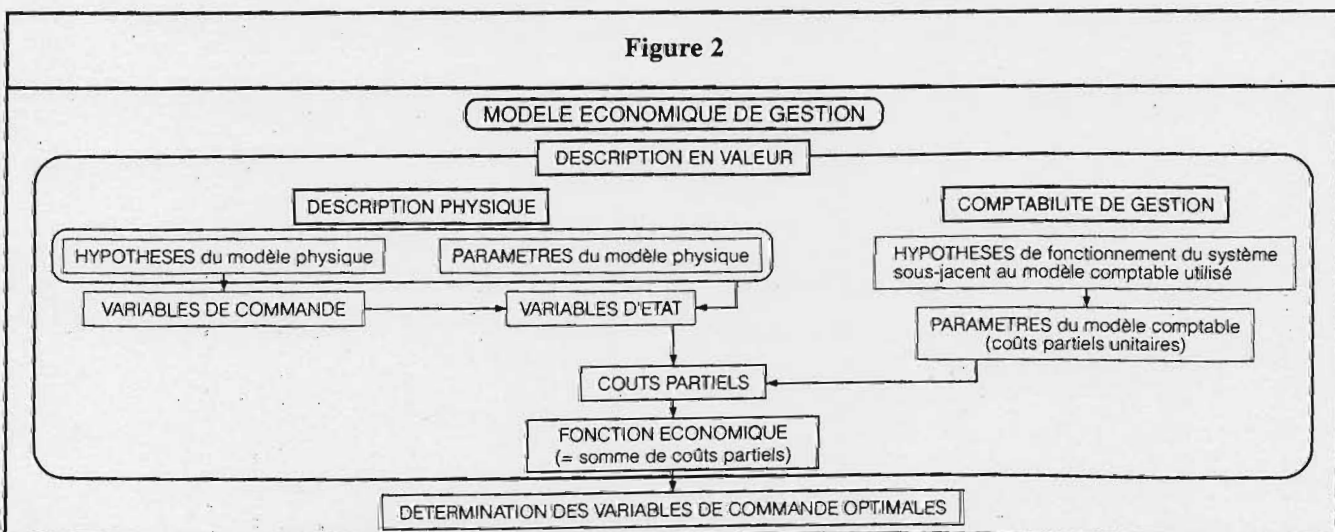
Presque toujours, la fonction de coût s'analyse comme une grandeur moyenne qui n'est pas directement observable parce qu'elle s'inscrit sur le long terme ou parce qu'elle somme des éléments hétérogènes (décaissements et « manque à gagner », par exemple). Le choix de cet indicateur se justifie par l'hypothèse 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 ou qu'elle décrit la défaillance de ce système, ce qui n'a de sens que lorsque l'on quitte l'univers certain.

1. Valorisation de variables d'état décrivant la gestion du système productif

On présentera les principes de ce type de valorisation, avant d'examiner les problèmes de cohérence interne.

On présentera les principes de ce type de valorisation, avant d'examiner les problèmes de cohérence interne que cet usage implique.



A. PRINCIPES DE VALORISATION DES VARIABLES D'ETAT DECRIVANT LA GESTION DU SYSTEME 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 direct¹⁰ parfaitement identifiable. On peut classer dans cette catégorie, pour le coût de commande c_c , des frais de timbre 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 utilisés 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 donc 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 tout, 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 article¹¹.

10. 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.

11. S'il n'en est pas ainsi, et donc 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). Un tel calcul peut présenter un intérêt rétrospectif et refléter une certaine organisation découlant d'une certaine coïncidence d'approvisionnement de différentes références auprès du même fournisseur. Cette coïncidence ne saurait être fortuite et stable; elle ne peut résulter que de la mise en œuvre de politiques d'approvisionnement qui peuvent s'appuyer sur la description physique sous-jacente au modèle de Wilson mais non sur ses recommandations.

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 (exemple : tarif dégressif 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).

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 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.

B. COHERENCE INTERNE DU RAISONNEMENT

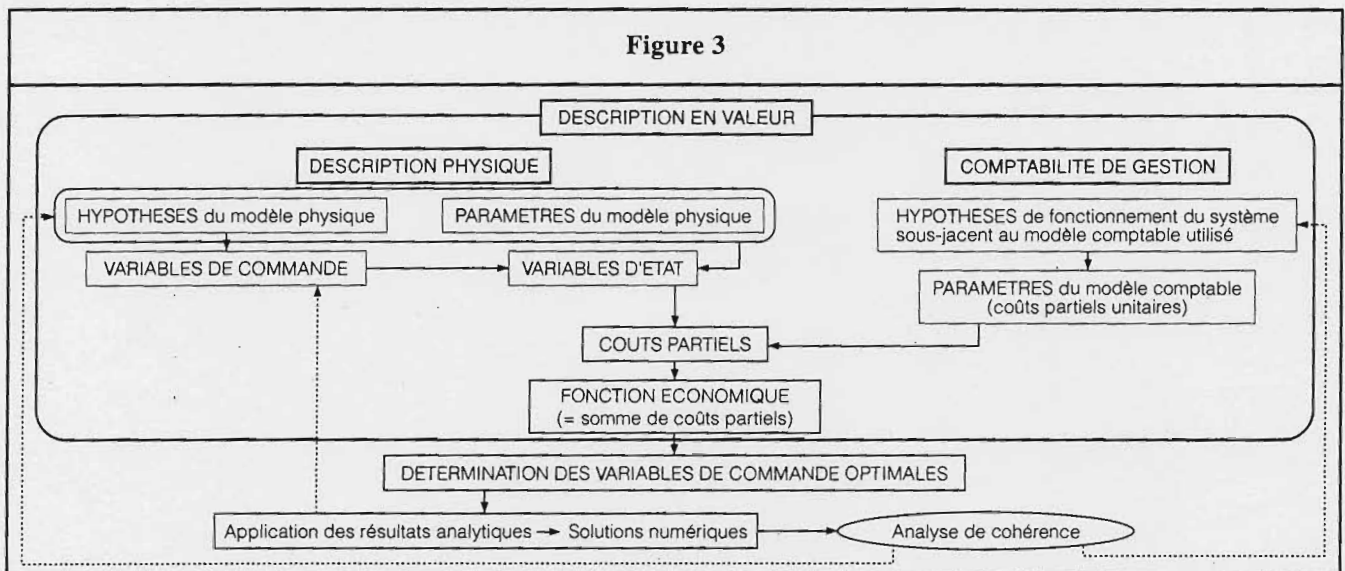
La figure 3 complète les figures 1 et 2 précédentes et

La figure 3 complète les figures 1 et 2 précédentes et illustre la manière dont le modèle devrait être utilisé (la figure 8 est en partie dédiée à cette analyse pour le cas du modèle de Wilson).

La première phase, l'optimisation, est classique. Elle conduit à une caractérisation de l'optimum par (une ou) plusieurs expressions analytiques, ces résultats ayant une vocation normative affirmée même si leur utilisation pose souvent de redoutables problèmes numériques (résolution des systèmes d'équations non linéaires, par exemple).

Les analyses de cohérence sont moins classiques et peuvent remettre en cause les résultats numériques obtenus. Il convient de boucler numériquement (et donc, pour une situation donnée) sur les représentations impli-

Il est toujours préférable d'accompagner une solution numérique optimale d'une large batterie d'indicateurs décrivant les implications physiques de la politique préconisée.



cites du réel tant au niveau de la description physique qu'au niveau comptable.

La remise en cause de la description physique sous-jacente au modèle économique

L'application numérique des relations à un problème précis fournit les valeurs optimales des variables de commande, lesquelles vont déterminer à leur tour les valeurs précises des valeurs optimales des variables de commande, lesquelles vont déterminer à leur tour les valeurs de variables d'état à l'optimum. L'examen de ces valeurs ainsi que celui d'indicateurs qui en dérivent constituent une étape fondamentale pour le praticien car il n'est pas exclu que certains résultats ne soient pas acceptables et donc que la solution préconisée ne soit pas applicable. Ce rejet signifie que la formulation du modèle n'est pas appropriée parce qu'elle relaxe implicitement des contraintes qui pèsent sur l'organisation. Dans ce cas, l'utilisateur a le choix entre un empirisme raisonné et l'appel à un modèle plus approprié. C'est cette remise en cause du modèle que représente la flèche pâle qui « revient » sur le cartouche des paramètres et hypothèses du modèle physique.

Ces observations impliquent qu'il est toujours préférable d'accompagner une solution numérique optimale d'une large batterie d'indicateurs décrivant les implications physiques de la politique préconisée.

Remise en cause des coûts utilisés

Les résultats numériques obtenus peuvent être rejetés parce qu'ils conduisent à des situations qui ne sont pas compatibles avec les hypothèses physiques sous-jacentes au modèle comptable utilisé, ce qu'illustre l'exemple suivant.

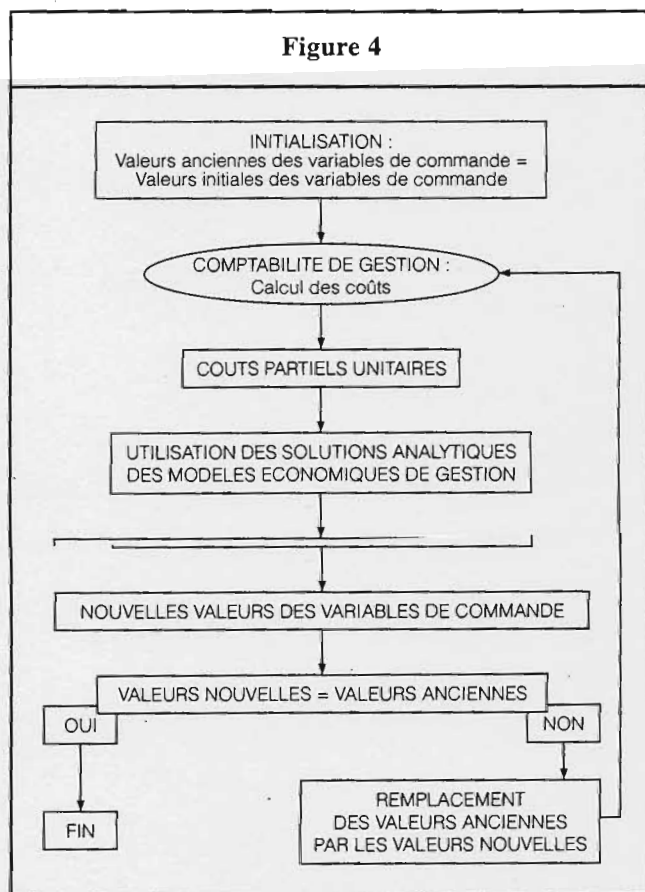
Prenons le cas d'un article qui, dans la situation actuelle, est commandé quarante fois par an. Supposons maintenant le cas d'un article qui, dans la situation actuelle, est commandé quarante fois par an. Supposons que le nombre annuel moyen de commandes soit de 200 et que le coût de commande pour cet article soit : $50 + 150\,000/200 = 800$ francs. Avec une demande annuelle D égale à 4 000 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 deux 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 $20 \times 750 = 15\,000$ francs.

- le temps dégagé n'est pas utilisé et alors le nouveau coût standard s'élève à $50 + 150\,000/180 = 883,33$ francs; avec ce nouveau coût standard, la quantité économique passe alors à 217 unités; cette nouvelle

valeur conduit à un nouveau coût standard de $50 + 150\,000 / (200 - 21,5) = 890,67$ francs lequel conduit, à son tour, à une valeur (« finale », compte tenu de la précision requise) de 218 unités. Techniquement, ce second cas de figure correspond au bouclage de la figure 4;

— en tout état de cause, la charge c_2 n'intègre pas que des dépenses de personnel, ce qui implique que le second mécanisme décrit ici soit le plus probable. On peut ajouter que la révision de politique d'approvisionnement joue simultanément sur de nombreuses références, ce qui complique les mécanismes de révision des coûts et peut poser de redoutables problèmes de convergence.



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 mesure de satisfaire la demande et donc être défaillant. Ce cas de figure est étudié essentiellement dans des modèles orientés vers la gestion des opérations¹².

La défaillance du système productif n'est envisageable, dans un modèle de gestion, qu'à condition de faire intervenir des variables aléatoires¹³ : demande d'une référence, délai de traitement d'une information, durée de fonctionnement d'un organe avant défaillance, temps opératoire.

Cette remarque liminaire conduit à ne plus pouvoir s'appuyer sur le modèle de Wilson pour illustrer nos propos. La défaillance du système peut se traduire par une production différée ou par une production perdue parce que la demande non satisfaite est perdue.

A. 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 de stocks de distribution, il est fréquemment proposé d'ajouter à la marge non réalisée une pénalité qui s'analyse comme une espérance est irrégulièrement 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 des bases les plus objectives possibles. 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).

On s'attardera davantage sur la mesure des conséquences internes au système productif de la défaillance lorsqu'il est possible d'en rattraper les conséquences.

12. On le retrouve également dans les modèles de définition de capacité optimale en investissement. On retrouve enfin la notion de défaillance dans les modèles empiriques de planification (MRP) mais ceux-ci cherchent à la prévenir « par construction ».

13. Cela étant, 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.

La décision d'obtenir un certain niveau de service, en cas de risque de défaillance, conduit à effectuer un arbitrage entre le coût d'obtention de ce niveau de service et les conséquences économiques de la défaillance du système.

B. CAS DE POSSIBILITES DE RATTRAPAGE DE LA DEFAILLANCE

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 privilégiée de la réalité; on rejoint ici la provocation de Burlaud et Simon¹⁴ : « résultat d'un calcul interne, un coût est une opinion, non un fait¹⁵. » Mais la valorisation du coût de défaillance a le mérite d'explicitier la logique de ce calcul; elle doit, selon nous, reposer sur les principes suivants :

- évaluation fondée sur l'analyse du processus physique qui accompagne la défaillance : propagation de la perturbation et réactivité du système productif à l'aléa;
- dans une optique décisionnelle, évaluation conventionnelle des consommations de ressources observables par le décideur.

Application du principe d'analyse de la propagation physique

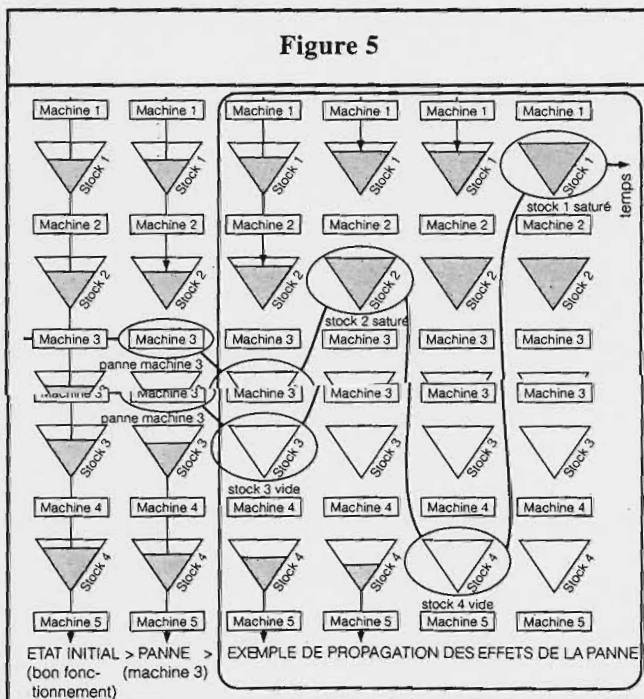
Illustrons la propagation au cours du temps de la perturbation introduite par la panne d'une machine

14. A. Burlaud et C. Simon, *Coûts/Contrôle*, Vuibert, 1988.

15. Cette provocation n'est pas tout à fait nouvelle, contrairement à ce que pensent de nombreux gestionnaires, puisque J.M. Clark proposait en 1923 une dizaine de fonctions possibles au coût, et donc autant de règles de calcul différentes (voir sur ce point l'article de V. Giard, « Une comptabilité de gestion en crise », in ECOSIP, op. cit.).

(machine 3 sur la figure 5), sur la production d'une ligne comportant cinq machines avec stocks tampons intermédiaires. Trois remarques importantes sont à faire.

L'incident initial provoque en cascade d'autres incidents (arrêts de machine par saturation du stock aval ou désamorçage de la machine en aval d'un stock vide). La vitesse de propagation dépend fondamentalement des procédures de découlage mises en œuvre : stocks tampons, dérivations conduisant à mobiliser un équipement en réserve après la mise « en repli » du poste qui provoque l'arrêt de la ligne; en fait, ce retour à la normale peut être plus complexe : par exemple, lorsque l'utilisation d'une procédure de découlage entraîne un fonctionnement en marche dégradé (perte de qualité, augmentation du temps de cycle...).



Après l'intervention corrective sur la machine 3, 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 normalement mesurable : dans notre exemple elle peut être considérée comme certaine dans la mesure où les temps de cycle des machines et l'intervalle de temps séparant la panne du retour à la normale sont connus avec certitude.

Lorsque la durée de l'indisponibilité du système productif ne peut être considérée comme certaine, il faut

Le plus « sage » est de valoriser la consommation des ressources en tenant compte de l'utilisation alternative qui pourrait en être faite.

explicitement envisager différents scénarios possibles et leur probabilité de réalisation. En outre, il convient de remarquer que si l'analyse de la propagation est facilement réalisable dans le cadre d'une ligne de production, il n'en va pas de même dans le cas plus complexe d'une structure en *flow-shop* et, a fortiori, d'une structure en ateliers spécialisés (*job-shop*). En effet, dans ces deux derniers cas on peut faire intervenir d'autres procédures de découplage pour remédier à une panne (modification d'ordonnancement, utilisation de gammes alternatives...).

Application du principe de valorisation conventionnelle

L'évaluation du coût de restauration de l'outil de fabrication ne soulève pas de difficultés majeures. Il 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. Examinons les fondements de cette évaluation conventionnelle pour ce second cas.

Le problème posé est celui de 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). Il est tout (récupération de la production perdue et des ponctions sur stocks, postérieurement à l'incident). Il est tout d'abord évident 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). Les problèmes se posent principalement pour le personnel. 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 (surdimensionnement de l'équipe fabrication-maintenance), l'incident ne génère aucune charge additionnelle, le coût pourrait être considéré comme nul¹⁶. Cette valeur nulle peut conduire à décider d'une politique de maintenance corrective : attendre la défaillance pour intervenir. En réa-

16. Ce qui n'est pas sans rappeler le paradoxe du voyageur de Calais (et sa solution en univers aléatoire).

lité, cette dernière décision sera la conséquence d'un niveau de ressources permanentes excédentaires résultant d'un choix stratégique arbitrant entre des charges de structure (surdimensionnement de l'équipe d'intervention, taille des stocks tampons, équipements en réserve...) et les charges opérationnelles qui pourraient résulter de la défaillance de l'équipement. Il est clair que ces charges de structure devraient se retrouver dans l'évaluation au niveau de l'entreprise d'un « coût de non-efficacité des équipements¹⁷ ». Mais elles n'interviennent pas directement dans le modèle économique de décision qui définit la politique de maintenance : préventif de périodicité donnée ou maintenance corrective. Ces décisions tactiques sont, en effet, prises pour un état donné des procédures de découplage, de la dimension des équipes de fabrication et de maintenance, etc. La hiérarchie des modèles de décision apparaît ici. On peut l'illustrer par le schéma de la figure 6¹⁸. 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 donc sur une logique de coût d'opportunité que se fonde alors l'évaluation conventionnelle. L'utilisation du potentiel excédentaire est alors facturée sur la base d'un taux horaire moyen calculé sur la base du potentiel disponible.

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 facturation complémentaire...). Le caractère conventionnel de l'évaluation est analogue à celui rencontré dans le cas de facturation (voir ci-dessus).

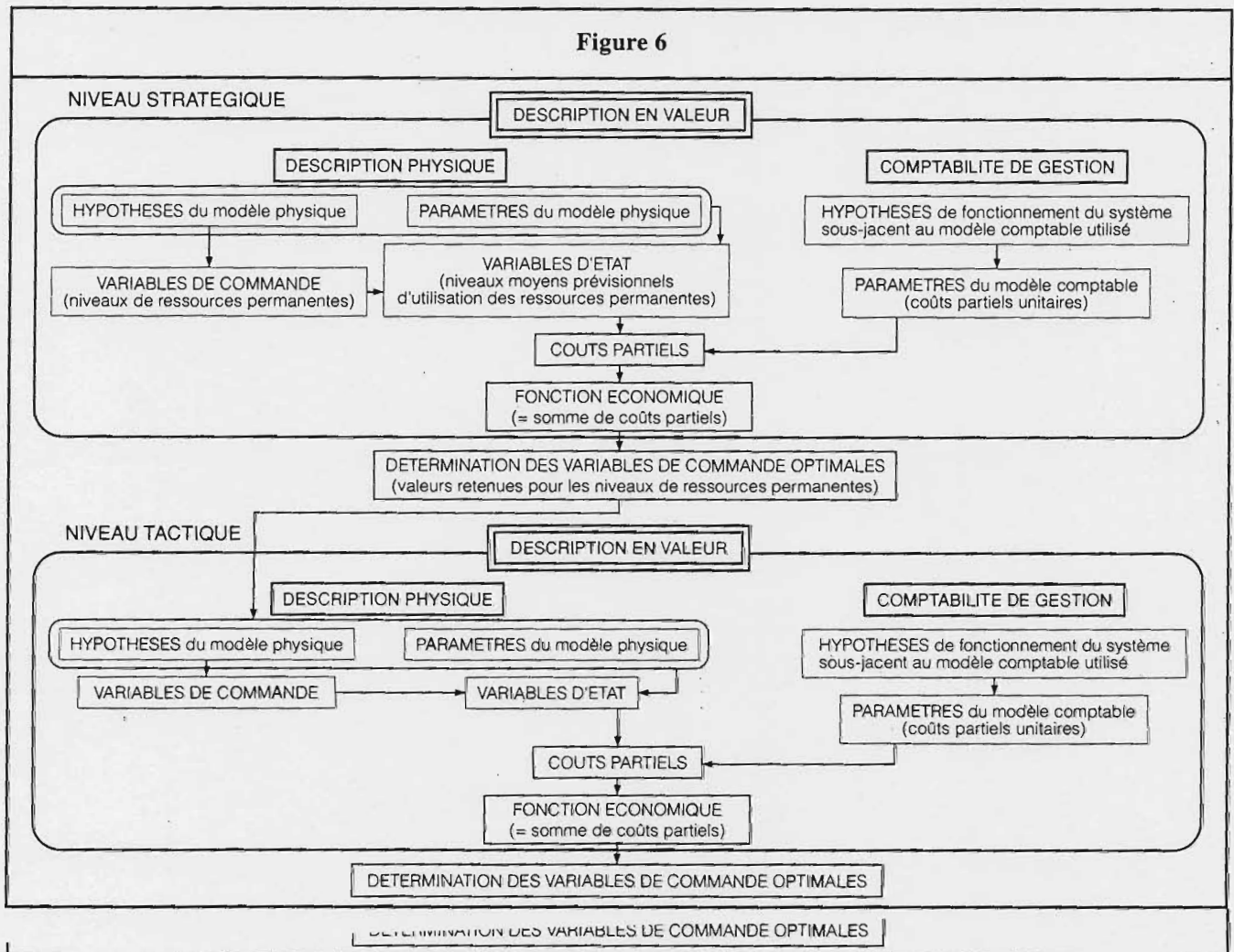
Exemple d'évaluation d'un coût d'indisponibilité d'une ligne de fabrication

Cette analyse est fondée sur l'incident rupture en fabrication d'un réducteur d'un axe 1 d'un robot-soudure, de la ligne finition d'un atelier tôlerie d'une usine de

17. Le coût de non-efficacité des équipements désigne, selon F. Boucly, l'écart de résultat d'exploitation, avant impôt sur les bénéfices, entre la situation réelle et une situation « idéale » se caractérisant par un « zéro-indisponibilité et dégradation de fonctionnement ». Cf. F. Boucly, *Maintenance : les coûts de non-efficacité des équipements*, AFNOR Gestion, 1988.

18. On notera que 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.

*C'est sur une logique
de coût d'opportunité que se fonde
l'évaluation conventionnelle.*



Renault; le schéma de la figure 5 illustre bien cette structure productive. Cette évaluation est supposée être faite par le centre de décision Maintenance dans l'optique décisionnelle suivante : modifier la périodicité des inspections de maintenance conditionnelle des réducteurs des axes 1 des robots-soudure de cette ligne. Le scénario de la défaillance et de ses conséquences est le suivant : le réducteur HDaxe 1 casse en fabrication; la ligne est alors en arrêt propre (temps d'arrêt propre 0,5 h), un poste de reprise est activé en fin de ligne (deux agents de fabrication OP) pendant les 8,5 heures d'intervention et redémarrage du poste (6,5 h de remplacement + 0,5 h de réglage + 1,5 h de reprise de trajectoire-robot). On suppose que le niveau du stock et le poste de reprise ont permis la non-propagation de la perturbation aux autres

lignes : pas de saturation en amont de la ligne, ni de désamorçage en aval (la levée de cette hypothèse conduisant à un calcul en cascade du type de celui évoqué ici, avec l'utilisation de pondération par les probabilités que ces différents « barrages » cèdent successivement).

Le coût d'indisponibilité comprend le coût :

- des ressources consommées pour le fonctionnement de la procédure de découplage (activation d'un poste de reprise);

- des ressources qu'il faudrait consommer pour rétablir la production dans l'état où elle aurait été à la date t_1 (date à laquelle la ligne retrouve son fonctionnement normal) si aucune défaillance n'avait eu lieu à la date t_0 (date de la défaillance).

Il ne suffit pas de s'assurer de la cohérence des descriptions physiques et en valeur sous-jacentes dans l'utilisation d'un modèle.

Le coût d'indisponibilité Φ s'analyse donc comme la somme :

- du coût de deux agents de fabrication pendant 8,5 h;
- du coût de N agents de la ligne pendant 0,5 h (restauration de la production).

On peut également ajouter à ce coût de restauration de la production un coût de pénalisation de la ligne dû à l'activation du poste de reprise (marche dite « dégradée »). En effet, lorsque sur cette ligne le poste de reprise en activité, le temps de cycle passe en moyenne de sa valeur nominale (43 centièmes) à une valeur supérieure (47 centièmes).

Le calcul de la pénalité est élémentaire : en 8,5 h (soit 51 000 centièmes) la perte de production est égale à $51\ 000 \times (1/43 - 1/47)$ soit 101 pièces qu'il faudra récupérer en 4 340 centièmes, c'est-à-dire 0,72 h.

Le coût d'indisponibilité Φ dû à l'arrêt de 0,5 h de la ligne et à l'activation des postes de reprise vérifie :

$\Phi = 8,5 \times 2 \times \tau + NX(0,5 + 0,72) + \tau$, où τ représente le taux horaire des agents de ligne (hypothèse simplificatrice d'une même qualification pour les agents de la ligne mais cette hypothèse se lève évidemment sans difficulté).

— l'investissement dans les stocks tampons;

Ce coût d'indisponibilité doit être mis en contrepartie du coût, au niveau de l'entreprise (et non au niveau du centre de décision Maintenance), de :

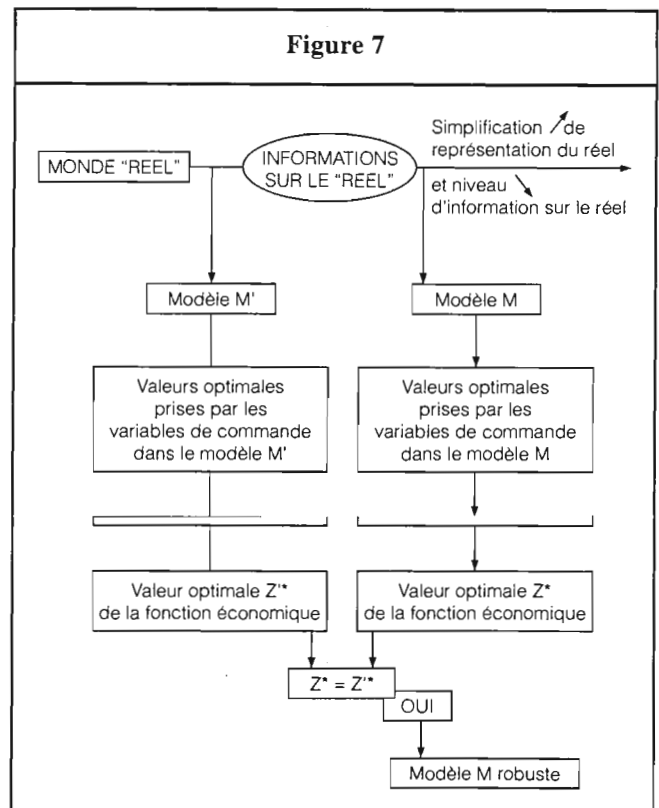
- l'investissement dans les stocks tampons;
- l'investissement dans les postes de reprise;
- le coût de l'investissement dans le stock tampon ne peut être imputé au responsable de la maintenance : c'est la relation générale entre investissement dans les procédures de « découplages » et choix d'une politique de maintenance qui apparaît ici;

— le coût de fonctionnement de la procédure de découplage est essentiellement le coût du personnel mobilisé. Pour l'entreprise, il n'y a pas de variations de charges de personnel; au niveau du responsable de maintenance il s'agit de prendre en compte de façon conventionnelle l'utilisation alternative qui pourrait être faite de ce personnel.

CONCLUSION

Pour conclure, on peut ajouter qu'il ne suffit pas de s'assurer de la cohérence des descriptions physiques et en valeur sous-jacentes dans l'utilisation d'un modèle, encore faut-il que ses résultats analytiques soient robustes et que le gestionnaire ne tire pas du modèle des enseignements que celui-ci ne contient pas.

L'une des questions importantes que pose l'utilisation d'un modèle est celle des implications du non-respect de certaines de ses hypothèses. La figure 7 illustre la



manière dont se pose 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

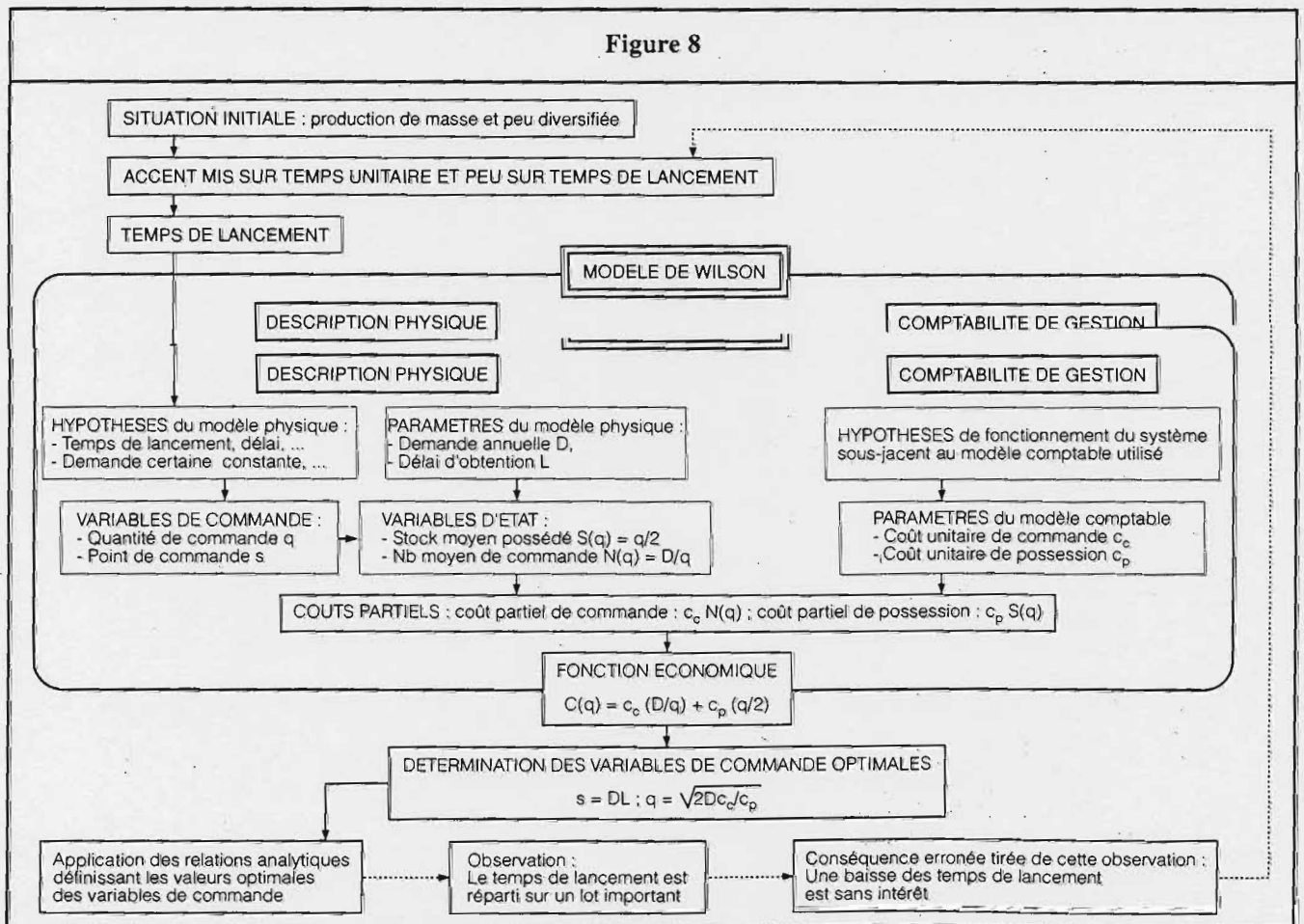
*Si un modèle peut être source d'immobilisme,
il s'agit d'un effet pervers
qui n'est pas inhérent
au modèle mais à son usage.*

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. On notera, d'une part, que la robustesse fait référence à un autre modèle et non à une situation utopique de connaissance parfaite du réel, et, d'autre part, que la robustesse 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).

Pour terminer ce rapide tour d'horizon méthodologique, il faut dénoncer les enseignements erronés que certains tirent des modèles et qui conduisent, de nos jours, à un rejet de toute tentative de modélisation et de rationalisation de la décision par un nombre croissant de gestionnaires. Il tient au fait que le modèle mal compris peut être source d'immobilisme. Il s'agit d'un effet pervers qui n'est pas inhérent au modèle mais à son usage. Il trouve son origine dans le fait que les résultats du modèle confortent implicitement les paramètres utilisés dans la description physique, dans la mesure où une remise en cause des paramètres conduit à la remise de l'équilibre auquel on est arrivé.

Là encore, le modèle de Wilson illustre bien ce type de déviance. Il a été créé au moment où l'organisation scientifique du travail était en plein essor et permettait une production de masse peu diversifiée; l'attention des ingénieurs était alors attirée sur la diminution des temps de



*Le juste-à-temps ne constitue pas
nécessairement le système de contrôle
de la production le plus adapté
pour faire face aux incertitudes.*

production unitaire et fort peu sur celle des temps de lancement puisque l'importance de la production permettait de répartir des temps de lancement sur des séries longues qui pouvaient être écoulées rapidement. La quantité économique de commande calculée par le modèle conduisait à des séries longues, ce qui conduisait les ingénieurs à justifier l'arbitrage de la répartition de leurs efforts entre temps de lancement et temps unitaire même si les conditions initiales (production de masse peu diversifiée) n'étaient plus vérifiées... La figure 8 illustre ce raisonnement et la boucle contestable conduisant à l'effet pervers y est visualisée par un trait en pointillés.

Le modèle de Wilson utilise des paramètres dont le sens de variation souhaitable découle directement de l'analyse de la fonction économique retenue et il est évident que l'application de la formule de Wilson conduit à diminuer la taille des lots lorsque les temps de lancement diminuent. Cela dit, l'objet premier d'un modèle économique de gestion est la définition de variables de commande et non la modification de ses paramètres. En outre, tant que les temps de lancement ne seront pas nuls, le problème de la définition du lot se posera écono-

miquement; définir arbitrairement la taille d'un lot (par celle d'un conteneur, par exemple) ne peut être le fruit d'un comportement rationnel. On peut ajouter, pour continuer sur le thème des limites d'utilisation des modèles, que le système à flux tiré idéal avec une seule unité en stock à chaque étape du processus de fabrication repose sur un certain nombre d'hypothèses fortes : charge de travail équilibrée à chaque étape, absence de fluctuation de la demande, pas de défaillance de machines. Le non-respect de ces hypothèses implique qu'un niveau de stock tampon substantiel doit être maintenu à chaque étape d'un système à flux tiré; cela étant, le juste-à-temps ne constitue pas nécessairement le système de contrôle de la production le plus adapté pour faire face à ces sources d'incertitude¹⁹.

En définitive, il faut craindre autant les excès de logique incantatoire mal maîtrisés que les méfaits de modèles mal compris.

19. H. Grundwald, P. Strickwold et P. Weeda, « A Framework for Quantitative Comparison of Production Control Concepts », *Int. J. Prod. Res.*, vol. 27, n° 2, 1989.