

MAURICE HERMITTE

**Les problèmes technico-économiques de la gestion des
patrimoines immobiliers**

Journal de la société statistique de Paris, tome 94 (1953), p. 125-156

http://www.numdam.org/item?id=JSFS_1953__94__125_0

© Société de statistique de Paris, 1953, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Journal de la société statistique de Paris » (<http://publications-sfds.math.cnrs.fr/index.php/J-SFdS>) implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/conditions>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

VI

LES PROBLÈMES TECHNICO-ÉCONOMIQUES DE LA GESTION DES PATRIMOINES IMMOBILIERS

Utilisation des méthodes statistiques.

Applications.

Il y a une dizaine d'années (juillet-août 1943), la Société de Statistique de Paris donnait deux conférences sur des sujets qui deviennent aujourd'hui de la plus pressante actualité. L'une, du regretté président Edmond Michel concernant l'amortissement des propriétés bâties; l'autre, de M. Robert Hénon ayant pour objet l'amortissement du matériel industriel. En réalité ces deux auteurs traitaient d'un même problème sous des perspectives différentes : le premier avait surtout en vue l'estimation immobilière et ses applications à l'expertise comptable; les préoccupations du second avaient et ont toujours pour objet l'aspect scientifique de l'amortissement industriel et ses applications aux problèmes de gestion du matériel.

Or, depuis la publication de ces deux conférences, les problèmes de gestion technique ont pris une importance croissante devant la situation économique engendrée du fait de la dernière guerre et la nécessité correspondante d'étudier les prix de revient dans les moindres détails.

Dans cette conférence, nous nous proposons d'exposer comment se posent, dans l'état actuel des choses, les problèmes de gestion technique des patrimoines immobiliers et comment les méthodes statistiques contribuent à les résoudre. A cet égard, nous pensons qu'il est opportun de signaler les circonstances qui nous ont conduit à l'étude de ces problèmes.

En bref, il s'agissait de déterminer, aussi exactement que possible, les prévisions budgétaires de travaux d'entretien et de renouvellement concernant un domaine immobilier industriel dont la valeur, construction état neuf peut être estimée 20 milliards environ aux conditions actuelles. Or, à cet égard, les spécialistes de la documentation ne purent indiquer aucune référence intéressante. Nous avons donc abordé le problème général en tentant un essai de synthèse des résultats acquis au cours de notre expérience professionnelle. Le sujet est immense, aussi, nous bornerons-nous à signaler l'essentiel de ces acquisitions.

* *

Au départ, il faut utiliser des idées très générales. Car un bâtiment ou un domaine immobilier peut être envisagé à des points de vue très divers. En admettant que, dans la hiérarchie de ces points de vue s'impose la primauté de l'aspect technico-économique, il est nécessaire de définir, préalablement,

un ensemble de concepts aptes à penser adéquatement, sous cet aspect, les choses de l'économie immobilière.

Et d'abord, ces concepts de base doivent définir un *cadre des investigations*. Pour les besoins de la cause, on définit un cadre d'investigations à deux dimensions conceptuelles :

- niveau d'organisation;
- échelle d'observation.

Par *niveau d'organisation* il faut entendre une référence immobilière spécifiée pouvant, quantitativement, se manifester en mode distinctif. Cette référence peut porter sur une partie de bâtiment (pour une spécialité donnée), sur un bâtiment individuel (comprenant plusieurs spécialités), un domaine immobilier particulier, un domaine municipal, départemental, national, etc...

Par *échelle d'observation* on convient d'entendre une référence de l'ordre temporel susceptible de définir, dans cet ordre, telles caractéristiques technico-économiques d'une partie de construction, d'une construction ou d'un domaine immobilier. On peut appréhender des échelles d'observation d'ordres de grandeur très différents. Par exemple, le gros-œuvre d'une construction en pierre de taille peut durer mille ans; pour l'Électricité de France, la durée des usines est généralement évaluée à trente ans; mais une peinture mal exposée peut être disqualifiée après quelques années d'usage.

En résumé, l'opération préjudicielle qui fixe le sens d'une étude technico-économique immobilière réside dans la détermination des éléments d'un cadre des investigations suivant les deux dimensions conceptuelles précitées :

— *Niveau d'organisation*, se référant à une spécification immobilière donnée laquelle peut caractériser : soit des « types de bâtiments » (bâtiments d'habitation, d'administration, constructions industrielles, etc...), soit des domaines complexes comprenant des bâtiments de « types » différents. Il est estimé en unités monétaires de frais de construction (valeur-construction état neuf à une époque donnée).

— *Échelle d'observation*, se référant à une spécification technico-économique donnée et s'exprimant en unités temporelles judicieusement choisies. A cet endroit, il est souvent commode de choisir l'année comme unité de temps.

*
* *

Étude technico-économique d'un domaine immobilier dans le cadre d'un niveau d'organisation et d'une échelle d'observation données.

CARACTÉRISATIONS SUCCESSIVES DE LA NOTION DE VALEUR

En matière immobilière, l'idée de valeur n'apporte aucune novation ni dérogation aux notions classiques exposées dans l'enseignement de la science économique. Toutefois, devant la diversité des raisons pratiques qui motivent l'intervention des experts, ceux-ci ont cru devoir introduire des subtilités dans leur vocabulaire; d'où une cinquantaine de termes distincts susceptibles de figurer dans les rapports d'expertise pour caractériser l'idée de valeur. L'utilisation de ces termes est légitime, chacun dans son ordre respectif, mais, du point de vue scientifique, on doit observer que, seuls, les termes fonda-

mentaux peuvent faire l'objet de définitions mathématiques; tandis que les termes dérivés des premiers se rapportent à des notions sentimentales et mouvantes qu'il est impossible de traiter par les méthodes analytiques habituelles.

Les caractéristiques fondamentales de la notion de valeur peuvent, en matière immobilière, se définir comme suit :

1^o La référence de base étant un *cadre des investigations* défini par :

— un *niveau d'organisation* spécifié de valeur, construction état neuf : S_0 ;

— une *échelle d'observation*, déterminant, sous un aspect technico-économique donné, la limite des perspectives d'avenir, il est possible de dégager successivement les définitions ci-après de la *valeur intrinsèque* et de la *valeur d'usage*.

2^o Du point de vue purement physique, l'observation montre qu'un système immobilier dégénère avec le temps. La nécessité de traduire cette dégénérescence physique en langage économique oblige à utiliser certaines conventions intellectuelles qu'il est possible de justifier, tant par des considérations théoriques que par des vérifications observables. Ces conventions peuvent se résumer ainsi :

Pour toute époque : t , comptée à partir de la date de construction, il est possible de définir une *valeur intrinsèque de la construction* : S qui caractérise la valeur de cette construction en tant que telle, indépendamment de toute considération d'usage ou de cession.

D'une façon générale, l'expression analytique de la valeur intrinsèque est :

$$S = S_0 (1 - j)$$

j , étant le coefficient de dépréciation de valeur intrinsèque.

Ce coefficient de dépréciation de valeur intrinsèque est, en général, une fonction continue de la variable temporelle : t , admettant des dérivées première et seconde, dans les conditions ordinaires de gestion technique.

Ceci posé, on convient de définir l'*entretien normal*, du système immobilier considéré, comme l'ensemble des dispositions technico-économiques en vertu desquelles la relation :

$$\frac{d^2 j}{dt^2} = 0$$

est satisfaite.

La notion de valeur intrinsèque est fondamentale dans l'étude des problèmes concernant la gestion technique des patrimoines immobiliers d'importance.

3^o Du point de vue de l'utilisation du patrimoine immobilier considéré, et par analogie avec ce qui précède, on peut définir une *valeur d'usage de construction* : U , telle que

$$\begin{aligned} U &= S (1 - u) \\ &= S_0 (1 - j) (1 - u) \end{aligned}$$

u , étant le coefficient de dépréciation de valeur d'usage.

Ce coefficient de dépréciation de valeur d'usage peut faire l'objet de définition analytique compte tenu des prémisses admises concernant l'exploita-

tion de la construction. A titre d'exemple, on peut admettre, dans certains cas, le système de prémisses suivant :

— à l'origine ($t = 0$) la valeur d'usage s'identifie à la valeur intrinsèque (c'est-à-dire, dans ce cas particulier, à la valeur construction état neuf : S_0);

— à l'expiration d'une durée d'usage : $D(U)$, déterminée par les conditions du problème, la valeur d'usage : U prend une certaine valeur : U_1 fixée à l'estime. Au reste, cette valeur résiduelle peut être fixée à zéro si, comme le cas fréquent, la valeur des frais de démolition de la construction compense celle des matériaux récupérés;

— enfin, pour simplifier le calcul, on peut admettre qu'entre l'origine et l'expiration de la durée d'usage le coefficient de dépréciation de valeur d'usage varie de façon linéaire.

Ce système de prémisses, indiqué à titre d'exemple, peut faire l'objet de variantes en nombre indéfini. De toutes manières, la notion de valeur d'usage ainsi caractérisée est le fondement de toutes les caractérisations successives dont elle peut faire l'objet, alors même que viennent s'y introduire des éléments irrationnels.

PRINCIPES TECHNICO-ÉCONOMIQUES CONCERNANT L'ENTRETIEN NORMAL

Conformément à la définition précitée de l'entretien normal :

$$\frac{d^2 j}{dt^2} = 0$$

on en déduit :

$$\frac{dj}{dt} = \frac{1}{D(A)}$$

La constante $D(A)$ caractérise la durée de vie technique du système immobilier considéré. En réalité la durée de vie d'une construction ou d'une partie de construction est une notion assez confuse pouvant être envisagée à des points de vue très divers. Quoi qu'il en soit, cette notion de durée de vie $D(A)$ est nécessaire pour les besoins d'une théorie de la valeur intrinsèque ainsi que pour ceux de l'établissement des programmes d'opérations d'entretien. Au reste, l'expérience consacre la validité de ce point de vue.

Une seconde intégration de la relation initiale donne :

$$j = \frac{t - t_0}{D(A)}$$

Limitée au cas de l'entretien normal, l'expression :

$$j = \frac{t - t_0}{D(A)} = v$$

définit le *coefficient de vétusté* : v du système considéré. C'est la mesure de la dépréciation réelle, tangible, irrémédiable, de la valeur intrinsèque de la construction qui résulte naturellement de l'œuvre du temps (dépréciation incurable s'oppo-

sant à la notion de dépréciation curable concernant le défaut d'entretien qui sera examiné ultérieurement).

CARACTÉRISTIQUES TECHNICO-ÉCONOMIQUES DE L'ENTRETIEN NORMAL

Dans les bornes d'un cadre d'investigations donné, l'expérience et l'observation montrent que la suite des opérations d'entretien normal exécutées suivant les règles de l'Art correspondent à un engagement de dépenses annuelles sensiblement constant, sauf aux voisinages des limites (cas d'une construction neuve ou celui d'une construction ruinée).

La détermination de cette annuité constante est une opération double suivant laquelle on cumule deux annuités partielles :

- a) annuité d'entretien normal *en conservation* ;
- b) annuité d'entretien normal *en exploitation*.

La première de ces annuités est exclusivement une question de technique des bâtiments, la seconde fait intervenir les conditions très variables dans lesquelles le bâtiment est exploité. Ces deux annuités sont exprimées en *pour cent* de la valeur construction état neuf. Toute amélioration de la technique des opérations d'entretien se traduit par une diminution du montant de ce pourcentage.

Dans le cas où les conditions technico-économiques de l'entretien normal sont respectées, l'annuité d'entretien d'un système immobilier complexe (comprenant plusieurs spécialités) est la somme des annuités d'entretien normal relatives à chacun des constituants, dans les fonctions respectives qu'ils assument dans l'ensemble du système. Mais cette règle d'additivité cesse d'être valable si les conditions d'entretien normal ne sont plus respectées.

Enfin, la nature spécifique des opérations d'entretien des bâtiments implique une certaine incertitude dans la détermination des annuités prévisionnelles calculées suivant les règles de l'Art. Or, étant donné que cette incertitude est la conséquence d'un grand nombre de causes relativement petites et indépendantes les unes des autres, on peut admettre que la fluctuation des dépenses réelles autour de leurs valeurs moyennes prévisionnelles obéit à la loi de Gauss.

GÉNÉRALISATION DE LA NOTION DE VALEUR INTRINSÈQUE NOTION D'ÉTAT D'ENTRETIEN

Dans le cas général, les conditions d'entretien normal peuvent ne pas être satisfaites. On admet alors que la valeur globale du coefficient de dépréciation de valeur intrinsèque : j obéit à une loi de la forme :

$$j = j_1 + j_2 + j_3 \dots j_n$$

qui exprime que cette valeur globale du coefficient : j est la somme des valeurs respectives de coefficients de dépréciation de valeur intrinsèque partiels : $j_1, j_2, j_3 \dots j_n$, ressortissant à des causes qui sont censées agir indépendamment les unes des autres.

Cette indépendance admise, on peut écrire un système de n équations différentielles du second ordre telles que :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 j_1}{dt^2} &= f_1(t) \\ \frac{d^2 j_2}{dt^2} &= f_2(t) \\ &\dots\dots\dots \\ \frac{d^2 j_n}{dt^2} &= f_n(t) \end{aligned}$$

qui définissent, chacune, une accélération de la dépréciation de valeur intrinsèque avec le temps due à une cause *agissant indépendamment* dans son ordre.

Chacune de ces équations différentielles admet une solution intégrale de la forme :

$$\begin{aligned} j_1 &= F_1(t, k_1, k'_1) \\ j_2 &= F_2(t, k_2, k'_2) \\ &\dots\dots\dots \\ j_n &= F_n(t, k_n, k'_n) \end{aligned}$$

d'où l'expression globale de j :

$$j = \Sigma j_i = \Sigma F_i(t, k_i, k'_i)$$

dont le second membre renferme $2n$ constantes arbitraires.

On peut appliquer ces considérations générales au cas d'un système immobilier dont la dépréciation globale est la somme de trois dépréciations élémentaires, telles que :

$$j = j_1 + j_2 + j_3$$

définies comme suit :

j_1 : dépréciation de vétusté normale (cas de l'entretien normal);

j_2 : dépréciation due à un défaut d'entretien accidentel;

$$j_2(t_0) = \delta(t_0)$$

non corrigé par une intervention adéquate;

j_3 : dépréciation due à une réduction à m % des annuités d'entretien normal (entretien différé).

1° Dépréciation de vétusté normale :

Conformément aux conventions déjà admises :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 j_1}{dt^2} &= 0 \\ \frac{dj_1}{dt} &= \frac{1}{D(A)} \\ j_1 &= \frac{t - t_0}{D(A)} \end{aligned}$$

2° Dépréciation due à un défaut d'entretien accidentel non corrigé.

On admet dans ce cas que l'accélération de la dépréciation : $\frac{d^2 j_2}{dt^2}$ est proportionnelle à la valeur de cette dépréciation : j_2

$$\frac{d^2 j_2}{dt^2} = k^2 j_2$$

équation différentielle du second ordre qui a comme intégrale générale :

$$j_2 = A e^{kt} + B e^{-kt}$$

Dans le cas général, on peut admettre que, au moment : t'_0 de l'introduction du défaut d'entretien accidentel : $\delta(t'_0)$, la dérivée première : $\frac{dj_2}{dt}$ est nulle, d'où la condition double :

$$\begin{aligned} \frac{dj_2}{dt} &= \frac{1}{k} (A e^{kt'_0} - B e^{-kt'_0}) = 0 \\ \delta(t'_0) &= A e^{kt'_0} + B e^{-kt'_0}. \end{aligned}$$

On en déduit successivement :

$$\begin{aligned} B &= A \frac{e^{kt'_0}}{e^{-kt'_0}} \\ \delta(t'_0) &= 2 A e^{kt'_0} \quad \text{d'où} \quad A = \frac{\delta(t'_0)}{2 e^{kt'_0}} \\ B &= \frac{\delta(t'_0)}{2 e^{-kt'_0}} \end{aligned}$$

et enfin :

$$\begin{aligned} j_2 &= \frac{\delta(t'_0)}{2} (e^{k(t-t'_0)} + e^{-k(t-t'_0)}) \\ &= \delta(t'_0) \operatorname{ch} k(t-t'_0). \end{aligned}$$

3° Dépréciation due à une réduction à $m\%$ des annuités d'entretien normal.

On admet ici que l'accélération : $\frac{d^2 j_2}{dt^2}$ de la dépréciation : j_2 due à la réduction : $(1-m)\%$ des annuités d'entretien normal est proportionnelle à ce taux de réduction :

$$\frac{d^2 j_2}{dt^2} = 2 \mu (1-m)$$

2μ étant une constante déterminée par l'expérience, m est un taux de réduction, compris entre 0 et 1, pouvant être une fonction du temps :

$$m(t) = \psi(t)$$

développable en série suivant les puissances croissantes de t . D'où la fonction intégrale : $j_2(t)$, obtenue par deux quadratures successives.

Dans le cas particulier où m conserve une valeur sensiblement constante entre deux époques : t''_0 et t , on obtient donc :

$$\begin{aligned} \frac{dj_2}{dt} &= 2 \mu (1-m) t + \alpha \\ j_2 &= \mu (1-m) t^2 + \alpha t + \beta \end{aligned}$$

En admettant que pour $t = t''_o$ on a :

$$\frac{dj_s}{dt} = 0 \text{ et } j_s = 0$$

on obtient en définitive :

$$j_s = \mu (1 - m) (t - t''_o)^2$$

Remarque. — Conformément à ce qui précède, l'expression générale de la dépréciation d'une construction peut donc s'écrire :

$$j = \frac{t - t_o}{D(A)} + \delta (t'_o) \operatorname{ch} k (t - t'_o) + \mu (1 - m) (t - t''_o)^2$$

expression dans laquelle :

t_o est l'époque-origine de la construction;

t'_o est l'époque-origine d'un défaut d'entretien $\delta (t'_o)$ non corrigé;

t''_o est l'époque-origine d'une moins-value $(1 - m) \%$ des annuités d'entretien normal (en conservation et en exploitation).

Dans les applications pratiques, on peut remplacer par les deux premiers termes de son développement en série la transcendante : $\operatorname{ch} k (t - t'_o)$

$$\operatorname{ch} k (t - t'_o) = 1 + \frac{k^2 (t - t'_o)^2}{2} + \dots$$

Par ailleurs, la valeur de k^2 se déduit aisément de celle de μ . En effet, on peut logiquement assimiler la croissance d'un défaut d'entretien non corrigé à celle de la dépréciation d'une construction non entretenue, c'est-à-dire où la moins-value des annuités d'entretien normal est égale à 100 %, ou, en d'autres termes $m \% = 0$.

On en déduit :

$$\delta (t'_o) \left(1 + \frac{k^2 (t - t'_o)^2}{2} \right) = \mu (t - t''_o)^2$$

et, par deux dérivations successives par rapport à t :

$$\delta (t'_o) k^2 = 2 \mu$$

$$\text{d'où } k^2 = \frac{2 \mu}{\delta (t'_o)}$$

L'expression générale de la dépréciation d'une construction devient donc :

$$j = \frac{t - t_o}{D(A)} + \delta (t'_o) + \mu [(t - t'_o)^2 + (1 - m) (t - t''_o)^2]$$

Conformément aux notations adoptées précédemment :

$$v = j_1 = \frac{t - t_o}{D(A)}$$

et :

$$\delta = j_2 + j_3 = \delta (t'_o) + \mu [(t - t'_o)^2 + (1 - m) (t - t''_o)^2]$$

t_o, t'_o, t''_o conservent les significations précitées.

Ces résultats sont valables pour tout système immobilier de type : T pour

lequel il a été déterminé le coefficient expérimental : μ . Des exemples d'application seront donnés ultérieurement.

La valeur du coefficient de dépréciation due à l'état d'entretien : δ correspond, en pratique, au montant du devis des réparations à effectuer pour remettre la construction (ou la partie de construction) en état d'entretien normal, étant entendu que ce montant se réfère à l'unité de construction, c'est-à-dire à un bâtiment (ou une partie de bâtiment) dont les frais de construction état neuf sont d'un montant égal à l'unité monétaire adoptée.

Soit donc, pour chaque spécialité : a

$\Delta (a)$: le montant du devis des travaux de remise en état,

$S_o (a)$: le montant des frais de construction (état neuf) des parties de bâtiments correspondantes.

On a :

$$\delta (a) = \frac{\Delta (a)}{S_o (a)}$$

Et, pour l'ensemble du système immobilier, (bâtiment ou domaine immobilier) on définit la valeur globale du coefficient de dépréciation de valeur intrinsèque, concernant le défaut d'entretien, suivant l'expression pondérée :

$$\delta = \frac{\sum_1^n S_o (a) \delta (a)}{\sum_1^n S_o (a)} = \frac{\sum_1^n \Delta (a)}{\sum_1^n S_o (a)}$$

* * *

PROBLÈME DE L'ENTRETIEN DIFFÉRÉ

ORGANISATION ÉCONOMIQUE DES OPÉRATIONS DE GESTION TECHNIQUE

Le problème de l'entretien différé se pose comme suit : Étant donné un système immobilier pour lequel les conditions d'entretien normal correspondent à une annuité moyenne prévisionnelle C % de la valeur-construction état neuf, quelle est l'incidence économique d'une réduction à m % de cette annuité pour une période entre t''_o et t .

On peut résoudre ce problème compte tenu de diverses hypothèses. Pour donner une idée des résultats obtenus on examine ci-après une variante simple (ne portant que sur une spécialité unique) suivant laquelle la réduction à m % est constante au cours de la période considérée. Enfin et en première approximation, il n'est pas tenu compte de l'intérêt de l'argent. Dans ces conditions, toute réduction à m % des annuités d'entretien normal entre les époques t''_o et t entraîne, par unité de bâtiment :

1° Une économie des dépenses d'entretien normal :

$$y_1 = (1 - m) C (t - t''_o)$$

2° Une moins-value de valeur intrinsèque :

$$y_2 = J_s = \mu (1 - m) (t - t''_o)^{\mu}$$

Le budget : $\beta_{a,a}$ de l'opération est donc :

$$\beta_{a,a} = y_1 - y_2 = (1 - m) (t - t''_o) [C - \mu (t - t''_o)].$$

Cette fonction, nulle pour : $t = t''_o$ et $t - t''_o = \frac{C}{\mu}$ passe par un maximum pour une valeur de $t = t''_o$ définie par la relation :

$$\frac{d \beta_{a,a}}{dt} = (1 - m) [C - 2 \mu (t - t''_o)] = 0$$

c'est-à-dire pour :

$$t - t''_o = \frac{C}{2 \mu} = t_r.$$

L'expression du bénéfice relatif : $\beta_{a,r}$ par rapport au montant intégral des dépenses d'entretien normal est :

$$\beta_{a,r} = \frac{\beta_{a,a}}{C (t - t''_o)} = (1 - m) \left[1 - \frac{\mu}{C} (t - t''_o) \right].$$

Cette fonction linéaire décroît régulièrement de la valeur : $1 - m$ (époque origine : $t = t''_o$) à la valeur zéro (époque : $t - t''_o = \frac{C}{\mu} = 2 t_r$).

Pour l'époque de bénéfice absolu maximum, soit : $t - t''_o = \frac{C}{2 \mu}$, le bénéfice relatif est :

$$\beta_{a,r} = (1 - m) \frac{1}{2}.$$

Enfin, si $m = 0$ (entretien théoriquement nul durant $\frac{C}{2 \mu}$ années), la valeur du bénéfice relatif devient :

$$\beta_{a,r} = \frac{1}{2} = 50 \text{ \%}.$$

En réalité, il est impossible de différer la totalité des travaux d'entretien normal pendant plusieurs années pour des raisons d'opportunité, de sécurité ou de conformité aux prescriptions légales. Quoi qu'il en soit, le calcul ci-dessus montre qu'il est possible de réaliser d'appréciables économies par utilisation rationnelle de l'entretien différé. Dans cet ordre d'idées, le bénéfice relatif peut atteindre de 20 à 30 % du budget d'entretien normal. On peut encore améliorer ce pourcentage par une planification adéquate dans le cadre de la technique des travaux.

On peut encore remarquer que l'expression de la durée économique :

$$t_r = \frac{C}{2 \mu}$$

à la signification d'une constante de temps telle qu'elle apparaît dans différentes théories physiques, notamment dans la théorie des oscillations de relaxation. Il serait facile de montrer que la période : $\frac{C}{2 \mu}$ possède toutes les propriétés générales des mouvements de relaxation, en particulier les possibilités

de synchronisation avec toute manifestation technico-économique périodique qui lui est extérieure. Cette remarque permet de concevoir la grande souplesse avec laquelle il est possible de planifier les opérations de gestion technique d'un patrimoine immobilier.

EXPRESSION DU BÉNÉFICE RELATIF : β_{dr}
 PAR RAPPORT AU MONTANT TOTAL DES DÉPENSES DE GESTION TECHNIQUE
 ENTRE LES ÉPOQUES : t''_0 et t .

Ce calcul fait intervenir la fonction des dépenses totales de gestion technique : $D(t)$ entre les époques sus-visées. En principe, ces dépenses se discriminent en :

- Dépenses fixes d'établissement;
- Dépenses d'entretien proportionnelles au temps;
- Dépenses de renouvellement non proportionnelles au temps.

Les diverses hypothèses que l'on peut avancer à cet égard seront discutées ultérieurement. Quoi qu'il en soit, la valeur du bénéfice relatif : β_a , par rapport au montant total des dépenses de gestion entre : t''_0 et t , a pour expression générale :

$$\beta_{dr} = \frac{\beta_a a}{D(t) - D(t''_0)}$$

la valeur optimum de β_{dr} est déterminée par la relation :

$$\frac{d \beta_{dr}}{dt} = 0$$

la valeur correspondante de t est, en général, différente de la valeur de t , déjà calculée. Il faut observer que les restrictions relatives à la technique des travaux ne permettent pas toujours en pratique de satisfaire à cette relation de maximation.

ASPECTS ÉCONOMIQUES DES OPÉRATIONS DE GESTION TECHNIQUE

a) *Opérations ne concernant qu'une seule spécialité.*

À la base, il convient d'invoquer la notion générale de « Cycle de manifestation immobilière ». Ce cycle, définissant un cadre d'investigations, peut être envisagé sous des aspects différents. En ne retenant que l'aspect technico-économique de cette notion, appliquée au cas élémentaire d'une spécialité : a , il est possible de l'illustrer par l'établissement d'un graphique bi-dimensionnel : y, t qui représente la variation des dépenses cumulées de gestion technique : y , en fonction du temps : t . Pour chaque cycle de manifestation immobilière, ce graphique fait normalement apparaître deux phases :

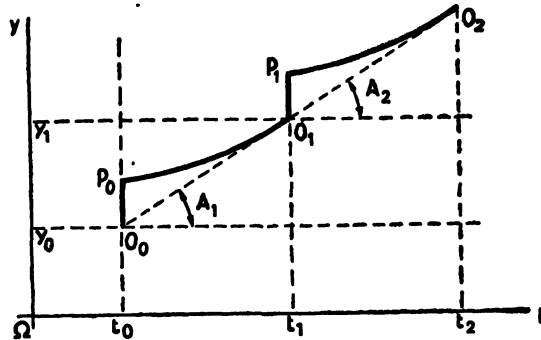
- une première phase, *involutionne*, qui caractérise un niveau d'organisation : O, P_0 ;
- une seconde phase, *évolutive*, qui caractérise la croissance du montant des dépenses cumulées de gestion à l'échelle d'observation :

$$t - t_0.$$

Ce cycle de manifestation se déroule donc sur le graphique représentatif entre les points : $O_0 (t_0, y_0)$, (origine du cycle) et $O_1 (t_1, y_1)$, (fin du cycle). Le rapport :

$$A_1 = \frac{y_1 - y_0}{t_1 - t_0}$$

caractérise, en première approximation, la valeur moyenne des annuités de gestion technique rapportée à la durée totale du cycle. En seconde approxi-



mation, il y aurait lieu de faire intervenir le taux d'intérêt de l'argent suivant les méthodes classiques d'actualisation.

Il est très important de faire remarquer que la notion générale de cycle de manifestation immobilière n'en reste pas moins une notion très relative. Un cycle donné peut être compris dans un cycle plus général défini par un cadre d'investigations plus étendu; inversement, il peut intégrer un nombre considérable de cycles définis par des cadres d'investigations plus restreints. C'est faute d'avoir appréhendé cette idée de relativité que les techniciens du bâtiment et de la comptabilité ont perpétré des confusions de terminologie regrettables. Dans la mesure où il est possible de mettre un peu d'ordre dans le vocabulaire existant, on peut avancer les propositions suivantes dans lesquelles il est utilisé — à défaut de termes plus adéquats — le jargon de la technique des travaux et de la comptabilité.

En pratique :

— la phase *involutive* d'un cycle de manifestation immobilière correspond à des dépenses d'établissement, de gros entretien ou de renouvellement.

— la phase *évolutive* d'un cycle de manifestation immobilière correspond en principe à des dépenses de petit entretien, mais, en réalité, elles comprennent toujours, à un taux plus ou moins élevé, des dépenses de renouvellement. Sur ce point les relevés statistiques sont formels.

Pour bien marquer à cet égard l'importance des questions de vocabulaire, nous ne pouvons mieux faire que de citer un passage d'une conférence récente prononcée par M. Bertrand de Jouvenel devant la Société d'Économie Politique.

« Je ne parlerai pas non plus, dit-il, et je m'en excuse auprès des savants ici réunis, le langage propre à notre science économique. Il a successivement incorporé des termes forgés par des auteurs dont les visions fondamentales

étaient différentes, et c'est mon expérience personnelle que la juxtaposition de certains termes implique l'acceptation inconsciente de postulats inconciliables. Nous ne remontons jamais assez à ces données fondamentales. »

Le problème technico-économique du cycle de manifestation immobilière ne concernant qu'une seule spécialité est analogue à celui qui a été traité par M. R. Hénon dans ses mémoires sur la gestion du matériel (Société de Statistique de Paris, 1943, Cahier du Séminaire d'Économétrie du C. N. R. S., 1951). Les résultats exposés par l'auteur sont exactement transposables au cas de la construction, seules, les modalités d'application diffèrent.

On recherche d'abord les conditions de rentabilité maximum. Dans l'état actuel des choses, cette recherche revient pratiquement à déterminer les conditions du minimum de charges techniques durant toute la durée du cycle de manifestation immobilière. Cette détermination peut s'effectuer à partir d'un tracé simple sur la représentation géométrique du cycle. Il consiste à tracer une ligne droite passant par l'origine et tangente à la courbe évolutive de ce cycle. Le coefficient angulaire de cette ligne droite indique le minimum d'annuité de gestion technique et le point de tangence, la durée économique correspondante. Cette méthode fait l'objet de variantes intéressantes. A cet égard nous renvoyons le lecteur aux mémoires de M. R. Hénon.

Les modalités d'application de cette méthode aux questions d'économie immobilière, particulièrement celles concernant les prévisions budgétaires, oblige à préciser la forme de la courbe évolutive du cycle. Cette forme est toujours un cas d'espèce. La théorie peut souvent aider à en exprimer l'allure, mais, seuls, les résultats d'observation sur des systèmes existants permettent de dégager les valeurs numériques des coefficients contenus dans les formes analytiques.

Dans cet esprit et à titre d'exemple, nous exposerons les résultats que nous avons obtenus par interprétation de la statistique des travaux de renouvellement de gros-œuvre (serrurerie) concernant une certaine catégorie d'édicules exploités par la R. T. A. P. sur la voie publique, à l'intention des voyageurs qui attendent l'autobus. Ces travaux de renouvellement (partiel et total) portent sur le gros-œuvre d'abris en fer et vitres de 3 m 50 × 1 m 50 et s'étendent sur la période trentenaire 1921-1951. L'intérêt de l'exemple réside dans ce qu'il constitue, à l'échelle d'observation adoptée, un cas pratique de renouvellement en mode continu.

Les résultats statistiques ont été traduits en courbes (graphiques I et I bis) et interprétés suivant les conventions ci-après :

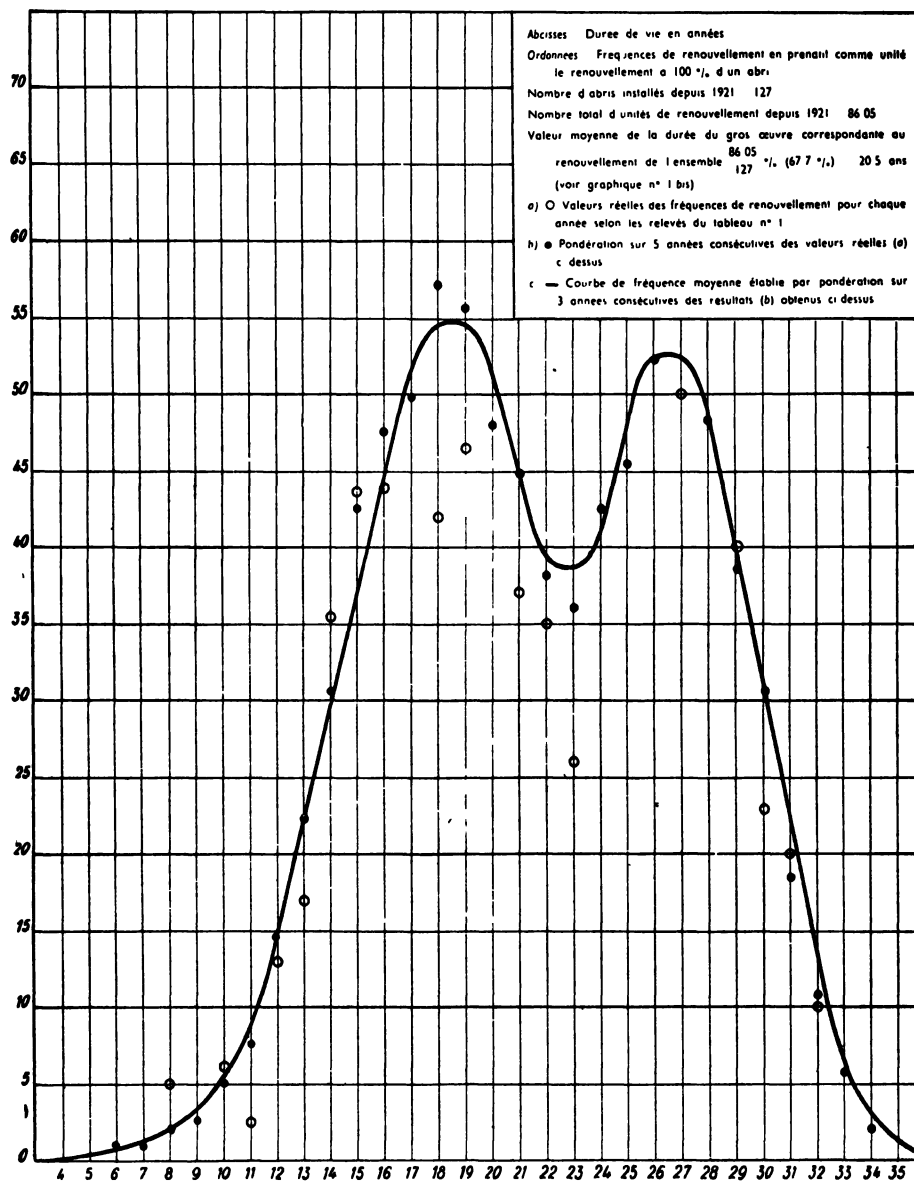
Le niveau d'organisation adopté est le domaine immobilier considéré. Il comprend 127 édicules. L'unité de valeur-construction état neuf est celle d'un édicule.

L'échelle d'observation est l'intervalle de temps durant lequel les renseignements statistiques ont été obtenus (1921-1951).

Le graphique I indique les fréquences de renouvellement en fonction de la durée. C'est-à-dire que, pour tous les édicules ayant nécessité un renouvellement (partiel ou total) de gros-œuvre après t années de service, on porte, en ordonnées, la sommation des unités de renouvellement correspondant à chacun de ces édicules,

DÉPENSES DE RENOUVELLEMENT A L'IDENTIQUE DU GROS ŒUVRE
DES ABRIS EN FER ET VITRES. TYPE PARIS (3,50 × 1,50)

Courbes de fréquences des opérations depuis 1921.

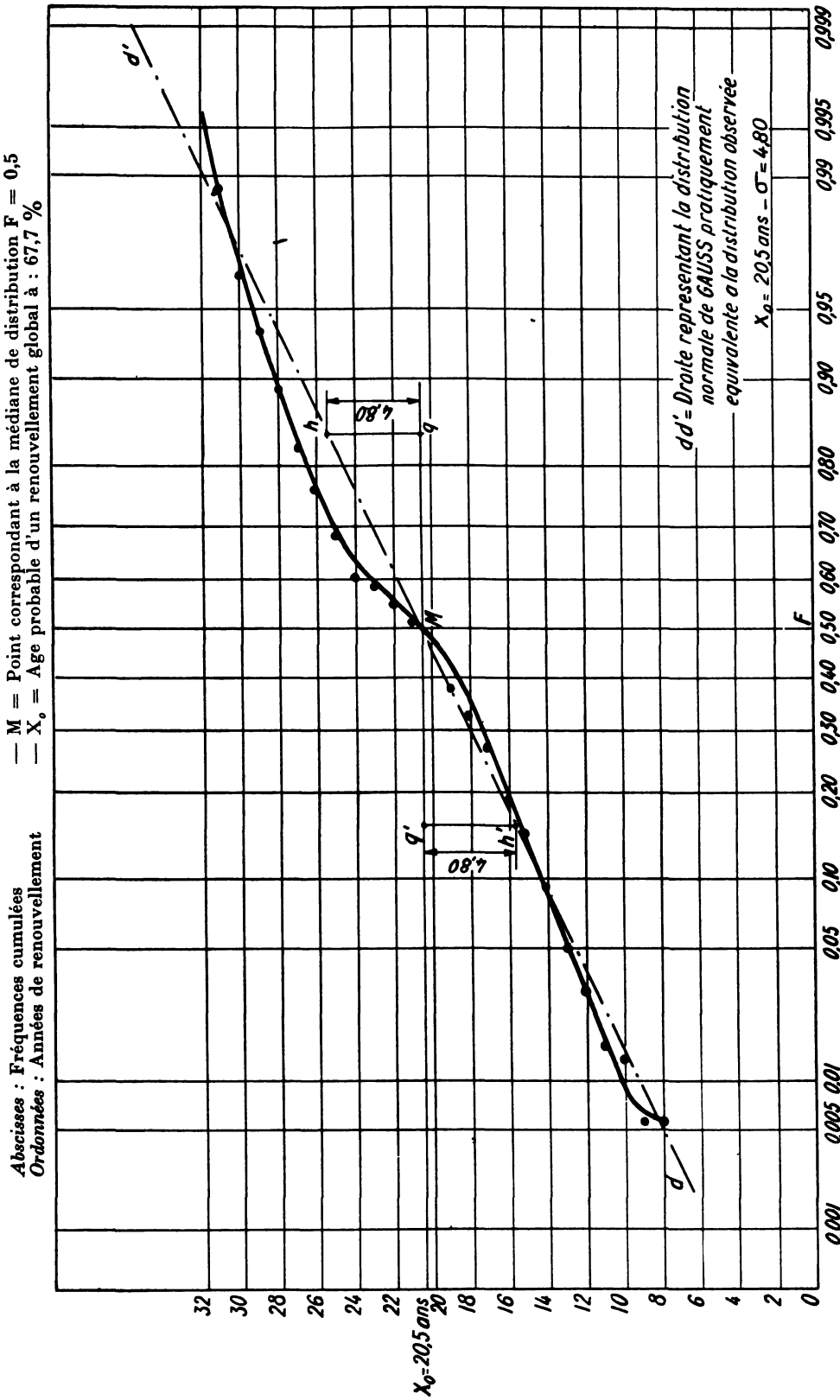


Graphique I.

Le graphique I bis est une transformation du graphique précédent de manière à pouvoir comparer la distribution observée avec une distribution normale.

L'allure des courbes tracées est fortement affectée du fait de la situation

DÉPENSES DE RENOUVELLEMENT A L'IDENTIQUE DU GROS ŒUVRE DES ABRIS EN FER ET EN VITRES. TYPE PARIS (3,50 X 1,50).
Traduction graphique des fréquences cumulées établies suivant la courbe du graphique n° I.



Graphique I bis.

engendrée par la dernière guerre. L'interprétation doit en tenir compte. Quoi qu'il en soit, on peut en inférer les résultats ci-après :

En postulant d'une fonction continue de dépenses cumulées :

$$y = a + b t + c t^2 + d t^3 + \dots$$

l'interprétation analytique des résultats d'observation conduit à l'expression numérique :

$$y = 1 - 1,68 t + 0,243 t^2$$

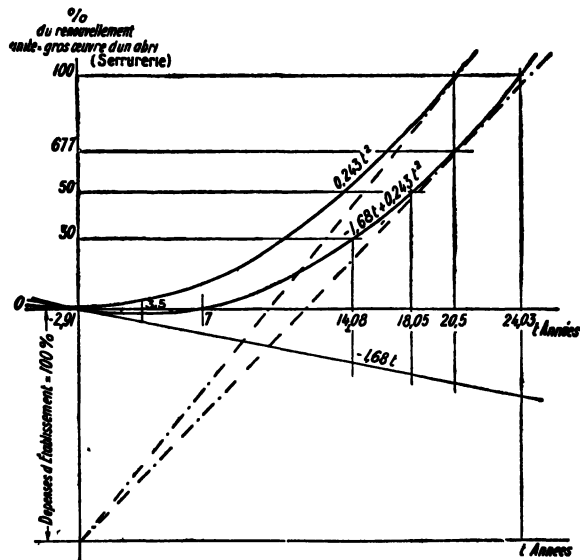
les termes du troisième degré et au-delà étant pratiquement négligeables dans les limites de l'échelle d'observation adoptée.

D'où, tous calculs faits, pour l'ensemble du niveau d'organisation, une durée de renouvellement à 100 % de vingt-quatre ans environ.

Nous avons opéré de la même façon pour un domaine immobilier d'édi-

ABRIS FER ET VITRES R. A. T. P. 3,50 × 1,50

Fonction moyenne de renouvellement suivant interprétation des résultats statistiques observés.



Graphique II.

cules en bois. L'interprétation analytique des résultats d'observation conduit à l'expression numérique :

$$y = 1 + 1,1t + 0,0239 t^2.$$

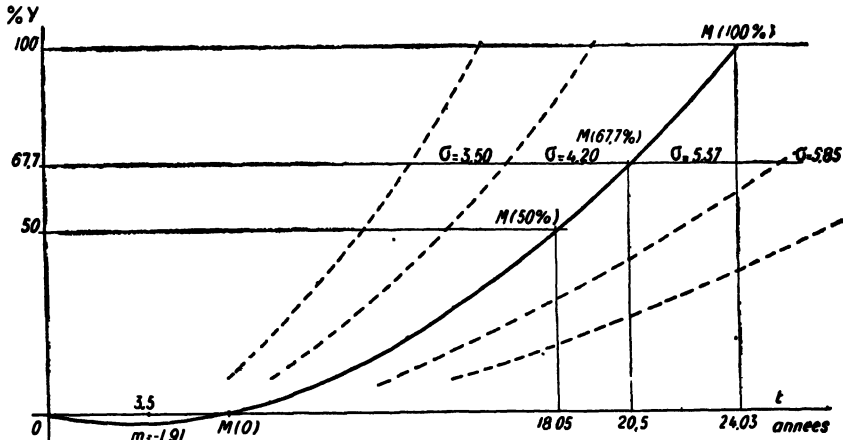
D'où, tous calculs faits, une durée de renouvellement à 100 % de : quarante-six ans environ.

Considérant l'opportunité de limiter l'expression analytique de la courbe évolutive à une fonction du second degré, au moins dans le cas particulier envisagé, on peut l'étudier par application des propriétés géométriques de la

parabole. On en déduit aisément que les conditions de gestion optimum impliquent l'égalité des montants de dépenses se rapportant, d'une part, à la phase involutive et d'autre part, à la phase évolutive. Dans la terminologie des travaux d'entretien des bâtiments cette égalité se traduit par celles des annuités de gros entretien et de petit entretien.

ABRIS FER ET VITRES (3,50 × 1,50)

Fonction moyenne de renouvellement y
suivant les résultats statistiques observés tableau I.



Graphique III.

A cet endroit, il convient de signaler que les considérations théoriques exposées ci-dessus ne font pas intervenir certains phénomènes qui se présentent parfois dans la technique des travaux. En effet, il existe des matériaux qui se disqualifient naturellement avant l'époque théorique de gestion optimum, même s'ils font l'objet d'un entretien soigné. Tel est le cas général des peintures. L'optimum de gestion se détermine alors en cherchant expérimentalement les conditions qui se rapprochent le plus possible de l'optimum théorique.

Deux remarques s'imposent encore :

1° Les paraboles qui définissent la courbe évolutive du cycle, suivant la méthode exposée, représentent, en réalité, des valeurs moyennes autour desquelles il faut admettre l'existence d'une certaine fluctuation. Mais la détermination des éléments de cette fluctuation à partir des éléments d'observation n'a de sens que si elle fait appel à des grandeurs aléatoires susceptibles d'une interprétation rationnelle. Ce n'est pas toujours le cas.

2° La présence simultanée de termes du premier et du second degré dans l'expression de la fonction expérimentale : y indique que la statistique des opérations de renouvellement du gros-œuvre des édifices contient certains éléments concernant les opérations d'entretien normal. Ce fait est dû à la difficulté pratique de discriminer, sur les chantiers en question, la part du renouvellement et celle de l'entretien. Il est intéressant de pouvoir opérer cette discrimination par la méthode analytique.

b) *Opérations comprenant plusieurs spécialités.*

Soit un système immobilier comprenant n spécialités : $a, b, c \dots n$. Au cours de la durée de vie de ce système, chacune de ces spécialités correspond à un ou plusieurs cycles de manifestation immobilière se déroulant avec le temps.

Pour chacune de ces spécialités, on définit les niveaux d'organisation :

$$S_o(a), \quad S_o(b), \quad S_o(c) \dots S_o(n)$$

ainsi que les durées de vie optimum :

$$t_m(a), \quad t_m(b), \quad t_m(c) \dots t_m(n)$$

qui fixent, dans les conditions de l'optimum économique, les annuités moyennes de gestion technique :

$$A(a), \quad A(b), \quad A(c) \dots A(n).$$

Dans l'étude des opérations concernant ce système à n spécialités, on définit comme suit le *cadre d'investigations*.

Niveau d'organisation : Somme des niveaux d'organisation partiels relatifs à chaque spécialité :

$$S_o(N) = S_o(a) + S_o(b) + S_o(c) + \dots S_o(n).$$

Échelle d'observation : Durée de vie optimum du cycle de plus longue durée. C'est, en général, la durée économique du cycle de manifestation concernant le gros-œuvre, soit : $t_m(a)$.

A l'échelle d'observation : $t_m(a)$ adoptée, l'annuité moyenne de gestion technique $A(a)$, concernant le cycle de plus longue durée, se décompose en deux annuités moyennes discriminées :

$$A(a) = R(a) + E(a)$$

$R(a)$: valeur moyenne de l'annuité de renouvellement.

$E(a)$: valeur moyenne de l'annuité d'entretien.

Définition statistique de l'annuité moyenne d'entretien normal, à l'échelle d'observation : t_m dans les conditions de l'optimum économique de chacune des spécialités : $a, b, c, \dots n$.

Cette annuité moyenne a , par définition, la valeur :

$$C(N) = E(a) + A(b) + A(c) + \dots A(n).$$

Le problème relatif aux opérations comprenant plusieurs spécialités se pose donc comme suit :

Est-ce que l'annuité $C(N)$ ainsi définie correspond à l'optimum économique du système $S_o(N)$ considéré dans son ensemble?

L'expérience répond par la négative. En effet, le niveau d'organisation $S_o(N)$ comprenant n spécialités distinctes quoique non séparées, constitue un agrégat qui, en tant que tel détermine un système de $2n$ liaisons dont les caractéristiques physiques sont susceptibles de varier avec le temps. Et, en réalité, l'observation montre que l'accélération de la dépréciation de certaines parties de construction est fonction de l'état d'entretien de certaines autres.

Toutefois, considérant le nombre relativement considérable des corps d'état du bâtiment, il est impossible de déterminer l'expression de chacune de ces $2n$ liaisons. Dans le but de simplifier le problème et d'en donner une solution pratique, on décompose fictivement le niveau d'organisation : $S_o(N)$ en « parties de bâtiment » conformément aux normes d'appréciation définies comme suit :

Par « parties principales », on désigne l'ossature de la construction qui conditionne sa tenue générale. Normalement entretenues, ces parties de bâtiment se conservent durant la durée de vie totale : $D(A)$ de cette construction.

Par « parties essentielles », on désigne les parties de construction dont l'état d'entretien a une importance capitale du point de vue de la conservation de l'ensemble (toiture, peinture des fermes métalliques, etc...).

Par « parties secondaires », on désigne les parties de construction dont l'entretien peut être supprimé sans nuire à la conservation des autres parties de bâtiment (cloisons intérieures, distribution d'énergie, etc...).

Cette discrimination simplifiée ramène à $3^2 = 9$ (au lieu d'une centaine et même davantage) le nombre théorique des correspondances qui caractérisent les liaisons qui s'entretiennent entre les constituants de l'agrégat immobilier. Mais l'importance pratique de ces correspondances est très inégale. Les considérations qui suivent ne porteront que sur la plus intéressante, celle qui caractérise la liaison technico-économique de l'état d'entretien des parties principales et des parties essentielles avec la valeur intrinsèque de l'ensemble du système immobilier. Dans le langage courant, cette correspondance se traduit souvent par l'influence de l'état d'entretien du « clos et du couvert » sur la tenue générale de la construction.

Soit donc, pour le niveau d'organisation adopté :

$C(N)$ l'annuité moyenne d'entretien normal, se décomposant comme suit :

C_{p+e} l'annuité moyenne d'entretien normal concernant les parties principales et les parties essentielles.

C_s l'annuité moyenne d'entretien normal concernant les parties secondaires.

μ_1 la constante d'entretien différé relatif à l'influence, sur la valeur intrinsèque des parties principales et des parties essentielles, d'une réduction à $m\%$ de l'annuité : C_{p+e} entre les époques t'_0 et t .

μ_2 la constante d'entretien différé relatif à l'influence, sur la valeur intrinsèque des parties secondaires, d'une réduction à $m\%$ de la même annuité : C_{p+e} et dans les mêmes conditions.

on a :

$$C(N) = C_{p+e} + C_s$$

par ailleurs, posons :

$$\mu = \mu_1 + \mu_2.$$

Les relations déjà dégagées concernant l'entretien différé, donnent, dans le cas présent :

Bénéfice absolu :

$$B_a = (1 - m(t - t''_0)) [C_{p+e} - \mu(t - t''_0)].$$

Cette fonction passe par un maximum pour une valeur de $t - t''_0$, telle que :

$$t - t''_0 = \frac{C_p + e}{2} = t_r.$$

Par ailleurs, l'expression du bénéfice relatif : $\beta_{r,a}$ par rapport au montant intégral des dépenses d'entretien normal est :

$$\beta_{a,r} = \frac{\beta d.a}{C(N)(t - t''_0)} = (1 - m) \left[\frac{C_p + e}{C(N)} - \frac{\mu}{C(N)} (t - t''_0) \right].$$

Enfin, à l'époque du bénéfice absolu maximum, la valeur du bénéfice relatif est

$$\beta_{ar} = (1 - m) \frac{1}{2} \frac{C_p + e}{C(N)}$$

et, pour $m = 0$

$$\beta_{a,r} = \frac{1}{2} \frac{C_p + e}{C(N)}$$

La comparaison de ces résultats avec ceux déjà dégagés dans le cas d'une spécialité unique fait ressortir que la juxtaposition de deux ou plusieurs systèmes immobiliers modifie les caractéristiques optima utilisation de chacun d'eux.

Expression du bénéfice relatif: $B_{r,a}$ par rapport au montant total des dépenses de gestion.

Dans ce calcul et conformément aux résultats précédemment exposés, on adopte une fonction des dépenses totales de gestion technique : $D(t)$ de la forme :

$$y = a + bt + ct^2.$$

Dans ce système de notations, l'expression des annuités moyennes de gestion technique : A , entre l'époque origine ($t''_0 = 0$) et l'époque t est :

— dans le cas d'un entretien normal :

$$A = \frac{y}{t} = \frac{a}{t} + b + ct$$

— dans le cas d'un entretien différé au taux de $m\%$ entre l'époque-origine et l'époque : t

$$A_d = \frac{a}{t} + mb + [c + \mu(1 - m)]t$$

du point de vue économique, l'entretien différé ne justifie que si, à l'époque t :

$$\frac{a}{t} + mb + [c + \mu(1 - m)]t < \frac{a}{t} + b + ct$$

ou :

$$t < \frac{b}{\mu}$$

on retrouve, sous cette notation, le résultat déjà obtenu :

$$t < 2 t_r.$$

Si cette condition est réalisée, la valeur du bénéfice absolu : β_{da} est :

$$\beta_{da} = (1 - m) (b - \mu t) t$$

dont le maximum est obtenu pour $t = \frac{b}{2\mu} = t_r$.

Mais, par rapport au montant des dépenses totales de gestion, la valeur du bénéfice relatif : β_{dr} est :

$$\beta_{dr} = \frac{(1 - m) (b - \mu t) t}{a + bt + ct^2}$$

dont le maximum est obtenu pour une époque : t , telle que :

$$\frac{d\beta_{dr}}{dt} = \frac{(1 - m) [(b - 2t) (a + bt + ct^2) - (bt - t^2) (b + 2ct)]}{(a + bt + ct^2)^2} = 0$$

on est conduit à l'équation :

$$ab - 2a\mu t - b(c + \mu)t^2 = 0$$

dont la racine positive, seule acceptable est :

$$t = \frac{-a\mu + \sqrt{a^2\mu^2 + a b^2 (c + \mu)}}{b(c + \mu)}$$

Le calcul du bénéfice relatif maximum par rapport aux dépenses totales de gestion s'effectue par report de la valeur numérique dégagée ci-dessus dans l'expression générale de : β_{dr} .

On donnera ultérieurement l'ordre de grandeur des résultats numériques dans quelques cas particuliers.

CALCUL DES VALEURS NUMÉRIQUES

a) *des annuités d'entretien normal* : C (N);

b) *Des constantes d'entretien différé* : μ (coefficients caractéristiques de la croissance du défaut d'entretien en fonction du temps).

Calcul des annuités d'entretien normal : C (N). Ce calcul peut être effectué, pour chaque cas particulier, à partir de tableaux établis conformément aux principes exposés. On donne en annexe (tableau II) un exemple de ce calcul établi dans le cas des bâtiments d'habitation et d'administration. En *pour-cent* de la valeur construction état neuf, on obtient les ordres de grandeurs suivants :

$$C (N) = 0,0262.$$

Autour de cette valeur moyenne prévisionnelle, la fluctuation de la valeur réelle correspondante, postulée gaussienne, peut être caractérisée par un écart-type de valeur :

$$\sigma = 0,00142$$

c'est-à-dire, approximativement, le vingtième de l'annuité d'entretien normal.

TABEAU II (1) — ESTIMATION DES ANNUITÉS D'ENTRETIEN NORMAL

Entretien en conservation et entretien en exploitation d'un domaine immobilier du type T₁ : *Bâtiment d'habitation et d'administration.*

1. Calcul des annuités prévisionnelles par unité de bâtiment.

REFÉ- RENCES (1)	DÉSIGNATION des opérations et des parties de bâtiment (2)	DÉSIGNATION des spécialités (3)	p _a (4)	α _a ou α _a (*) (5)	f _a (6)	ANNUITÉ moyenne d'entretien (5) × (6) (7)	ÉCART-TYPE unitaire (8)	ÉCART-TYPE de l'annuité réelle d'entretien à l'annuité moyenne théorique (8) × (4) ou (5) (9)	OBSERVATIONS (10)
N-1	ENTRETIEN NORMAL EN CONSERVATION <i>Gros entretiens réparatifs/</i> Parties essentielles.	Peinture	0,03	0,03	0,15	0,0045	0,025	0,025 × 0,03 = 0,00075	
		Vitrerie	0,01	0,006	0,066	0,000396	0,0166	0,0166 × 0,006 = 0,000099	
		Couverture	0,025	0,02	0,0187	0,000374	0,00313	0,0031 × 0,02 = 0,000062	
		Serrurerie	0,02	0,014	0,035	0,000490	0,007	0,007 × 0,014 = 0,000098	
N-2	Parties secondaires	Maçonnerie	0,04	0,04	0,0458	0,001832	0,0104	0,0104 × 0,04 = 0,000041	
		Peinture	0,06	0,06	0,0958	0,005748	0,0146	0,0146 × 0,06 = 0,000876	
		Vitrerie	0,01	0,005	0,033	0,000165	0,0053	0,0053 × 0,005 = 0,000026	
		Electricité	0,02	0,016	0,025	0,000400	0,0042	0,0042 × 0,016 = 0,000067	
N-3	<i>Petit entretien préventif</i> Gros œuvre.	Chauffage	0,02	0,015	0,0325	0,000487	0,0038	0,0038 × 0,015 = 0,000057	
		Plomberie	0,05	0,035	0,0283	0,000990	0,0058	0,0058 × 0,035 = 0,000203	
		Serrurerie	0,02	0,014	0,0175	0,000245	0,0038	0,0038 × 0,014 = 0,000053	
		Menuiserie	0,08	0,056	0,0133	0,000744	0,0083	0,0083 × 0,056 = 0,000461	
N-4	Parties essentielles.	Maçonnerie	0,02	0,02	0,0167	0,000334	0,0042	0,0042 × 0,02 = 0,000084	
		Charpente	0,4						
N-4	Parties essentielles.	Maçonnerie	0,03	0,003	0,15	0,00045	0,025	0,025 × 0,003 = 0,000075	
		Vitrerie	0,01	0,006	0,066	0,000396	0,0166	0,0166 × 0,01 = 0,000166	
		Couverture	0,1	0,083	0,0187	0,001552	0,00313	0,0031 × 0,1 = 0,000313	
		Serrurerie	0,02	0,014	0,035	0,000490	0,007	0,007 × 0,02 = 0,000140	
		Maçonnerie	0,04	0,004	0,0458	0,000183	0,0104	0,0104 × 0,004 = 0,000041	
							} = 0,00028		Total col. 7 : (N1, N2) G = $\frac{\sum f_a}{\sum G_a} = 0,018705$ σ G1 = $\sqrt{\sum G_a^2} = 0,001460$ (**)
							} = 0,00028		

(*) Valeurs de α_a valables pour les spécialistes Peinture et Maçonnerie dans le cas du petit entretien préventif = $\frac{1}{10} \alpha_a$

(**) Calcul de l'annuité moyenne par emploi de la formule P (G O) = K · p · v, avec K = 0,006, p = 0,5 v = $\frac{200}{40} = 0,2$

La valeur de l'écart-type correspondant est : $\sqrt{\frac{0,0006}{0,0008}} = 0,00028$

TABLEAU II (2). — ESTIMATION DES ANNUITÉS D'ENTRETIEN NORMAL

Entretien en conservation et entretien en exploitation d'un domaine immobilier du type T₁ : *Bâtiment d'habitation et d'administration.*
 1. Calcul des annuités prévisionnelles par unité de bâtiment (suite).

REFÉ- RENCES (1)	DÉSIGNATION des opérations et des parties de bâtiment (2)	DÉSIGNATION des spécialités (3)	P _e (4)	q _e ou q' (°) (5)	i _e (6)	ANNUITÉ MOYENNE d'entretien (5) × (6) (7)	ÉCART-TYPE unitaire (8)	ÉCART-TYPE de l'annuité réelle d'entretien à l'annuité moyenne théorique (7) (8) × (4) ou (5) (9)	OBSERVATIONS (10)
N — 5	<i>Petit entretien préventif (suite)</i>								
	Parties secondaires.	Peinture Vitrerie Électricité Chauffage Plomberie Serrurerie Menuiserie Maçonnerie	0,06 0,01 0,02 0,04 0,05 0,02 0,08 0,02	0,006 0,005 0,016 0,092 0,035 0,014 0,056 0,01	0,0958 0,0333 0,025 0,0325 0,0283 0,0175 0,0133 0,0167	0,000574 0,000166 0,0004 0,001040 0,000990 0,000245 0,000744 0,000167	0,0146 0,0088 0,0042 0,0038 0,0058 0,0038 0,0053 0,0042	0,0146 × 0,006 = 0,000087 0,0088 × 0,01 = 0,000083 0,0042 × 0,02 = 0,000084 0,0038 × 0,04 = 0,000152 0,0058 × 0,05 = 0,000290 0,0038 × 0,2 = 0,000776 0,0053 × 0,08 = 0,000264 0,0042 × 0,01 = 0,000042	Total col. 7 (Ns. 4, 5) P = 0,007997
N — 6	ENTRETIEN NORMAL EN EXPLOITATION Petit entretien courant.	Toutes parties de bâtiments				0,005		0,0003	Estimation suivant résultats des exercices précédents.
N — 7	Interventions diverses.					0,002		0,0002	
N — 8	<i>Majoration pour travaux en exploitation.</i>	<i>Id.</i>							
	a) Sur opérations de gros entretien réparatif.	G × Taux	0,05	0,0187		0,000935		0,00003	<i>Id.</i> Total col. 7 (N6, 7, 8, 9.) E = 0,008794
N — 9	b) Sur opérations de petit entretien préventif.	P × Taux	0,12		0,0079	0,000959		0,00005	Total général : (G + P + E) col. 7 c ₁ = G + P + E = 0,026298 S _c = 6.400 millions
						Écart-type résultant $\sigma' = \sqrt{\Sigma \sigma^2} = 0,001421$			
2. Calcul de l'annuité prévisionnelle globale pour l'ensemble du domaine du type T ₁ . Charges globales d'entretien normal C ₁ = cS _c = 0,026298 × 6.400 = 168.307.200 Écart type global absolu σ ₁ = σ'S _c = 0,001421 × 6.400 = 9.094.400 S _c évalué en francs, valeur 1 ^{er} trimestre 1961									

Dans le cas des *bâtiments industriels*, on obtient les ordres de grandeurs suivants :

$$C(N) = 0,0365$$

$$\sigma = 0,0017.$$

Dans le cas des *édicules fers et vitres* assurant un service assez lourd on peut obtenir des taux plus élevés.

Calcul des constantes d'entretien différé : μ .

On a calculé l'ordre de grandeur de cette constante dans les cas :

- des bâtiments d'habitation et d'administration;
- des bâtiments industriels en pans de fer et briques.

Ce calcul est effectué par utilisation des résultats d'observation sur des constructions sous-entretenuës, principalement du fait de la dernière guerre. Ces résultats constituent les données numériques de systèmes d'équations linéaires en μ de la forme :

$$j_s = \mu (1 - m) (t - t''_0)^2 = \delta (t)$$

(Voir ci-devant : Généralisation de la Notion de valeur intrinsèque. Notion d'état d'entretien.)

d'où, pour chaque cas ayant pu être examiné :

$$\mu = \frac{\delta (t)}{(1 - m) (t - t''_0)}$$

D'après les résultats calculés, on peut dégager les ordres de grandeurs ci-après :

- bâtiments d'habitation et d'administration : $\mu = 0,0006$
- bâtiments industriels pans de fer et briques : $\mu = 0,0016$.

Calcul des périodes de relaxation : t_r , et des bénéfices théoriques résultant de la planification des opérations de gestion technique.

On donne ci-après une application pratique des formules théoriques établies dans les deux cas concrets précités :

a) *Bâtiments d'habitation et d'administration.*

On se base sur les valeurs courantes suivantes :

$$C(N) = 0,026, \quad C_{p+e} = 0,012, \quad \mu = 0,0006$$

d'où, la valeur de la durée de rotation économique :

$$t_r = \frac{0,012}{2 \times 0,0006} = 10 \text{ ans}$$

mais il reste entendu que l'entretien différé se justifie, en principe, pour tout report d'opérations d'entretien, sur une période inférieure à :

$$2 t_r = 20 \text{ ans.}$$

En admettant un taux d'entretien différé aux taux uniforme de 20 % du taux d'entretien normal, durant toute la période : $t_r = 10$ ans, la valeur théo-

rique des bénéfices à attendre d'une organisation rationnelle des opérations de gestion est :

1° valeur du bénéfice absolu après une période : $t_r = 10$ ans.

$$\beta_{da} = (1 - 0,20) 10 (0,012 - 0,0006 \times 10) = 0,048.$$

2° valeur du bénéfice relatif, après la même période, par rapport aux dépenses intégrales d'entretien normal :

$$\beta_{dr} = \frac{0,80}{2} \times \frac{0,012}{0,026} = 0,185.$$

3° par rapport aux dépenses totales de gestion technique, la valeur du bénéfice relatif est maximum, pour une époque : t

$$t = \frac{-0,0006 + \sqrt{0,0006^2 + 0,026^2 (0,0006 + 0,000025)}}{0,026 (0,0006 + 0,000025)} = 17 \text{ ans.}$$

à cette époque, le bénéfice relatif : β_{dr} , par rapport aux dépenses totales de gestion technique devient :

$$\beta_{dr} = \frac{0,080 \times 17 (0,012 - 0,0006 \times 17)}{1 + 0,026 \times 17 + 0,000025 \times 17^2} = 0,0163.$$

Pour être correctement interprété, ce dernier calcul doit faire intervenir le rapport existant entre cette période économique de 17 ans et la durée économique (ou la durée d'usage) du gros œuvre de la construction, laquelle définit, ainsi que nous l'avons déjà exposé, l'échelle d'observation du cadre des investigations. Si ces deux durées sont du même ordre de grandeur, le calcul effectué ci-dessus a un sens précis : la durée $t = 17$ ans est celle d'un cycle économique immobilier tenant compte d'une introduction de l'entretien différé au taux de $(1 - m) \% = 0,80$. Mais si la durée économique (ou la durée d'usage du gros œuvre de la construction) est plus grande (et souvent même cinq ou six fois plus grande) que la durée économique : t calculée par application de la méthode ci-dessus (tel est le cas des bâtiments d'habitation et d'administration) la valeur de β_{dr} calculée, par exemple, pour $t = 17$ ans par rapport aux dépenses totales de gestion, n'a plus qu'un sens purement indicatif et, seule, la considération de la valeur de β_{dr} par rapport aux dépenses d'entretien normal conditionne les modalités d'une organisation économique des opérations d'entretien. Toutefois et dans cet ordre d'idée, on pourrait encore calculer la valeur vers laquelle tend le bénéfice : β_{dr} par rapport aux dépenses totales de gestion lorsque l'âge de la construction tend vers la durée économique du gros œuvre de la construction. Dans le cas particulier envisagé cette valeur limite est :

$$\beta_{dr} = \frac{0,048 \times \frac{200}{10}}{2 + 5,200} = 0,132$$

La comparaison des diverses valeurs de β_{dr} dégagées ci-dessus fait ressortir l'importance capitale de la notion d'échelle d'observation dans l'interprétation correcte des valeurs numériques calculées.

b) *Bâtiments industriels en pans de fer et briques :*

On se base sur les valeurs courantes suivantes :

$$C(N) = 0,0365, \quad C_{p+e} = 0,015, \quad \mu = 0,0016$$

D'où, la valeur de la durée de rotation économique.

$$t_r = \frac{0,015}{2 \times 0,0016} = 5 \text{ ans environ}$$

étant entendu que l'entretien économique planifié se justifie pour toute rotation inférieure à $2 t_r = 10$ ans environ.

En admettant, comme ci-dessus, un taux d'entretien différé au taux uniforme de 20 % du taux d'entretien normal, durant toute la période : $t_r = 5$ ans, la valeur théorique des bénéfices à attendre d'une organisation rationnelle des opérations de gestion technique est :

1° valeur du bénéfice absolu, après une période de : $t_r = 5$ ans

$$\beta_{aa} = (1 - 0,20) 5 (0,015 - 0,0016 \times 5) = 0,028$$

2° valeur du bénéfice relatif : β_a , après la même période, par rapport au montant intégral des dépenses d'entretien normal :

$$\beta_{ar} = \frac{0,80}{2} \times \frac{0,015}{0,0365} = 0,164$$

3° par rapport aux dépenses totales de gestion technique, la valeur du bénéfice relatif est maximum pour une époque : t

$$t = \frac{-0,0016 + \sqrt{0,0016^2 + 0,0365^2 (0,0016 + 0,0001)}}{0,0365 (0,0016 + 0,0001)} = 9 \text{ ans environ}$$

à cette époque, le bénéfice relatif : β_{ar} par rapport aux dépenses totales de gestion technique devient :

$$\beta_{ar} = \frac{0,80 \times 9 (0,015 - 0,0016 \times 9)}{1 + 0,0365 \times 9 + 0,0001 \times 9^2} = 0,0115.$$

Pour les raisons indiquées au paragraphe précédent (cas des bâtiments d'habitation et d'administration) ce dernier chiffre n'est donné qu'à titre indicatif. Du point de vue technico-économique, il est préférable de se reporter à la valeur limite de β_{ar} par rapport aux dépenses totales de gestion lorsque la durée du gros œuvre tend vers sa durée économique. Cette valeur est, dans le cas présent :

$$\beta_{ar} = \frac{0,028 \times \frac{100}{5}}{2 + 3,65} = 0,1 \text{ environ.}$$

L'ensemble de ces résultats constitue un argument décisif en faveur de l'entretien économique planifié.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Au cours de cette conférence, nous avons cherché à exposer de façon aussi condensée que possible, le problème général de la gestion technique des patrimoines immobiliers. En résumé, nous attirons particulièrement l'attention sur les points suivants :

1^o Dans notre travail de recherche, nous avons éprouvé l'importance capitale des questions de vocabulaire. A cet égard, il faut déclarer suspect tout terme de jargon technique et ne l'introduire dans les opérations mentales qu'après de sévères discriminations.

2^o En matière immobilière, les dépenses de gestion technique les plus importantes sont, en général, des dépenses d'exploitation. Parmi celles-ci, mais compte non tenu des dépenses de chauffage (dont l'examen mériterait une étude particulière approfondie) les dépenses les plus importantes sont celles relatives à l'entretien des bâtiments.

Jusqu'ici, il a été difficile de s'entendre sur une définition technico-économique de l'entretien — particulièrement entre Français et Américains — car il n'avait pas encore été dégagé une théorie de la valeur intrinsèque suffisamment représentative des faits. Conformément aux arguments théoriques et expérimentaux exposés au cours de cette conférence, la question de l'entretien peut, du point de vue économique, se concevoir par considération des deux positions extrêmes suivantes :

— d'une part, il existe une conception de l'*entretien normal* à caractère continu et préventif qui assure, suivant les règles de l'Art une dégénérescence linéaire de la valeur intrinsèque. En pratique, il s'agit, dans ce cas, d'interventions annuelles ou semestrielles commandées à l'entreprise après l'inspection périodique des bâtiments par l'architecte responsable. C'est la méthode classique du « point-à-temps » bien connue des spécialistes des installations de voies de chemin de fer.

— d'autre part, on peut définir une notion d'*entretien économique planifié* à caractère discontinu et réparatif, lequel sous-entend un même service que l'entretien normal, quoique les règles de l'Art ne soient pas observées de manière absolue. L'adoption de cette disposition explicite, par rapport aux dépenses correspondantes d'entretien normal, des bénéfices importants.

Ces bénéfices ressortissent à l'ordre stratégique, à l'ordre tactique et à l'ordre psychologique. Dans les deux premiers cas, ils sont chiffrables, au moins, dans leur ordre de grandeur. Dans le troisième cas, il est difficile d'avancer une estimation, il n'en reste pas moins vrai, qu'à cet égard, d'appréciables avantages sont à imputer au crédit de l'*entretien économique planifié*.

a) *Du point de vue stratégique*, les bénéfices qui ressortissent à l'organisation rationnelle des opérations de gestion peuvent, suivant les hypothèses et calculs exposés être estimés : 20 % environ des dépenses correspondantes d'entretien normal. Par rapport aux dépenses totales de gestion technique, la valeur du pourcentage des bénéfices escomptés est une fonction croissante du temps, elle atteint environ 12 %, à l'expiration de la durée de vie économique du gros œuvre;

b) *Du point de vue tactique*, les bénéfiques qui ressortissent à la planification des travaux, c'est-à-dire au groupement de ces travaux dans le cadre d'un même chantier rationnellement organisé, selon une périodicité de $\frac{C}{2\mu}$ années peuvent, d'après l'étude de quelques exemples choisis, être évalués : de 15 à 20 % environ du montant de ces mêmes opérations réalisées en mode continu au rythme de l'entretien normal. C'est une question de technique des travaux que nous ne mentionnons que pour mémoire et qui ne fait pas l'objet du présent exposé.

En bref, et compte tenu des facteurs de l'ordre psychologique dont les incidences ne peuvent être chiffrées logiquement, on doit estimer que l'adoption de l'*entretien économique planifié* doit entraîner un bénéfice théorique de 40 % environ par rapport aux dépenses correspondantes de l'entretien normal (toutes choses égales concernant la qualité des matériaux et celle de la mise en œuvre). A ce sujet, on doit remarquer que les services spécialisés dans l'entretien des bâtiments pratiquent toujours, dans une certaine mesure, une planification économique de leurs opérations, mais l'empirisme de leurs méthodes est loin de leur garantir l'optimum de rendement. Dans ces conditions, nous pensons que l'adoption de l'entretien économique planifié doit normalement engendrer un bénéfice de 20 à 30 % par rapport aux dépenses engagées suivant l'organisation empirique généralement pratiquée;

3° A cette question des dépenses de gestion technique est étroitement liée celle du travail d'établissement des programmes. Ce travail doit être entrepris en tenant compte à la fois :

- a) des investissements,
- b) des charges d'entretien et de renouvellement,
- c) des charges d'exploitation

par référence à un cadre d'investigations déterminé. En ce qui concerne les deux derniers points b) et c) les calculs font généralement intervenir les valeurs actualisées des diverses catégories de charges à considérer. A ce propos, il est intéressant de remarquer que les considérations économiques motivant la teneur des programmes peuvent s'exprimer de deux façons :

— soit par des conditions de maximation. Dans ce cas, l'optimum économique d'un agrégat immobilier ne peut se déduire exclusivement des optima économiques relatifs à chacun des constituants envisagés comme systèmes isolés. On se heurte ici à une idée générale concernant la théorie des niveaux d'organisation (1) suivant laquelle :

— les lois du niveau supérieur ne peuvent être réduites à, ou déduites de celles d'un niveau inférieur;

— les phénomènes du niveau inférieur et leurs lois sont impliqués dans l'ordre supérieur, mais les phénomènes de l'ordre supérieur, quand ils se manifestent au niveau inférieur, semblent inexplicables.

Mais, il arrive souvent qu'en pratique, les relations de maximation qui se dégagent d'opérations mathématiques sont inconciliables avec les caracté-

(1) D'après A. KESTLER, *Le Yogi et le Commissaire*, p. 362 (Édition Charlot, 1946).

ristiques techniques des matériaux utilisés. D'où l'obligation de faire intervenir, non plus des relations de maximation mais d'autres relations s'exprimant sous la forme d'inégalités. Parfois, notamment dans l'établissement des programmes de gestion technique, on doit utiliser concurremment la relation de maximation et l'inégalité.

4° Dans toutes les considérations que nous avons exposées, nous n'avons pas parlé du prix de l'organisation. Ce point ne peut être traité de manière générale, mais il est d'une importance manifeste car on ne saurait accepter que les frais d'une organisation soient supérieurs aux bénéfices qu'elle serait censée réaliser par ailleurs. A cet égard, nous pouvons donner l'assurance qu'en matière de gestion technique immobilière, l'organisation est payante. C'est affaire de simple bon sens. Admettons, pour fixer les idées, qu'un domaine soit estimé : 20 milliards de francs aux conditions actuelles. L'annuité d'entretien normal correspondante est de l'ordre de 600 millions. Un service spécialisé et d'expérience peut adopter une planification empirique pour réduire cette annuité à 500 millions environ. Mais, seule, l'adoption rationnelle de l'entretien économique planifié peut permettre d'assurer correctement la même mission par réduction de l'annuité moyenne à 350 millions environ. Cette économie annuelle de 150 millions justifie l'existence d'une organisation spécialisée qu'il est, au reste, possible de constituer progressivement. A cet égard, on peut proposer un engagement de dépenses annuelles estimé de 15 à 20 millions, compte tenu du travail de mise à jour de la statistique immobilière qui est une opération assez onéreuse.

* * *

Nous ne pouvons terminer ce rapide exposé sans évoquer quelques idées générales qui se retrouvent sous la plume de tous ceux qui ont réfléchi aux questions très actuelles de gestion et d'organisation.

Nous devons reconnaître que les résultats numériques que nous avons dégagés du calcul sont misérablement approximatifs. Mais s'ils peuvent servir de base pour la mise en route d'un programme de travaux suivant la méthode de « l'entretien économique planifié », il n'en reste pas moins vrai que la mise au point des questions de réalisation ainsi que l'obtention du rendement maximum exigent que l'observation économique puisse garantir des bases moins grossières. Une tâche importante serait à entreprendre dans le sens des renseignements statistiques concernant la gestion technique des patrimoines immobiliers. A cet effet, l'expérience des grandes entités administratives et des sociétés de gérance serait du plus précieux secours.

Il est un fait souvent observé que les cadres techniques des entreprises et des administrations ont une certaine répugnance à admettre les principes d'organisation rationnelle de gestion. Cette réalité a pour origine que l'enseignement de l'organisation est pratiquement inexistant dans les Écoles techniques et les Universités. Et ceci est d'autant plus regrettable que les problèmes de gestion et ceux de production ressortissent souvent à des politiques respectivement opposées. Un second vœu serait à exprimer dans le sens d'une amélioration de l'état de choses existant concernant l'enseignement de l'organisation.

Enfin, au-delà des questions d'organisation, il faut reconnaître l'importance capitale de celles concernant la culture. Il n'y a pas d'économique qui ne soit régie par une politique; et pas de politique qui ne soit définie par une métaphysique. Il serait illusoire de vouloir juger de l'économique sans avoir une compréhension suffisante des grands problèmes humains tels qu'ils ont été pensés par les classiques de la tradition intellectuelle.

Maurice HERMITTE.

DISCUSSION

M. RISSER. — C'est avec un vif intérêt que j'ai suivi la communication de M. Maurice Hermitte, au cours de laquelle il a utilisé d'une façon judicieuse des méthodes employées par les actuaires, et tout spécialement celle de Henry, en vue d'une justification de la loi de Gauss.

Je me permets de rappeler que j'ai eu — il y a de longs mois — l'occasion de m'entretenir avec M. Hermitte sur la question qu'il nous a exposée aujourd'hui, et que pour ma part j'ai examinée autrefois — au cours d'une conférence à mes élèves du Conservatoire des arts et métiers — le problème de la vie des lampes et celui des machines.

J'ajoute d'ailleurs et m'en excuse, que notre collègue M. Lutfalla m'a signalé que des méthodes de calculs afférentes à l'emploi des équations intégral-différentielles à des problèmes d'artisanat exposés par moi à l'Institut des Actuaires, avaient été appliquées par des ingénieurs américains à la vie des machines.

J'ai le sentiment que de tels procédés d'investigation seront de plus en plus employés par les ingénieurs initiés aux méthodes modernes de la statistique; aussi, je félicite M. Hermitte, de nous avoir apporté une contribution importante au point de vue statistique à la gestion des patrimoines immobiliers.

M. HERMITTE. — a) Il est certain que les méthodes statistiques employées par les actuaires — notamment, l'utilisation du graphique de Henry — permet de réaliser des synthèses intéressantes en matière d'économie immobilière. A cet égard, nous nous permettons d'ajouter ceci : que d'une manière générale, les méthodes graphiques sont du plus précieux secours dans le cadre des bureaux d'études de l'industrie ou de l'Administration, où le personnel est plus familiarisé avec la technique du dessin qu'avec celle du calcul; de sorte que l'Ingénieur peut opérer avec une précision satisfaisante et à moindres frais que s'il faisait appel à des techniques plus rigoureuses et raffinées. Cette nécessité des temps actuels a été exprimée souventes fois dans la presse technique américaine, voire en particulier dans un article de juin 1950, paru sous la signature de M. A. Boyajian et intitulé « *Practical engineering uses of probability paper* » dans lequel l'auteur généralise la méthode de Henry en vue d'une large application à l'art de l'ingénieur.

b) Nous ne manquerons pas de nous informer auprès de M. Lutfalla de l'emploi des équations intégral-différentielles appliquées à la vie des machines. Quoi qu'il en soit, la théorie de la gestion économique des machines passives (c'est-à-dire des constructions ainsi envisagées, par opposition aux machines

actives plus directement conçues pour les opérations de productivité proprement dite) telle que nous l'avons sommairement exposée, fait, en réalité, intervenir des notions complexes qui ont une correspondance assez étroite avec les équations différentielles que l'on rencontre dans la théorie générale des systèmes auto-entretenus (électriques, mécaniques ou économiques). Et, ici encore, la méthode graphique permet la résolution pratique de problèmes mathématiques qui se heurtent à des difficultés de calcul assez pénibles. Nous évoquons, dans cet esprit, la méthode des *isoclines* utilisée par Van der Pol dans ses recherches sur les oscillations de relaxation. Dans l'état actuel des choses, les idées de Van der Pol sont maintenant dépassées et Yves Rocard a fait entrevoir (1941) qu'il ne fallait pas trop s'illusionner sur la portée scientifique des méthodes graphiques et que la croyance en l'existence générale de « courbes caractéristiques » pensées d'après les concepts graphiques pouvaient engendrer des erreurs dangereuses. Sans vouloir nous étendre sur ces questions importantes, nous croyons toutefois les signaler à cause de l'intérêt qu'elles présentent, tant du point de vue général qu'à celui de l'économie immobilière tel que nous l'avons présenté à nos collègues de la Société de Statistique de Paris.

M. PRÉVOT. — Nous venons d'entendre avec beaucoup d'intérêt la description des méthodes statistiques utilisées à la R. A. T. P. pour l'entretien et le renouvellement de ses biens immobiliers. Je pense que des problèmes analogues se posent également à la R. A. T. P. en ce qui concerne la gestion de son capital mobile, je veux dire son parc automobile.

Étant donné l'importance numérique de ce parc, des méthodes statistiques du même ordre que celles qui viennent d'être décrites ne sont-elles pas utilisables pour évaluer *a priori* les besoins d'entretien et de renouvellement de ce parc. En d'autres termes, ces méthodes ne sont-elles pas généralisables à une prévision des besoins de gestion de tous ensembles de biens relativement homogènes?

M. HERMITTE. — La question de la gestion du matériel roulant est assez différente de celle qui concerne la gestion des bâtiments. Ici, la discrimination à faire est celle selon laquelle il convient de distinguer les machines actives et les machines passives. Comme nous le faisons remarquer tout à l'heure à propos de l'intervention de M. Risser, les bâtiments ne sont pas, à proprement parler, un facteur de production au premier degré. Sans minimiser leur importance, ils ne sont facteur de production qu'au second degré et par l'intermédiaire du facteur humain ou du facteur productivité-machines. D'où l'introduction d'un amortissement considérable dans tous les phénomènes économiques se rapportant aux bâtiments d'habitation et constructions industrielles.

L'introduction de cet amortissement inévitable conduit à l'appréhension de périodes de relaxation technico-économiques assez longues. Mais dans le cas des machines actives, les périodes à envisager sont plus courtes. En règle générale, les entreprises de transports organisées entretiennent leur parc de matériel roulant selon des méthodes qui corroborent les principes que nous avons exposés concernant les patrimoines immobiliers. Ces méthodes consistent à prévoir un programme de « révisions générales » de chaque véhicule du Parc après un travail sur 100.000 kilomètres environ. Cette période de relaxation

est déterminée selon des critères empiriques, mais conserve un ordre de grandeur comparable, qu'il s'agisse des autobus de la R. A. T. P. ou des locomotives électriques de la S. N. C. F.

Remarquons encore à ce sujet qu'il est peut-être plus facile de tenir une statistique des révisions générales d'un parc de matériel roulant qu'une statistique des travaux de bâtiments effectués dans le cadre d'un patrimoine immobilier. Car, dans chacune de ces deux alternatives, il s'agit de bases temporelles n'ayant aucune commune mesure. Dans le cas des travaux de bâtiment les opérations statistiques devraient s'étendre sur des dizaines d'années et parfois même, sur des siècles d'observations désintéressées. Ne faut-il pas considérer, à cet égard, combien les problèmes de statistique immobilière, sinon de statistique tout court peuvent dépasser les bornes d'une carrière individuelle, d'une vie humaine, c'est-à-dire constituer une introduction opportune aux problèmes les plus généraux qui puissent se poser à l'homme civilisé?
