

Quelques considérations sur l'aspect économique des problèmes posés par l'électromécanisation des travaux souterrains

par G. DELAUW,

Ingénieur Electromécanicien A.I.M.s,
Ingénieur à la S. A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine.

SAMENVATTING

De elektrificatie en mechanisering van de ondergrondse werken der kolenmijnen stelt problemen van economische aard.

De beste oplossing kan maar gevonden worden door iemand die gebruik maakt van de economische technieken, die in de loop van de laatste twintig jaren grote vooruitgang gemaakt hebben dank zij de wiskundige wetenschappen en meer in het bijzonder de wiskundige statistiek en de waarschijnlijkheidsleer.

In een eerste paragraaf wordt het probleem van de uitgavencontrole aangesneden, en wel door middel van een voorbeeld van berekening van kostprijs van een werkplaats. Men vestigt de aandacht op enige zwakke punten in de administratieve methoden, die in de private sector maar mogen geduld worden in zoverre ze de nodige elementen kunnen verschaffen om bepaalde beslissingen uit te lokken, maar die het nooit kunnen halen bij de waarnemingen verricht door de eigenlijke verantwoordelijken. Vervolgens wordt gehandeld over de klassieke hoofdstukken van de economische techniek, te weten: de afschrijvingen, de bijkomende onkosten, de delgingsproblemen, de bepaling van de beste programma's, het beheer der voorraden en de studie van de markt.

In de laatste paragraaf wordt het belang van de elektrificatie en de mechanisering onderstreept op grond van de volgende drie elementen: vermindering van de kosten, verhoging van de produktie en verbetering van de produktiviteit.

In elke paragraaf worden enkele voorbeelden uit de praktijk aangehaald. Voor enkele gevallen wordt het probleem volledig uitgewerkt.

Tot besluit wordt de aandacht nogmaals gevestigd op het belang van het nodige vooruitzicht bij de leiding van een onderneming.

RESUME

L'électromécanisation des travaux souterrains des entreprises charbonnières pose des problèmes économiques.

Pour la recherche des solutions économiques optima, il est intéressant de recourir aux techniques économiques qui ont fait, depuis vingt ans, des progrès immenses grâce à l'utilisation des sciences mathématiques et en particulier de la statistique mathématique et du calcul des probabilités.

Dans un premier paragraphe, on aborde le contrôle budgétaire par un exemple de détermination du prix de revient d'un chantier. On souligne certaines faiblesses des méthodes administratives qui, en particulier, ne sont justifiables qu'à condition d'être un élément générateur de décisions et qui ne sauraient prévaloir sur des analyses effectuées par les responsables. La suite de l'exposé est consacrée aux chapitres classiques de la technique économique et qui sont: les amortissements, les coûts marginaux, les problèmes d'investissement, la détermination des programmes optima, la gestion des stocks et les études de marché.

Dans le dernier paragraphe, on met en évidence l'importance de l'électromécanisation des travaux souterrains en examinant les trois aspects suivants: des dépenses minima, une production maximum et l'augmentation de la productivité.

Dans chaque paragraphe, on signale quelques cas d'application pratique. Pour certains exemples, le problème est d'ailleurs entièrement formulé.

Dans la conclusion, on insiste sur le rôle prépondérant de la prévision dans la gestion des entreprises.

INHALTSANGABE

Elektrifizierung und Mechanisierung des Untertagebetriebs im Steinkohlenbergbau werfen wirtschaftliche Probleme auf.

Ihre optimale Lösung ist nur mit Hilfe von Wirtschaftlichkeitsberechnungen möglich, die im Laufe der letzten 20 Jahre durch Einschaltung der Mathematik, besonders der mathematischen Statistik und der Wahrscheinlichkeitsrechnung, ausserordentliche Fortschritte gemacht haben.

In einem ersten Abschnitt wird ein Beispiel für die Etatkontrolle durch Bestimmung der Gesteuungskosten an einem Betriebspunkt gegeben. Der Verfasser weist auf einige schwache Punkte in den Verwaltungsmethoden hin, die lediglich im Einzelfall als Grundlage von Entscheidungen dienen, nicht jedoch den Vorrang vor den von verantwortlichen Stellen durchgeführten Untersuchungen besitzen dürfen. Weiter folgen Betrachtungen über die klassischen Kapitel der Betriebswirtschaft: die Abschreibungen und die mit ihnen verbundenen Probleme, die Grenzkosten, die Bestimmung der optimalen Programme, die Lagerhaltung und Marktuntersuchungen.

Im letzten Absatz wird dann die Bedeutung der Elektrifizierung und der Mechanisierung des Untertagebetriebs unter drei verschiedenen Gesichtspunkten deutlich gemacht: möglichst geringe Ausgaben, möglichst hohe Förderung und Steigerung der Leistung.

Zu jedem Abschnitt werden einige praktische Anwendungsbeispiele gegeben, zum Teil mit völliger Fassung des Problems in Formeln.

Abschliessend wird auf die entscheidende Bedeutung von Vorausschau für die Führung eines Unternehmens hingewiesen.

INTRODUCTION

Dans son livre « A l'Ouest, rien de nouveau », l'économiste français J. Fourastié écrivait : « Le progrès technique est la cause fondamentale de l'augmentation du pouvoir d'achat », mais il ajoutait : « Rien n'est moins technique que les causes du progrès technique ». A l'analyse, il apparaît que l'une des causes dominantes de l'évolution technique, résulte de l'activité des industries, activité qui doit associer harmonieusement les aspects technique, économique, financier et humain des problèmes qu'elles doivent résoudre. L'aspect économique de la gestion d'entités importantes telles que les entreprises, a bénéficié des diverses techniques économiques élaborées au cours de ces vingt dernières années. Or on constate, et c'est un des buts de la présente note,

SUMMARY

The electrification and the mechanization of underground works in collieries give rise to economic problems.

In order to find the ideal solutions, it is essential to resort to economic techniques which, for over twenty years, have made tremendous progress, thanks to the use of the mathematical sciences and particularly mathematical statistics and the calculation of probabilities.

In one of the first paragraphs, the question of budgetary control is touched upon by an example of the assessment of the cost of production of a working place. Emphasis is laid on certain shortcomings in the administrative methods which, in particular, are not justifiable unless they produce decisions and which could not possibly prevail over the analyses carried out by the responsible authorities. The rest of the report is devoted to orthodox chapters on economical technique, and the subjects are as follows: amortizements, marginal costs, the problem of amortization, the determining of the ideal programmes, the management of stocks and market studies.

The last paragraph shows the importance of the electrification and mechanization of underground works by examining the following three aspects: minimum outlay, maximum output and increased productivity.

In each paragraph, some actual examples are quoted. Moreover, for some examples all the details of the problem are set forth.

In conclusion, emphasis is laid on the extreme importance of looking ahead in the management of the enterprises.

que la formulation de certains problèmes d'ensemble est directement transposable au niveau des services d'une entreprise, et qu'il est donc possible d'appliquer les techniques économiques à certains problèmes que l'on peut grouper sous le vocable de « microéconomie des entreprises ». Un second but de cette note est de montrer que l'on risque de ne pas résoudre les problèmes de microéconomie, en instaurant à l'échelle de l'entreprise, des analyses administratives tendant, par exemple, à déterminer a posteriori, des états de dépenses inutilement détaillés qui risquent d'avoir pour seul résultat de scléroser les éléments actifs par un accroissement du volume des travaux administratifs.

Il reste, avant d'aborder le sujet proprement dit, à formuler une remarque fondamentale sur le rôle des mathématiques dans la science économique. L'appli-

cation systématique des mathématiques à la science économique a permis, comme on pourra l'entrevoir dans la suite de l'exposé, de définir des techniques de gestion économique des entreprises. Mais il est d'autre part certain, que les techniques mathématiques ne seront que des outils, parfois nécessaires, pour concrétiser une pensée tournée vers la recherche de l'optimum économique. Et comme le disait M. M. Demonque, au cours d'une remarquable conférence prononcée le 14 novembre 1957 en Sorbonne : « Vous comprenez bien que, s'il suffisait de mettre les problèmes de l'entreprise en équation suivant des méthodes puisées dans des formules, ce serait tout de même trop simple ». C'est une des raisons qui m'ont conduit à éviter tout développement mathématique et à abuser de la citation d'exemples. Ce qui de plus, permet d'éviter des remarques analogues à celle formulée par Detœuf dans « Les propos de M. Barenton, confiseur ». « Lorsqu'un Ingénieur-Conseil fait appel à un jargon technique, il ne faut pas hésiter à le pousser dans ses retranchements, car l'on a alors devant soi un petit homme tout nu qui tremble ».

1. CONTROLE BUDGETAIRE

L'expression « Contrôle budgétaire » n'est, en fait, qu'une traduction trop littérale de son équivalent anglo-saxon (1). Cette traduction ne présenterait aucun inconvénient si elle ne définissait pas certaines méthodes « technocratiques » de contrôle administratif qui sont, de plus en plus, appliquées a posteriori dans certaines entreprises.

L'expression « Gestion prévisionnelle et contrôlée » reflète certainement mieux la réalité des applications d'Outre-Atlantique. En fait, cette technique de gestion est une généralisation de l'acte de comparaison entre le prix de revient prévisionnel et le prix de revient constaté d'une opération. On notera que certains spécialistes ont introduit dans le diptyque traditionnel « Programme-Exécution » un troisième élément qui est « l'Engagement », ou contrôle pendant l'exécution. On obtient alors les deux binômes « Programme-Engagement » et « Engagement-Exécution ». L'importance de la mise en application, dans un cadre administratif, de cette notion « Engagement » est indéniable, car elle est la seule qui, généralement, implique une action efficace entre l'élaboration du programme et sa réalisation définitive. On s'est limité, dans la suite, à l'examen du prix de revient prévisionnel et contrôlé d'un chantier. Il est certain qu'un tel prix de revient offre un intérêt considérable. On verra cependant que l'examen détaillé des dépenses entraînées par le matériel électromécanique, ne présente qu'un intérêt secondaire dans le cadre du chantier.

(1) Le verbe anglais « to control » signifie non seulement contrôler, mais également diriger.

11. Etablissement d'un prix de revient prévisionnel.

La méthode d'établissement la plus classique est celle qui consiste à attribuer par jour, à la section de production, le montant des dépenses suivantes :

- les salaires et charges afférentes ;
- les dépenses en amortissement et charges financières ;
- les frais de réparations et d'entretien ;
- les dépenses en énergie ;
- les dépenses en matières consommées.

On trouvera, en annexe, un exemple d'établissement d'un prix de revient prévisionnel dans le cas d'un chantier mécanisé (1).

L'annexe montre qu'il s'agit d'un chantier mécanisé à équipements classiques où le rendement minimise l'importance des dépenses en salaires. En résumé, on obtient pour les différents postes :

— salaires et charges afférentes	46.744 F
— dépenses en matériel (amort. et char. finan.)	12.005 F
— dépenses en réparations et entretien	4.698 F
— dépenses en énergie	2.002 F

Les dépenses en réparations sont un élément que l'on a parfois trop tendance à négliger. On ne saurait trop insister sur le fait que la rentabilité d'un grand nombre de machines dépend moins de leur amortissement que des frais d'entretien, des réparations et des conséquences des arrêts.

Si on exclut les dépenses entraînées par le soutènement, les matières consommées et la consommation d'énergie, l'examen du tableau montre que les dépenses en matériel électromécanique n'interviennent que pour 17 % du montant total.

12. Etablissement d'un prix de revient contrôlé.

Les dépenses en salaires, en matières consommées et en énergie ne posent, en principe, aucune difficulté et sont certainement justifiables d'un contrôle. Pour les dépenses en matériel, on se trouve devant une impossibilité totale de contrôle administratif efficace. Le cas le plus frappant est celui où la durée d'exploitation du chantier est de 1 ½ an. Dans ce cas, et en tenant compte du fait que la majorité des dépenses de réparation ne pourra être chiffrée que plusieurs mois après l'arrêt du chantier, il ne sera possible de contrôler en temps utile qu'un mon-

(1) Le choix des différentes valeurs repose sur les éléments suivants : Pour les durées d'amortissements et les dépenses en réparation, on a généralement suivi les valeurs adoptées dans la littérature allemande traitant du matériel électromécanique du fond. Pour un certain nombre de matériels, l'expérience de notre collègue, M. Jennes, Chef du Service Mécanique du Fond, et la nôtre, nous a conduit à avancer certaines valeurs. Les dépenses en énergie sont établies pour un coût unitaire, de 0,58 F/kWh. Le personnel repris ne comprend pas le personnel de la station de chargement (ce cas se rencontre lorsque la station de chargement est commune à deux chantiers).

**DETERMINATION DU PRIX DE REVIENT JOURNALIER D'UN CHANTIER
EXPLOITE PAR TAILLE CHASSANTE**

1. Caractéristique du chantier.

Longueur de voies :	350 m	Avancement journalier :	2,00 m
Longueur de la taille :	150 m	Production journalière :	420 t
Puissance moyenne :	1,00 m	Rendement à veine :	12,3 t
Ouverture moyenne :	1,00 m	Rendement chantier :	3,18 t
		(Surveillance comprise)	

Organisation de l'abatage.

- Poste I : déhouillement d'une allée de 1 m.
- Poste II : déhouillement d'une allée de 1 m.
- Poste III : havage avec un bras de 2 m de longueur.

2. Coût de la main-d'œuvre (salaires et charges afférentes).

Total : 46.741 F.

3. Coût des matières consommées, de l'énergie et du matériel (amortissement, charge financière et réparation).

Total : 18.705 F (voir détails ci-dessous).

Description	Valeur à l'état neuf	Durée de vie	Amortissement et charge financière	Réparation	Énergie			Total	
					Durée de fonctionnement	Consommation			
									F/1000
F	Année	P/1000	% de la valeur neuve	F/1000	k/1000	m ³ /h ou kWh/h	F/jour	F/1000	
1. Taille									
Abatage									
1 Hacheuse	600.000	5	005	10	255	5	40	44	902
50 Pics de havage	3.250	0,5	48	—	—	—	—	—	48
170 m Câble de halage	5.100	0,3	75	—	—	—	—	—	75
180 m Câble électrique souple	54.000	2	125	10	25	—	—	—	148
1 Coffret de chantier	60.000	8	41	20	51	—	—	—	92
14 Marteaux-piqueurs	42.000	3	67	20	50	1	60	35	158
2 Marteaux-piqueurs	6.000	3	10	20	5	2	60	10	25
150 m Tuyauterie souple complète	45.000	5	72	10	10	—	—	—	91
	818.350		1.045		580			87	1.519
Transport									
1 Tête motrice double complète	250.000	1	300	25	266	—	—	—	572
1 Tête motrice simple complète	180.000	4	221	25	191	—	—	—	412
2 Couloirs de raccordement	50.000	2	70	25	32	—	—	—	102
05 Éléments complets	261.250	2	600	25	278	—	—	—	884
05 Haussettes	142.000	2	320	25	151	—	—	—	480
300 m Chaîne complète	150.000	1,5	458	20	128	—	—	—	586
10 Cylindres-pousseurs	65.000	5	65	15	41	—	—	—	106
3 Moteurs électriques 33 kW	120.000	10	60	20	102	15	35	520	691
3 Coffrets de chantier	180.000	8	125	20	155	—	—	—	276
240 m Câble électrique souple	72.000	3	115	10	51	—	—	—	146
1 Commande à distance	50.000	5	50	5	6	—	—	—	56
40 m Câble commande à distance	4.000	3	6	10	2	—	—	—	8
	1.484.250		1.398		1.381			520	4.200
Soutènement									
60 Piles de fer	84.000	1	379	—	—	—	—	—	379
880 Étaçons	1.056.000	4	1.204	10	449	—	—	—	1.743
880 Bêles	880.000	4	1.078	10	574	—	—	—	1.452
	1.844.000		2.751		823				3.575
Signalisation									
1 Coffret de signalisation	40.000	8	27	20	54	—	—	—	61
180 m Câble de signalisation	18.000	2	42	10	8	—	—	—	50
25 Lampes de signalisation	75.000	1	92	20	64	22	0,04	8	164
	135.000		161		106			8	275
Injection d'eau en veine									
2 Pompes d'injection	42.000	8	20	10	18	—	—	—	47
2 Cannes avec 6 m de flexible	4.000	3	7	5	1	—	—	—	8
2 Perforatrices avec flexible	15.500	5	16	10	7	0,5	120	5	28
150 m Tuyaux complets	17.800	10	10	5	4	—	—	—	14
	79.000		62		30			5	97
2. Voie de base									
Creusement et soutènement									
2 Perforateurs	48.000	4	50	20	11	1	240	20	120
30 Scimbres	—	—	90	—	—	—	—	—	90
12 kg Explosif	—	—	720	—	—	—	—	—	720
350 Cadres A	400.000	15	215	10	209	—	—	—	424
1 Ventilateur 1,4 kW	15.000	10	9	10	6	24	1,4	12	27
1 Coffret de commande	15.000	8	10	10	6	—	—	—	16
20 m Câble 3 × 4 ²	1.200	2	3	—	—	—	—	—	3
	509.200		1.106		262			32	1.400
Transporteur blindé PFO (50 m)									
1 Tête motrice simple complète	180.000	4	220	25	191	—	—	—	411
1 Station de retour complète	15.000	4	18	25	10	—	—	—	54
1 Couloir de raccordement	15.000	2	55	25	16	—	—	—	51
40 Éléments complets	110.000	5	175	25	117	—	—	—	292
40 Haussettes	40.000	4	49	10	17	—	—	—	66
150 m Chaîne complète	65.000	2	151	20	55	—	—	—	206
1 Moteur 33 kW	40.000	10	25	20	34	18	25	157	214
1 Coffret de chantier	60.000	8	41	20	51	—	—	—	92
25 m Câble souple	7.500	3	12	10	5	—	—	—	15

tant partiel de 220 F sur un total de 10.194 F. D'où une première solution qui consiste à imputer les dépenses en matériel neuf directement en prix de revient. Les dépenses n'ont plus aucune signification du point de vue économique, mais le recours à cette méthode s'explique parfaitement sous l'angle de la comptabilité juridique. La deuxième solution consiste à identifier, pour le matériel, le prix de revient contrôlé avec le prix de revient prévisionnel. Cette solution n'implique pas nécessairement le recours à des méthodes complexes, mais toujours arbitraires, de répartition des dépenses. En fait, seule l'évaluation approximative, basée sur des statistiques internes de l'entreprise et effectuées au moment propice, c'est-à-dire généralement à l'avance, pourra être qualifiée d'outil dynamique de gestion. Ce qui précède peut être illustré par un examen rapide de l'aspect économique des dépenses en matériel et de son corollaire : les décisions.

121. Aspect économique.

Cet aspect économique résulte, en ordre principal, de la notion d'amortissement.

Pour la détermination du prix de revient prévisionnel du chantier, nous avons utilisé la méthode d'amortissement par annuités totales constantes. Cette méthode donne une idée suffisante lorsque l'on examine la rentabilité d'un chantier. Il est cependant nécessaire de souligner que cette méthode est à exclure lorsque l'on étudie l'évolution dans le temps d'une installation.

La seule méthode qui reflète exactement la situation de l'entreprise doit être basée sur l'évaluation exacte de la perte de la valeur de l'installation après chaque exercice. Les économistes ont essayé, et parfois réussi, à établir des méthodes de calcul qui tendent à tenir compte de la dépréciation réelle des installations. On ne s'étendra pas sur ces méthodes, mais on retiendra cependant l'idée fondamentale suivante : si les économistes se sont attachés à ne pas recourir systématiquement aux méthodes classiques, il apparaît que, si on doit, à un certain moment, chiffrer significativement les dépenses en matériel d'un chantier, seul, l'examen direct de la vétusté des installations permettra de prendre une décision. En fait, la méthode choisie s'approchera de la réalité économique si elle découle d'une étude détaillée de chaque type de matériel, et dire que « les coffrets de chantiers s'amortissent en cinq ans » ne signifie strictement rien.

122. Les décisions.

Envisageons une série de cas fréquents et voyons quel sera l'apport du prix de revient par chantier dans le choix des décisions.

1^{er} cas : Soit l'arrivée, simultanée ou non, des événements suivants :

- Lors d'un avancement d'un transformateur de chantier, une erreur de manutention entraîne la destruction du transformateur, d'où un coût de 500.000 F.
- Un incident mécanique provoque la destruction de 200 m de courroie, soit une perte de 170.000 F.
- Le transporteur d'une taille a subi des contraintes anormales lors du passage d'un dérangement géologique ayant affecté le toit de la veine sur une longueur de chasse de 50 m et il s'avère nécessaire de remplacer certains éléments dont le coût s'élève à 150.000 F.

On voit que l'arrivée de ces événements entraîne une augmentation du prix de revient du chantier qui ne signifie rien du point de vue conduite du chantier. Et les décisions résultant de ce genre d'incidents doivent être prises avant la parution, en fin de mois, du prix de revient analytique.

2^e cas : Quelques jours avant l'arrêt du chantier, on constate qu'il serait peut-être indiqué de remplacer tel matériel. La décision optimum résultera d'une rapide estimation économique de l'opération, dont la conclusion dépendra de la nature du matériel (courroie ou chaîne de transporteur) et du programme de récupération et d'utilisation ultérieure. L'apport du contrôle budgétaire est nul.

3^e cas : L'équipement d'un chantier est réalisé, en grande partie, par la récupération du matériel d'un autre chantier. Voilà un beau problème d'écritures de répartition de frais. Mais comment répartira-t-on les frais des réparations à venir ?

4^e cas : La détermination de la longueur optimum d'un front de taille devra être l'objet d'une analyse plus poussée que celle qui permet généralement l'établissement d'un prix de revient, même prévisionnel.

5^e cas : Il s'agit ici de la décision qui consiste à arrêter un chantier. A ce moment, on doit comparer le prix de revient du chantier à une dépense maximum admissible par tonne, soit :

$$[(\text{Salaires} + \text{Matières premières} + \text{Energie} + \text{Matériel}) / \text{Production}] < \text{Dépenses par tonne.}$$

Or, comme l'a démontré ce qui précède :

- 1^o) les dépenses réelles en matériel ne peuvent être estimées que par un examen direct effectué par un spécialiste ;
- 2^o) une augmentation, due aux conditions locales, de 50 % des frais en matériel, ne correspondra qu'à une majoration de quelques pourcents sur le total du numérateur, et il est évident que les variations des premiers termes du numérateur et du dénominateur seront prépondérantes.

L'on voit difficilement, dans cet exemple, quel sera le rôle du contrôle budgétaire administratif appliqué au matériel électromécanique.

En fait, en poussant un peu l'analyse, il apparaît que c'est le second membre de l'inégalité qui est difficile à définir. Ce second membre est, en effet, une fonction de la politique générale de l'entreprise et du cas particulier envisagé.

Dans ce paragraphe, on a abordé le problème de la détermination du coût du matériel électromécanique. Cette détermination n'exige pas l'application d'une « nouvelle » méthode de gestion de la technique économique. On a abordé explicitement certaines notions fondamentales, telles que celles d'amortissement et d'études statistiques. La notion de coût marginal n'a pas été explicitée mais en fait le prix de revient que l'on a établi en annexe pourrait être défini comme représentant le coût marginal du chantier considéré. En dehors de ces premiers éléments, la gestion du matériel électromécanique peut nécessiter le recours à, ou être influencé par d'autres outils de la technique économique : la théorie des investissements, la détermination des programmes optima, les études de marché, la gestion des stocks. Les paragraphes suivants seront consacrés à l'examen de ces quelques points. Un premier paragraphe sera consacré à la statistique qui nous paraît être un support indispensable à toute étude économique valable. Dans le dernier paragraphe, on s'attachera à définir l'importance du matériel électromécanique du fond dans la vie économique d'une société charbonnière et, de cette importance, on conclura ou non, à la nécessité de recourir à la technique économique.

2. STATISTIQUE MATHÉMATIQUE

L'omission dans le titre de ce paragraphe du mot « Statistiques » et son remplacement par l'expression « statistique mathématique » nécessite la remarque suivante. Dans la majorité des applications, on rencontre trop souvent le mot « statistique » accolé à l'établissement de valeurs moyennes obtenues en empilant, sans discernement, une série d'éléments. C'est cette constatation qui a fait dire au statisticien anglais J. Moroney : « Less time collecting and more time analysing ».

A ce concept de valeur moyenne, on peut opposer les aspects suivants que l'on rencontre dans de nombreux cas pratiques de gestion de matériel et qui sont les plus intéressants.

21. Etude d'une population importante.

Soit à déterminer une caractéristique d'une population dont il est impossible ou onéreux de déterminer la valeur pour chaque élément. La seule méthode consiste alors à :

- choisir un sous-ensemble de la population et en déterminer sa dimension ;
- déduire des caractéristiques du sous-ensemble, les caractéristiques de la population étudiée.

Le premier point nécessite l'utilisation de la théorie de l'échantillonnage. Le second implique le recours de la théorie de vérification des hypothèses. L'utilisation de la technique de l'échantillonnage peut apparaître, à certains, d'un intérêt limité. Cependant on constate que, même lorsque le dénombrement complet est possible, il est souvent préférable de recourir à l'échantillonnage, pour déterminer ou vérifier les caractéristiques d'une population. C'est d'ailleurs cette raison qui a amené le Bureau de Recensement des Etats-Unis à se servir d'un échantillon pour vérifier la validité du Recensement décennal.

22. Détermination d'une distribution.

Le raisonnement, sur les seules valeurs moyennes, implique la méconnaissance du rôle capital de l'écart type ou mieux de la distribution exacte. Les deux exemples suivants mettent ce rôle en évidence. Considérons, comme premier exemple, les charges financières entraînées par une série d'équipements identiques. Un examen attentif montre que le volume des charges financières est déterminé par la décroissance réelle de la valeur de chaque équipement, et non pas, par le nombre d'équipements que l'on remplace chaque année. Le deuxième exemple traite de la capacité d'un élément constitutif d'un ensemble complexe de transport que l'on caractérise souvent par une valeur moyenne. Et l'on déduit parfois que l'installation n'est pas saturée parce que la production évacuée est inférieure à la valeur moyenne de chaque engin. Ce raisonnement exclut le rôle fondamental joué par le fait que la production implique nécessairement des arrêts qui peuvent se traduire, dans le cas d'un nombre important d'engins en série et de production irrégulière, par une production réelle maximum bien en dessous de la production moyenne « théorique ». Or, ces arrêts obéissent à une loi statistique de distribution qu'il est intéressant de connaître.

Parmi les lois analytiques les plus usuelles, on peut citer : la distribution normale, la distribution de Gibrat, la distribution de Pareto, la distribution de Poisson, la distribution exponentielle, la distribution d'Erlang-K, la distribution hyperexponentielle, les chaînes de Markov, la distribution binomiale.

Un exemple d'application des lois de distribution est celui des pannes d'équipements. Un examen de la nature des pannes montre qu'elles peuvent être classées en deux catégories : les pannes dues à l'usure et les pannes dues au hasard. La répartition dans chaque catégorie obéit à une loi de distribution

déterminée. La distinction entre ces lois est d'une importance fondamentale si l'on veut résoudre le problème de l'entretien.

On notera que, pour l'étude des problèmes dont les variables ne suivent pas une loi analytique, il existe diverses techniques dont certaines sont en pleine évolution, mais qui nécessitent généralement l'utilisation d'ordinateurs électroniques.

23. Corrélation.

Un exemple abusif de la corrélation nous semble une des causes fondamentales de la méfiance professée vis-à-vis des statistiques. Disraeli n'a-t-il pas énoncé que la statistique était l'une des formes du mensonge ? C'est ainsi qu'une corrélation positive entre l'augmentation de la production et le degré de mécanisation peut s'expliquer de deux façons :

- la mécanisation permet d'augmenter le niveau de la production ;
- la direction a décidé d'investir en matériel de mécanisation un pourcentage déterminé du coût de l'unité produite.

En dehors de cas extrêmes qui résultent, soit d'une méconnaissance volontaire de la réalité, soit que les personnes chargées d'interpréter les relevés statistiques ne sont pas en contact avec les réalités, il est certain que la corrélation permet, dans de nombreux domaines, de déterminer le degré des liaisons qui existent entre les variables représentatives de divers phénomènes.

On rencontre de tels problèmes lors de l'examen des résultats entraînés par la modification ou le remplacement d'un équipement.

24. Pondération.

La pondération, dont l'application est fréquente dans la détermination des indices économiques, résulte de ce que l'on ne peut accorder la même importance absolue aux différents facteurs intervenant dans l'étude d'un problème. L'exemple suivant a été l'objet d'un examen dans une Commission groupant les responsables des services d'entretien de diverses sociétés. Le but était de comparer les effectifs du personnel d'entretien. On s'est rapidement rendu compte de la difficulté d'établir des conclusions valables. Une méthode d'approche aurait été d'estimer les parts respectives des différents équipements dans le montant total des heures de prestation du personnel. Si une analyse détaillée ne présente guère d'intérêt dans des comparaisons inter-entreprises, elle peut cependant être fructueuse pour estimer le degré d'activité d'un personnel dans différentes sections d'une entreprise. L'utilisation d'une telle méthode présenterait un intérêt certain si l'on instituait un système de primes pour le personnel électromécanicien.

Les méthodes de la statistique mathématique présentent un intérêt indéniable dans l'étude de nombreux problèmes tels que : l'étude des pannes d'équipement, la détermination de la longévité des équipements, l'étude des pertes dans les réseaux de distribution énergétique, l'étude des essais de réception, la détermination de la capacité d'un dispositif de transmission, le choix d'un critère indiquant l'usure d'un équipement, etc...

3. COÛTS MARGINAUX

Par définition, le coût marginal est l'augmentation ou la diminution des dépenses, lorsque la production varie d'une unité en plus ou en moins.

Un des exemples classiques d'application de la notion de coût marginal est celui de la tarification de l'énergie électrique. En négligeant certaines distinctions de second ordre, on peut décomposer les dépenses totales d'une centrale thermique en deux termes : le premier terme comprend les dépenses fixes qui existent, même lorsque la centrale ne débite aucune énergie ; le deuxième terme, variable, est proportionnel à l'énergie produite et on peut, en première approximation, l'identifier aux frais en combustibles.

Considérons maintenant le cas d'une entreprise constituée, d'une part, d'une centrale thermique et, d'autre part, d'un siège d'exploitation, consommateur unique de l'énergie débitée par la centrale. Vu ce qui précède, il est évident que le coût d'une modification relativement faible de la consommation d'énergie de l'entreprise, doit être déterminé en tenant compte uniquement de la variation du second terme. On obtient ainsi le coût marginal du kWh. Par contre, il est plausible de comptabiliser, dans le prix de revient de l'énergie consommée par l'entreprise, les frais fixes et proportionnels.

On doit cependant remarquer que, même pour cet exemple simple, une application sans précaution du coût marginal défini ci-avant, peut être dénuée de signification économique. C'est ainsi que les cas ci-après nécessitent un examen approfondi :

- l'énergie électrique non consommée est susceptible d'être vendue à l'extérieur de l'entreprise ;
- la modification envisagée entraîne un dépassement de la capacité de la centrale (ce cas, ainsi que le suivant, nécessitent le recours à un coût marginal de pointe) ;
- la modification envisagée oblige à la remise en route d'un ancien groupe de la centrale ;
- la modification porterait sur une diminution tellement importante que l'on risque de s'écarter de la plage de fonctionnement optimum ;
- le combustible brûlé dans les chaudières est disponible et n'est susceptible d'aucune autre utilisation.

Pour la détermination du coût marginal, on s'accorde généralement à reconnaître que l'étude technique devrait conduire à l'évaluation la plus exacte. On objecte cependant que la sous-estimation des dépenses ou la surestimation des économies est une tendance naturelle. De plus, il existe, pour l'esprit humain, des difficultés réelles d'envisager les répercussions de ses décisions. Considérons le cas d'un siège où l'on envisage de modifier le nombre et la qualité des engins de coupure du réseau haute tension, et ce, afin d'éliminer certaines pertes de production qu'on impute à la configuration actuelle du réseau. Les postes principaux de l'étude économique seront, d'une part, les dépenses entraînées par la nouvelle installation et, d'autre part, le montant de la diminution de la production due à la vétusté de l'installation. Or, en cas d'incidents, le responsable de l'exploitation aura tendance à majorer le montant de la diminution de la production et le responsable du service électrique attribuera l'entièreté de ce montant à la vétusté de l'installation. De plus, l'étude ne tiendra généralement pas compte que l'augmentation du nombre d'engins de coupure plus complexes élève la probabilité de défaillance, ou que l'adoption de nouveaux appareils entraîne un certain nombre d'erreurs de la part du personnel responsable et une majoration des durées de dépannage. Or ces dépenses supplémentaires, vu le jeu de l'actualisation, interviennent d'une manière, pas toujours négligeable, dans le bilan total.

La notion du coût marginal ou plus généralement de « l'analyse marginale » est une des méthodes les plus utiles que la technique économique met à la disposition des responsables, car elle s'adapte très bien au choix des décisions courantes.

Pour conclure, il n'est pas inutile d'insister sur le fait que, si les coûts marginaux possèdent l'avantage d'être une notion économique simple, en contrepartie, on devra limiter leur utilisation aux problèmes où ils sont applicables et, en particulier, on définira s'il s'agit d'un coût à court, à moyen ou à long terme.

4. PROBLEMES D'INVESTISSEMENTS

Il n'est nullement question ici d'examiner les problèmes d'investissements importants où, généralement, le matériel électromécanique n'intervient que comme élément parfois d'importance secondaire. Pour ces investissements, les dépenses entraînées par l'acquisition, l'entretien et le remplacement de ce matériel, seront introduites sous forme actualisée. La difficulté réelle de ce qu'on appelle généralement une décision d'investissement, ne réside d'ailleurs pas dans la réalisation d'un investissement considéré isolément, mais bien dans le choix à faire dans une gamme d'investissements. Pour l'élément électromécanique, une des difficultés majeures sera donc de

déterminer les valeurs et les époques des différentes dépenses et de là, à choisir l'investissement à réaliser à une certaine date. Il existe, dans le domaine propre du matériel électromécanique, deux types d'investissements qu'on rencontre fréquemment et qui sont :

- les investissements de remplacement, qui substituent un équipement neuf à un équipement vieilli ;
- les investissements de modernisation, destinés à abaisser les coûts.

En pratique, ces deux types sont parfois liés.

En dehors de l'aspect banal des études de remplacement, qui consistent à comparer, à une époque déterminée et pendant une période de une ou de deux années, les coûts entraînés par la conservation d'un équipement ancien ou son remplacement par un équipement identique mais neuf, il existe trois aspects fondamentaux qui sont :

- l'influence du progrès technique ;
- l'engagement que constitue une décision de remplacement ;
- l'importance d'une politique prévisionnelle.

L'influence du progrès technique devient de plus en plus prépondérante dans les problèmes de remplacement. Le diptyque « remplacer ou ne pas remplacer » ne possède pas de solution élémentaire car on devra tenir compte, dans la comparaison, des coûts futurs de l'équipement de remplacement ; coûts futurs qui seront fonction du progrès technique qui déterminera la durée de vie économique de l'équipement de remplacement.

Une décision de remplacement constitue un engagement. Cette phrase signifie que, si on a choisi une époque déterminée pour remplacer un équipement vieilli par un équipement neuf, on fixe automatiquement l'époque de remplacement du nouvel équipement. On voit immédiatement apparaître le problème. Vaudrait-il mieux postposer d'un an le remplacement et ainsi profiter d'un équipement plus moderne ? La réponse à cette question sera d'autant plus adéquate que la décision résultera d'une meilleure perception des progrès techniques à venir.

L'importance d'une politique prévisionnelle résulte déjà du point précédent, mais également du fait que, généralement, la comparaison classique effectuée à une époque déterminée conduit, dans de nombreux cas, à maintenir à l'état neuf d'anciennes installations dont la suppression ne conduirait pas à une diminution sensible des dépenses. Par contre, l'établissement de programmes prévisionnels d'entretien et de réparation, tenant compte de l'évolution technique probable, conduira, dans de nombreux cas, à mettre en évidence la nécessité d'abandonner tel type d'équipement.

5. DETERMINATION DES PROGRAMMES OPTIMA

La technique de détermination des programmes optima a subi, ces quinze dernières années, un développement remarquable grâce à l'utilisation de méthodes groupées sous le vocable de « Recherche opérationnelle ». Après une tentative infructueuse, je pense qu'il est actuellement impossible d'établir une classification valable des méthodes ou des travaux de la recherche opérationnelle. Cette difficulté de classification résulte, entre autres causes, de la diversité des méthodes et sujets traités ainsi que de l'évolution de cette technique. C'est ainsi que l'on trouve des problèmes aussi divers que : l'absentéisme, le contrôle de la qualité, les études de marché, l'organisation de la production, les accidents, les transmissions, etc... En dehors de ces problèmes classiques, on envisage l'utilisation de cette technique à la définition de problèmes sociologiques, politiques ou sociaux, à l'échelle nationale. On peut avancer que certains problèmes techniques nécessitent des études s'inspirant de l'esprit de la recherche opérationnelle.

Dans le cadre limité de cette note, on examinera deux méthodes parmi les plus usuelles et qui s'appuient sur :

- la théorie des programmes linéaires ;
- la théorie des files d'attente.

51. Théorie des programmes linéaires.

L'application la plus connue, et qui sera illustrée par un exemple élémentaire, est celle des problèmes de transport. Soit une société charbonnière dont l'extraction, réalisée dans quatre sièges : S_1 , S_2 , S_3 et S_4 , est expédiée dans deux triages : T_1 et T_2 .

Représentons par :

- x_{ij} la quantité, en tonnes de charbon, transportée du siège i au triage j ;
- c_{ij} le coût du transport d'une tonne de i en j ;
- k la différence, supposée ici identique et exprimée en F/t, entre le prix de revient au départ des sièges et le prix de vente. La décision optimum consiste à déterminer les x_{ij} de manière à rendre maximum la fonction :

$$G = \sum (k - c_{ij}) x_{ij}, \quad [1]$$

qui représente le profit de l'entreprise.

Les capacités maxima d'extraction et de traitement du charbon brut permettent d'imposer aux quantités transportées une série de conditions. L'ensemble de ces conditions et l'équation [1] forment un système linéaire. Ce système est indéterminé et, par ce fait, il est impossible de le résoudre par la méthode classique d'élimination. Diverses méthodes de réso-

lution ont été mises au point. Vu leurs difficultés, elles ne seront pas envisagées dans le cadre de cet exposé.

Les programmes linéaires permettent d'aborder certains problèmes de transport, de répartition, de stockage, de mélange, d'investissement. Dans de nombreux problèmes, la pluralité des facteurs et des produits nécessite l'utilisation des programmes linéaires qui, seuls, permettent l'étude de problèmes qui peuvent comporter des centaines d'inconnues. La théorie des programmes linéaires, dont on vient d'illustrer le principe, forme actuellement un ensemble cohérent et presque définitif. Les hypothèses restrictives de cette théorie limitent le volume de ses applications. C'est pourquoi on assiste, ces dernières années, à un développement de la théorie de la programmation dont les programmes linéaires classiques ne constitueront bientôt plus qu'un chapitre introductif, bien que fondamental. Parmi les points marquants du développement de la théorie de la programmation, on peut signaler :

- les programmes linéaires paramétriques où certaines données, qui étaient supposées constantes dans la théorie classique, sont maintenant des paramètres ;
- les programmes linéaires séquentiels qui résultent du fait que, dans de nombreux problèmes, on rencontre des éléments répétitifs dans le temps ;
- les programmes non linéaires, soit partiellement, soit totalement ;
- les programmes discrets qui s'appliquent aux cas fréquents où certaines variables ne peuvent prendre qu'un nombre limité de valeurs entières (par exemple 0 ou 1).

52. Théorie des files d'attente.

Dans ces problèmes, on considère des unités qui se présentent en des points déterminés pour recevoir un service défini. C'est par exemple le cas des machines à réparer qui arrivent à un atelier. Le nombre de machines qui tombent en panne est une variable aléatoire et on essaie de déterminer l'importance à donner au service de réparation. Ici, on devra rendre minimum une fonction qui tiendra compte, d'une part, des dépenses de l'atelier et, d'autre part, du coût des immobilisations. On peut, dans ce cas, introduire une variable priorité. Les méthodes purement analytiques permettent de traiter un certain nombre de problèmes de files d'attente relativement simples. Lorsque les distributions des temps d'arrivée et des durées de service ne sont pas susceptibles d'être décrites mathématiquement de façon simple, on doit alors résoudre les problèmes par une méthode de simulation avec l'aide des techniques suivantes : technique de Monte-Carlo, méthodes de paris, méthode de jets, processus stochastiques.

La méthode de simulation s'est développée depuis que les ordinateurs électroniques sont capables d'effectuer des opérations avec des temps unitaires de l'ordre de la microseconde et qu'ils possèdent des mémoires volumineuses. Le transport du charbon, depuis le chantier jusque la sortie du siège, est un des problèmes classiques traités par simulation. L'ensemble des convoyeurs, des berlines, des locotracteurs et des cages, forme un dispositif d'acheminement impliquant, par sa structure, un système complexe d'attente. Le problème peut prendre divers aspects. On peut ainsi déterminer le parc des berlines et de locotracteurs dont il convient de disposer, ou on peut essayer de déterminer la méthode optimum d'organisation du transport (nombre de berlines constitutives de rames, horaires à prévoir pour les locotracteurs...). L'aspect économique d'un tel problème est évident et le but de l'étude sera de minimiser le coût global.

La technique de détermination des programmes optima peut être utilisée pour résoudre de nombreux problèmes parmi lesquels on peut citer dans le domaine du matériel électromécanique : la nature et le nombre de pièces de rechange à placer dans des sous-magasins, l'organisation des transports des pièces avariées, l'établissement d'un planning de révision, le nombre de personnes à attribuer à un service d'entretien, etc...

Pour convaincre les sceptiques — il en existe toujours — de l'intérêt des études poussées pour de tels problèmes, on peut définir le dernier problème en les termes suivants : Comment déterminer le salaire maximum admissible à attribuer à un minimum de spécialistes électromécaniciens, compte tenu que l'on doit, avec des probabilités données, assurer :

- une continuité de l'exploitation ;
- une organisation optimum des travaux et visites à effectuer ;
- un niveau maximum d'heures supplémentaires (valeur de pointe et valeur moyenne) ;
- une stabilité du personnel spécialisé.

6. GESTION DES STOCKS

Il est bien connu qu'une gestion non correcte des stocks conduit, soit à des dépenses importantes par suite du capital immobilisé, soit à des défaillances dans les livraisons ou la production. A l'exception de quelques cas très particuliers, le problème de la gestion des stocks est complexe, car très souvent il est lié au problème de la production. Un exemple typique de liaison se rencontre dans la détermination du niveau optimum de la production de charbon. Cette détermination doit en effet tenir compte :

- d'une demande de charbon qui est une variable aléatoire ;

- d'une mise et reprise en stock très onéreuse ;
- d'une impossibilité de modifier rapidement la production.

En ce qui concerne le matériel électromécanique du fond, il existe également une liaison entre les deux termes : stockage et production. On notera que le caractère de cette liaison est d'ailleurs variable suivant la nature du problème étudié. De toute manière, les données du problème sont : le coût d'achat, le coût de stockage, le coût d'acquisition, le coût de défaillance, la loi de probabilité de la demande et la loi de probabilité du délai de fourniture. Les coûts classiques d'achat, de stockage et d'acquisition nécessitent les remarques fondamentales suivantes. On doit tenir compte :

- pour le coût d'achat, d'une éventuelle réduction du prix, en fonction de la taille de la commande ;
- pour le coût d'acquisition, d'un terme parfois prépondérant, qui est celui du coût entraîné par l'obtention d'une pièce particulière à un endroit déterminé.

Quant aux coûts de stockage et d'acquisition, il s'agit de coûts marginaux, ce qui, dans un problème d'ensemble, peut nécessiter le recours à une méthode itérative.

On voit donc qu'une définition correcte de ces coûts nécessite un certain nombre de précautions. Cette constatation, jointe aux difficultés de définir les coûts de défaillance et la loi de la demande, sont des raisons fondamentales pour lesquelles on devra écarter les procédés simplistes de détermination de la politique de stockage. L'application de ces procédés au cas du matériel électromécanique ne peut conduire qu'à des gains fictifs. Je crois que, seul, un examen approfondi peut conduire à une politique optimum de gestion des stocks. Cet examen, pour être fructueux, devra porter entre autres sur les aspects suivants : pièces transportables manuellement ou pas, endroits de stockage (chantier, étage, siège, magasin central ou fournisseur), durée des transports au fond et à la surface, temps de démontage et de remontage, durée de la localisation d'un défaut, choix d'une pièce ou d'un ensemble, probabilité de défaillance, coût de la défaillance, etc... En remplacement des formules simplistes, on devra, dans certains cas, tenter d'établir des solutions contenant un ou plusieurs paramètres. En général, on attribuera à ces paramètres des valeurs moyennes, pour parfois s'en écarter, afin de tenir compte de conditions particulières.

7. ETUDES DE MARCHÉ

En tant que consommateurs de matériel électromécanique, les entreprises charbonnières sont soumises à des études de marché. Nous sommes actuel-

lement défavorisés par l'action simultanée et complémentaire des deux facteurs suivants :

- le manque de confiance en l'avenir de l'industrie charbonnière ;
- le haut niveau d'activité des industries produisant du matériel électromécanique.

Il est inutile de s'étendre sur le premier point : il est indéniable que le manque de confiance existe et il suffirait, pour le mettre en évidence, de relever le nombre de représentants visitant les sociétés charbonnières avant et depuis le début de la crise, ou le nombre d'articles ayant trait à l'industrie charbonnière et publiés dans les revues de constructeurs.

Le deuxième point résulte d'une remarque dégagée par de nombreux économistes qui soulignent que les fluctuations économiques se traduisent par des amplitudes plus fortes des oscillations de l'activité des industries produisant des biens d'équipement. Or, on constate que l'existence de nouveaux débouchés (pays sous-développés, développement de secteurs industriels nouveaux, accroissement de la mécanisation) concourt à un développement des industries produisant des biens d'équipement. Si ces industries ne freinent pas cette croissance, on risque de voir apparaître la crise, deuxième phase classique des cycles économiques. C'est la raison fondamentale pour laquelle l'industrie des biens d'équipements n'a pas toujours intérêt à augmenter son potentiel de production (recherches, extension de fabrication), car elle risque de dépasser sa capacité optimum. Sous l'angle limité de l'intérêt de l'entreprise, on peut conclure qu'une industrie n'acceptera une nouvelle recherche ou la mise en fabrication d'un nouveau bien que si une étude de marché leur attribue un intérêt certain. Ceci est d'autant plus grave que nous devons actuellement nous tourner de plus en plus vers des techniques qui sont loin d'être l'exclusivité des fabricants traditionnels de matériel minier.

En dehors des améliorations marginales, tout développement technique important nécessite un minimum de disponibilités qui semblent actuellement réservées à certaines activités telles que celle de l'obtention du kW atomique. L'Assemblée Nationale Française n'a-t-elle pas voté un crédit supplémentaire de 200 millions de nouveaux francs pour l'usine atomique de Pierrelatte.

Tout ce qui précède ne présente un intérêt que s'il reste des problèmes à résoudre. La liste suivante ne comporte que des problèmes actuellement possibles mais dont les applications, lorsqu'elles existent, sont d'un coût exorbitant et sont à considérer comme des curiosités :

- le disjoncteur antidéflagrant, haute tension à télécommande par servo-moteur et à déclenchement sélectif en cas de défaut de terre ;

- les coffrets de commande des engins de faible puissance avec protection contre les défauts de terre, qui présentent une nécessité dans le cas des pompes d'exhaure de faible puissance ;
- les commutateurs de téléphonie automatique à relais statiques qui permettraient d'obtenir, entre autres avantages, des circuits de sécurité intrinsèque ;
- la commande hydraulique ;
- la pompe immergée capable d'un débit de 100 m³/h sous une hauteur manométrique de 1.000 m et qui devrait être alimentée à 6.000 V ;
- les dispositifs de télécommande et de télémessure ;
- les applications des matières plastiques.

Il existe également de nombreux problèmes qui touchent encore plus directement aux méthodes d'exploitation et on ne peut ici que souligner le remarquable effort réalisé, depuis cinq ans, par l'industrie minière anglaise, qui oriente ses recherches vers de nouvelles méthodes dont la réalisation pose de nombreux problèmes technologiques et sociologiques.

Enfin, et plus généralement, on regrettera de ne pas voir, dans l'industrie minière, les premières tentatives d'applications du contrôle des processus de fabrication par ordinateur analogique ou numérique. Ce problème a fait l'objet d'études très avancées et même de réalisations dans de nombreux secteurs, tels que ceux des produits chimiques, de l'acier, des matières plastiques, du pétrole, du ciment et de la production d'énergie électrique. Les premières expériences ont prouvé la rentabilité de ces techniques qui seraient d'ailleurs applicables à certaines activités de l'industrie minière.

8. IMPORTANCE D'UNE GESTION OPTIMUM DU MATERIEL ELECTROMECHANIQUE

Quelques méthodes usuelles de la technique économique ont été décrites dans les paragraphes précédents. L'importance des problèmes relatifs à l'électromécanisation des travaux souterrains, justifie-t-elle le recours à ces méthodes ? La réponse à cette question est développée dans ce paragraphe où l'on traitera séparément, pour la facilité de l'exposé, les trois aspects fondamentaux suivants :

- la minimisation des dépenses ;
- la maximisation de la production ;
- l'accroissement de la productivité.

Les données numériques ci-après se rapportent au cas d'une société charbonnière réalisant une extraction journalière de 5.000 t dans des chantiers à degré de mécanisation traditionnel.

81. Minimisation des dépenses.

On peut estimer que les dépenses entraînées par l'électromécanisation des travaux souterrains varient entre 100 et 150 F/t suivant le degré de mécanisa-

tion. Or, pour une somme identique de services demandés, on peut enregistrer, suivant le niveau de qualité de la gestion, des variations comprises entre $\pm 25\%$ d'une valeur moyenne que nous estimerons à 100 F. Dans des conditions, on peut caractériser l'écart entre deux gestions de qualités extrêmes, par un coût annuel d'environ : 60.000.000 F.

82. Maximisation de la production.

Ici aussi on peut caractériser l'écart entre deux activités extrêmes par un écart du revenu de l'entreprise qui peut s'élever à plusieurs dizaines de millions pour atteindre parfois quelques centaines de millions.

83. Augmentation de la productivité.

L'importance de ce point justifie les développements ci-après. Tout le monde s'accorde à reconnaître que l'augmentation de la productivité est liée, en ordre principal, aux deux facteurs : planification et mécanisation.

La planification joue certainement un rôle fondamental, tant dans la solution des problèmes d'ensemble que dans les questions de détails. L'examen de ce facteur dépasse le cadre de l'exposé et on soulignera seulement qu'il joue un rôle décisif pour l'établissement d'une ambiance favorable à la résolution optimum des problèmes posés aux responsables de la gestion du matériel électromécanique du fond. L'augmentation de la productivité, entraînée par la mécanisation, est évidente et on se référera, à ce sujet, aux résultats obtenus dans le domaine du creusement des travaux préparatoires. La mécanisation peut, non seulement jouer un rôle fondamental dans l'augmentation de la productivité traditionnelle dont la mesure est exprimée en unités bien définies, telles que : le poids, le temps, le franc, etc..., mais elle peut également contribuer à l'augmentation d'une « productivité généralisée » qui tient compte, non pas d'un facteur humain, mais de l'être humain.

Cette notion de productivité généralisée, difficile à chiffrer — les sociologues s'y attachent — pourrait être traduite, dans le cas de la mécanisation, par l'importance du facteur « homme » dans le complexe « homme-machine ». Il est de plus certain, qu'à moyen terme, l'augmentation de cette productivité généralisée marque une corrélation pratiquement unitaire avec la productivité traditionnelle.

Pourquoi cet aspect humain à propos de la mécanisation ?

La réponse à cette question est illustrée par les trois exemples suivants que soulignent les trois étapes fondamentales de toute mécanisation et traitent du problème particulier de l'évacuation du charbon par berlines.

Lors de l'utilisation de la traction animale, chaque conducteur conduisait un cheval tractant une dizaine de berlines d'un poids unitaire relativement faible. L'ouvrier dominait entièrement sa « machine » et le poids des berlines lui permettait de faire face à la plupart des situations qui se présentaient à lui.

L'évacuation du charbon a ensuite été assurée au moyen de locomotives tractant des wagonnets relativement lourds. Si on suppose que le roulage s'effectue sur un raillage de médiocre qualité, on constate que l'homme est dominé par la mécanisation, bien que sa responsabilité soit devenue plus importante. En effet, l'homme risque d'être démuné de moyens d'action devant la majorité des accidents techniques tels que : déraillements et pannes à la locomotive.

Dans un stade final, l'ensemble des moyens de traction est télécommandé par un préposé et la probabilité d'accidents techniques est pratiquement nulle. De plus, et ceci est important, l'ouvrier possède la qualification nécessaire pour entretenir l'installation de commande ou mieux la dépanner. L'homme a retrouvé sa primauté, il domine la mécanisation.

De telles considérations font apparaître, à côté du simple aspect économique, l'aspect humain. Dans des études économiques, on peut parfois tenir compte de cet aspect humain en imposant à la solution un certain nombre de contraintes ou conditions aux limites.

9. CONCLUSIONS

Au début de cet exposé, on a tenté de montrer que l'application la plus fréquente du contrôle budgétaire, qui est la répartition des frais suivant des sections de production, n'apporte aucune solution aux problèmes posés par la gestion du matériel électromécanique du fond. On n'a pas essayé d'appuyer cette démonstration sur l'idéalisation d'un système, car il n'a été proposé aucun système de remplacement. On a tenté de montrer, au contraire, l'importance du recours à des techniques multiples, mais qui permettent de résoudre un certain nombre de problèmes en tenant compte de leur aspect réel. Je pense que l'on peut caractériser l'application de méthodes « toutes faites » comme suit :

- elles satisfont l'esprit de ceux qui les ont implantées dans l'entreprise ;
- elles nécessitent un recours minimum à la réflexion ;
- elles tendent à supprimer totalement le risque (suppression dont Pascal et plus récemment

E. Borel, ont démontré l'impossibilité) :

— elles restent dans la ligne de deux siècles de comptabilité traditionnelle qui a tenté, en vain, de chiffrer le potentiel économique d'une société à deux décimales près, alors que, généralement, l'écart entre le calculé et le réel s'élève à des dizaines de millions de francs.

Dans le domaine du matériel électromécanique, il est plus utile de tourner ses efforts, non pas sur une classification par centre d'utilisation, mais bien sur une classification par nature. Un tel effort doit tendre, en particulier, à ne pas jeter pêle-mêle les dépenses entraînées par l'entretien, les grosses réparations, les renouvellements, la modernisation, la non-utilisation, etc... Seul, un tel effort, associé à de multiples conditions connexes, permet de définir le coût réel de l'électromécanisation des travaux souterrains. De plus, les valeurs moyennes tirées des études statistiques propres à l'entreprise, permettront d'évaluer rapidement, et significativement, la rentabilité d'une opération, d'un chantier ou d'un siège. Dans les rares cas où l'on se trouve en dehors des normes admises, une estimation rapide, effectuée par un spécialiste du matériel électromécanique, permettra de réduire la plage d'erreur de l'évaluation du coût du matériel à moins de quelques pourcents : ce qui est très acceptable.

Enfin, comme dans de nombreux domaines, le recours aux techniques économiques devra résulter

d'un examen préalable visant à distinguer l'essentiel de l'accessoire. L'utilisation constante de l'esprit de la recherche opérationnelle peut certainement influencer favorablement le bilan d'une entreprise, surtout si on l'applique dans le domaine de la prévision, mais la résolution détaillée d'un problème nécessitant l'emploi d'ordinateurs électroniques ne pourra être justifiable que par le bénéfice réel qu'elle apportera.

Dans le domaine du matériel électromécanique du fond, on n'insistera jamais assez sur l'importance de la prévision ou plus généralement sur l'importance de l'examen de l'avenir. N'ayant aucune raison de penser avoir la compétence nécessaire, je m'abstiendrai d'entamer une discussion à caractère économique sur les substituts du charbon. Il est cependant indéniable que l'on entre de plus en plus vite dans un avenir où la mutation, résultante extrême de la concurrence, jouera un rôle prépondérant. Compte tenu du fait que le temps qui nous est dévolu pour continuer la course au progrès nous est compté, on rejettera les examens du passé qui ne sont que d'un maigre secours pour résoudre les problèmes de l'avenir. Cette constatation, qui a été l'objet de multiples analyses parmi lesquelles on peut citer celles de Paul Valéry et de Keynes, peut être résumée par l'expression lapidaire de Detœuf : « Il n'y a de certain que le passé, mais on ne travaille qu'avec l'avenir ».