

# Mécanisation et sécurité

par R. STENUIT,

Ingénieur Principal au Corps des Mines (\*)

## SAMENVATTING

*Ons tijdvak wordt beheerst en bepaald door de technische vooruitgang, bron van steeds talrijker en beter afgewerkte verbruiksgoederen. Daaruit spruit een steeds groter wordende concurrentiestrijd voort met voor ieder industrieel de daaruit volgende verplichting een steeds grotere productiviteit na te streven.*

*De mechanisatie is daartoe de aangewezen weg. Brengt deze noodzakelijkerwijze een verhoging van het ongevalsrisico mede?*

*De huidige bijdrage strekt er toe het tegengestelde te bewijzen en aan te tonen dat de menselijke factor, met zijn veelzijdige aspecten van overwegend belang is bij ongevallen.*

*De economische gegevens die de voorbeelden van mechanisatie begeleiden zijn naamloos en gefragmenteerd, ten einde de wensen in te volgen van de ontginners die de auteur documenteerden.*

## RESUME

*Notre époque est dominée et conditionnée par le progrès technique, source de biens de consommation de plus en plus finis et de plus en plus nombreux. Il en résulte une concurrence toujours plus forte sur les marchés et une obligation pour tout industriel d'augmenter sa productivité.*

*A cette fin, la mécanisation se propose et s'impose. Est-il vrai qu'elle ait comme corollaire une augmentation du taux de risque des accidents?*

*La présente note tend à prouver le contraire et à affirmer que le facteur humain, aux aspects multiples, reste prépondérant dans l'accident.*

*Les données économiques qui accompagnent les exemples de mécanisation sont fragmentaires et anonymes pour répondre au vœu des exploitants qui ont bien voulu documenter l'auteur.*

La sécurité n'est pas nécessairement une fin en soi. Si je roule à droite sur une grand'route, c'est d'abord que je dois emprunter cette grand'route pour parcourir une étape. C'est ensuite que je tiens la droite, afin d'assurer au mieux ma sécurité. La fin première est de couvrir l'étape.

L'étape à parcourir, pour un exploitant, c'est de travailler avec profit. Mais, de même que mon étape risque de n'être pas couverte si je m'expose sur la route en roulant à gauche, ainsi le profit de l'exploitant est compromis s'il ne prend pas vis-à-vis de son personnel toutes les précautions requises par l'outil et les circonstances du travail.

L'ouvrier, quant à lui, a une tendance toute naturelle à ignorer la fin première d'une exploitation pour n'en voir que les dangers, tandis que l'exploitant a une tendance non moins naturelle à envisa-

ger avant tout la notion de profit. Il s'ensuit que ce dernier recherchera tous les moyens possibles pour réduire son prix de revient, tandis que le premier éprouvera une méfiance spontanée vis-à-vis de tout mode d'exploitation qui met en jeu d'autres forces que les siennes.

Cette divergence de points de vue explique pourquoi le progrès technique, d'une façon générale, a toujours quelque peu effrayé l'ouvrier. Celui-ci est sûr de ses bras et de ses jambes : il se méfie de l'engrenage et a peur de l'explosif. Heureusement pour l'inventeur et l'exploitant, le progrès technique épargne les forces de l'homme — sinon ses nerfs. C'est pourquoi l'ouvrier finit toujours par l'adopter.

Les raisons d'abaisser le prix de revient sont plus impérieuses aujourd'hui que jamais : concurrence nationale et internationale, rapidité des transports, exigences de la clientèle, accroissement des salaires et avantages sociaux, alourdissement des taxes industrielles, qualification réduite de la main-d'œuvre.

(\*) La présente note est publiée en même temps par la revue P.A.C.T.

Il est intéressant de rechercher, par l'étude de quelques cas particuliers, dans quelle mesure la mécanisation réduit le coût de la substance extraite et quelle est, d'autre part, son incidence sur la sécurité.

### PRODUCTIVITE

Qu'est-ce que mécaniser? C'est substituer la machine à l'homme en vue d'augmenter la productivité de l'entreprise.

La productivité : nouveau mot très à la mode, que l'on trouve sous toutes les plumes et dans toutes les bouches. Pourquoi n'avoir pas continué à parler de rendement, notion classique et simple qui exprime la quantité de matière produite par journée de travail d'un ouvrier? Cette notion disait bien qu'il y avait intérêt à accroître le volume de la production pour une main-d'œuvre donnée, ou à réduire la main-d'œuvre pour une production donnée : dans les deux cas, elle qualifiait suffisamment, semble-t-il, les méthodes suivies en vue d'abaisser le prix de revient, objectif premier de toute entreprise.

Et pourtant elle ne suffit plus. Tel objet peut être fabriqué aujourd'hui avec un rendement supérieur à celui de 1935, alors que l'usine qui le fabrique se prépare à fermer ses portes, soit qu'un concurrent étranger parvienne à offrir sur le marché le même objet à un prix moindre, soit que le goût de l' amateur se soit modifié.

Or, le progrès technique, qui marche à une cadence accélérée un peu partout dans le monde, a précisément pour effets de perfectionner les moyens de transport tout en augmentant leur rapidité et de créer des besoins chez le consommateur tout en le rendant plus exigeant.

Il faut donc aujourd'hui réunir dans une même formule : le volume de la production, le temps consacré à la production, sa qualité, son prix de revient et son écoulement. Toutes ces notions sont couvertes, ou devraient l'être, par le vocable « productivité », que nous traduirions volontiers : le *débit économique d'un produit*, chacun des termes étant pris dans son acception la plus complète.

Il apparaît immédiatement que le chef d'entreprise ne sera pas, dans tous les cas, seul responsable de sa productivité. Si c'est à lui qu'il appartient de mécaniser son extraction (ou sa fabrication) pour agir sur le facteur « débit », ce n'est pas de lui seul que dépendra l'« économie » de ce débit. Il est certes responsable du choix de son personnel, en qualité et en quantité, mais non pas des appointements et salaires, lesquels sont fixés par la loi ou l'usage. De lui dépend dans une certaine mesure l'importance de sa clientèle — qualité du produit, organisation commerciale — mais souvent aussi, et parfois bien davantage, de la politique gouvernementale de son pays et des pays concurrents, des entraves apportées à la liberté du commerce par les restrictions douanières, par la non-convertibilité des devises, etc.

Un exemple permettra d'illustrer la différence essentielle qui existe entre d'une part la productivité interne d'une entreprise, dont tous les facteurs, hormis peut-être les salaires, sont dans les mains de

l'industriel, et d'autre part la productivité finale, dont les facteurs complémentaires échappent à celui-ci. Tel exploitant a procédé à la mécanisation rationnelle de ses moyens d'abattage et de transport tout en concentrant au maximum les chantiers de production. Le produit vendable présente toutes les qualités requises par le consommateur et il y a demande sur le marché. Il suffit que le Gouvernement, pour une raison ou pour une autre, limite le prix de vente de ce produit ou en permette l'importation pour que tout l'effort de l'industriel soit compromis, sinon anéanti. La productivité interne était excellente, la productivité finale est quelconque ou nulle.

Sans vouloir pousser plus loin l'étude des facteurs de la productivité — ce qui pourrait prendre un volume — bornons-nous à conclure *qu'il ne faut pas confondre rendement et productivité* et que, lorsqu'on parle productivité dans un secteur déterminé, il faut être très prudent dans les comparaisons d'entreprise à entreprise, de bassin à bassin, de pays à pays.

Par exemple, la comparaison des rendements des mines de charbon du Hainaut avec celles de la Campine, des mines du bassin de Liège avec celles du bassin d'Aix-la-Chapelle, ne peut suffire, à elle seule, à affirmer que la productivité de l'un ou l'autre de ces bassins est supérieure à telle autre. A cet égard, les mesures que prendra dans l'avenir la Haute Autorité de la C.E.C.A. pourraient être de nature à modifier des opinions ou des situations justifiées jusqu'à présent.

Puisque nous nous bornons ici à l'examen du facteur « mécanisation », disons tout de suite que le slogan « Mécanisation à outrance » n'est pas vrai systématiquement. Que servirait de mécaniser davantage l'extraction, le transport et le débitage du marbre alors que l'acheteur fait de plus en plus défaut? Que servirait d'abattre à l'explosif de grandes quantités de charbon sans avoir au préalable adopté des moyens d'évacuation rapide dans la mine? Que servirait d'investir des millions dans un charbonnage dont les mois sont comptés?

### MECANISATION

Nous observerons particulièrement ici le secteur des carrières, trop souvent laissé dans l'ombre et sans doute bien à tort. Les carrières constituent, après la houille, la seconde richesse naturelle de la Belgique et l'on peut être assuré que leur longévité sera bien supérieure à celle de nos charbonnages. On construira ou l'on reconstruira des routes et des habitations à l'époque où l'atome aura dépassé le charbon, époque que connaîtront nos enfants. Dès maintenant, la vente des produits des carrières, dont la gamme est très étendue, correspond au 1/7 de la valeur globale de vente des industries extractives du pays. Cette proportion et ces perspectives méritent bien quelque attention, et de notre part et de celle des exploitants.

Avant de mécaniser, l'exploitant d'une carrière observera d'abord le marché. Si les perspectives sont bonnes, il étudiera son gisement pour en supputer les réserves et leur qualité. Les frais de cette pros-

pection n'entreront pas en ligne de compte, car les capitaux que requiert une mécanisation sont très importants.

Supposons que la mécanisation soit décidée et qu'il s'agisse de pierre dure, telle que calcaire ou grès. La première phase, celle de l'abattage, est la plus facile à réaliser et la plus économique. On utilisera l'explosif en grandes quantités, réparties dans plusieurs fourneaux de grande profondeur, convenablement espacés eu égard à la nature du gisement : c'est le tir en masse, dont la technique est aujourd'hui suffisamment au point pour permettre des consommations d'explosif de 75 g. de 60 g ou même moins par tonne de pierre abattue, y compris le tir secondaire nécessaire à la fragmentation des gros blocs résultant du tir primaire.

Car il ne suffit pas d'abattre : il faut évacuer les produits jusqu'au concasseur et au delà. C'est ici que les grosses dépenses vont se présenter : achat de scrapers ou de pelles mécaniques, de véhicules de transport, de concasseurs primaires. Tous ces engins sont très coûteux, exigent un personnel qualifié et donnent lieu à des frais d'entretien considérables à cause de leur fonctionnement forcément brutal.

Leur amortissement va donc peser sur le prix de revient. Il est vrai que c'est ici que l'on réalisera les plus grandes économies de main-d'œuvre. Encore faut-il ne pas perdre de vue que la suppression du ramassage à la main des produits abattus entraînera la suppression du triage, lequel permettait d'éliminer les terres et autres impuretés, et celle du calibrage des morceaux, déterminé suivant l'orifice d'alimentation du concasseur de débit normal.

On peut néanmoins prévenir le premier de ces inconvénients en découvrant soigneusement et largement le gisement avant l'abattage ou y remédier en lavant les produits du concassage primaire au moment du criblage.

Enfin, l'extraction à ciel ouvert étant tributaire, chez nous particulièrement, des conditions atmosphériques, il sera prudent d'envisager le stockage des produits abattus, en amont du concasseur primaire, de même qu'en prévision d'une panne à ce dernier il conviendra de conditionner largement le parc des produits finis.

Cette énumération sommaire des facteurs à retenir dans l'avant-projet d'une carrière suffit à montrer que le slogan « Mécanisation à outrance » est fallacieux, comme tous les slogans, et qu'il faut au contraire étudier une telle opération, non pas sous l'angle du rendement seul, mais sous l'angle de la productivité de l'entreprise : volume, temps, qualité, prix de revient, écoulement, c'est-à-dire débit économique.

Nos maîtres de carrières le savent généralement et s'il en est qui ont réalisé de magnifiques transformations, spectaculaires autant que profitables, il en est d'autres qui se sont sagement bornés à une semi-mécanisation, compatible avec les données du marché ou la situation topographique de leur carrière, et il en est même qui ont dû renoncer à toute innovation dans ce domaine.

## A. Calcaire.

### Premier exemple.

Le gisement est constitué par des bancs horizontaux de calcaire compact, au nombre de 30, s'élevant sur 70 m de hauteur. La composition de ces bancs, qui renferment un peu de silice ou de magnésie, est variable. Or, la chaux issue de ce calcaire doit, pour l'usage qui lui est réservé, être extra-fine et contenir au maximum 1,5 % de MgO, sans renfermer de nodules siliceux. Il faut donc abattre la roche banc par banc, ou à peu près, pour opérer un tri et ne procéder que par petites mines. La consommation spécifique d'explosifs est élevée : 200 g par tonne. Le transport de la carrière aux silos de chargement se fait par homme, les distances étant courtes. Bien que l'extraction soit de l'ordre de 350 tonnes par jour, il ne peut être question, pour l'instant, d'abattage en masse dans cette carrière.

### Deuxième exemple.

Le gisement est constitué par des bancs horizontaux de calcaire tendre, friables et affectés de failles et de dérangements. La partie supérieure du front, qui a 45 m de hauteur moyenne, renferme assez bien de terres. L'abattage se fait par mines doudelées à la poudre noire et doit être suivi d'un triage sérieux en vue de dégager la pierre qui doit être cuite dans des fours à chaux. La consommation spécifique d'explosifs est de 110 grammes.

Le tir en masse, déjà tenté, avait pour effet de donner 30 à 40 % de 0-10 inutilisable et d'ébranler le rocher, paraît-il, sur une certaine profondeur derrière les éboulis, ce qui compromettait le tir suivant.

D'autre part, la situation topographique de l'exploitation avait nécessité, depuis longtemps, l'établissement d'un trainage par câble de 1.000 m, avec parcours souterrain, qui amenait les produits soit au pied du terri, soit au niveau de chargement des fours.

Cette carrière, déjà partiellement mécanisée, ne permet pas, pour le moment, une mécanisation plus poussée.

Sa production est du même ordre de grandeur que dans le cas précédent. Le prix de revient de la roche abattue et transportée est inférieur de 14 % à celui du premier exemple, la différence étant à l'actif du forage et de la consommation d'explosif.

### Troisième exemple.

Le gisement est constitué par des bancs de calcaire dur, assez massifs et par endroits magnésifères. L'abattage se fait par mines doudelées à la poudre noire et n'est que rarement suivi d'un triage. Les fours à chaux, qui absorbent pratiquement toute la production, sont distants de 1 km des fronts. Le transport se fait par rames de 18 wagons de 1 tonne, chargés à la main et tirés par locomotives à trolley. La consommation d'explosif est de 240 grammes à la tonne, dont 75 pour le tir secondaire.

Avec une production double de celles des deux cas précédents, le prix de revient de la roche abattue et transportée est supérieur de 12 % à celui du premier exemple, la différence étant imputable à la consommation d'explosif et au transport.

Une telle exploitation devrait connaître le tir en masse, le ramassage à la pelle et le transport par véhicules sur pneus.

### B. Grès.

Nous comparons deux exploitations produisant presque exclusivement des concassés. L'une extrait journalièrement 500 tonnes, l'autre 600 tonnes.

Des deux côtés, le prix de revient de l'abattage, du triage et du chargement à la main est de l'ordre de 20 F par tonne, charges sociales non comprises. Le triage intervient pour une part importante, à cause des schistes et des terres abattus avec le grès à certains fronts et eu égard à la qualité requise pour les concassés.

Dans l'une des carrières, qui est située dans une vallée étroite où passent une rivière, une route et un chemin de fer, le transport des produits vers le concasseur est tributaire d'installations anciennes : traînages et plans inclinés automoteurs, qu'il serait difficile sinon impossible de modifier radicalement. Le coût du transport se chiffre par 8,30 F à la tonne.

Dans l'autre carrière, où la situation topographique a permis de remplacer tous les plans inclinés par des chemins, le transport est effectué par des camions à essence, les uns basculants, les autres à bacs détachables. Le coût du transport, pour une distance équivalente, n'est plus que de 5,80 F par tonne.

La seule mécanisation du transport a permis de réaliser une économie non négligeable.

### C. Sable.

#### Premier exemple.

Le gisement est constitué par du sable à 99 % de silice, renfermant çà et là des silex. Après l'enlèvement d'une couverture de 2,5 à 4 m de terre à galets plantée de bouleaux, enlèvement que l'on effectue à l'aide d'un grappin de 500 litres qui déverse ses prises sur une courroie transporteuse de 100 m de longueur, la hauteur du front d'exploitation est de 15 mètres.

Le talus est attaqué au pied par un grappin de 750 litres actionné par un moteur à gas-oil de 56 CV. La hauteur d'attaque est de 3 mètres. Ensuite, le sable est pris en remontant, jusqu'à la crête, par des hommes armés de pioches. Il s'éboule par paquets de faible volume, à cause de la présence des silex.

Le sable éboulé est chargé sur des sauterelles, puis criblé et ensuite déversé dans des wagons de la Société Nationale. Ceux-ci sont évacués par une petite locomotive à vapeur.

Avant la mécanisation de l'abattage, il fallait 25 hommes pour réaliser une extraction de 500 tonnes/jour, sans compter le personnel de la découverte ni celui de l'atelier, de la locomotive et des déblais.

Aujourd'hui, la même extraction ne demande plus que 6 hommes, l'autre personnel restant constant. Le gain de main-d'œuvre se chiffre donc par  $19 \times 33 \text{ F} \times 275 \text{ jours} = 172.425 \text{ F}$  par an. Cette somme couvre largement les frais d'acquisition, de conduite et d'entretien d'un grappin qui ne doit pas

être amorti en peu d'années, comme c'est le cas dans les carrières de pierre dure.

#### Deuxième exemple.

Le sable se présente suivant un front très développé, de plusieurs centaines de mètres de longueur, de 40° en moyenne d'inclinaison et de 35 mètres de hauteur.

Généralement, les six premiers mètres du bas contiennent du sable à gros grains durs, à 99 % de silice, utilisé dans les scieries de marbre. Viennent ensuite, en remontant, du sable à silex, du sable à 90 % de silice et du sable gras contenant 20 % d'alumine, ces teneurs n'étant pas absolues.

Ce dernier est utilisé en fonderie, le précédent en maçonnerie et le sable à silex entrera dans la fabrication du béton, pour autant qu'il renferme moins de 5 % de matières étrangères. Le silex est pratiquement perdu et stocké.

Si la demande de ces différentes qualités était assurée de façon régulière, on pourrait diviser le front en trois gradins sur lesquels circuleraient des draglines.

Tel n'est pas le cas. Il faut tantôt tel sable, tantôt tel autre, tantôt tel mélange.

L'extraction se fait soit à la pelle à bras, soit à la herse mécanique.

Le premier système, bien connu, consiste à remonter le talus sur du sable que l'on abat soi-même à l'aide d'une pelle à long manche. Ce procédé peut comporter certains risques; nous en parlerons plus loin. Il permet à sept hommes d'abattre, par heure, 100 tonnes de sable d'une qualité déterminée : maçonnerie, béton ou autre. Le sable est ensuite ramassé au pied du talus, par une pelle ou tout autre engin.

Le deuxième système va permettre d'abattre, avec un personnel sensiblement réduit, 300 à 1.000 tonnes par heure, suivant que l'on désire du sable d'une qualité déterminée, situé dans tel lit du front, ou du sable en mélange, provenant de deux ou trois lits.

Ce système nécessite essentiellement : au pied du talus, un treuil à deux tambours, avec moteur de 40 CV, capable d'un effort de traction de 2 tonnes, l'ensemble étant fixé sur un wagon lesté; au sommet du talus, une potence avec poulie, déplaçable parallèlement au front dans un sens ou dans l'autre au moyen de treuils à bras; sur le talus même, une herse attachée à un câble sans fin s'enroulant d'une part sur la poulie de la potence et d'autre part sur les tambours du treuil mécanique. La rotation de ces tambours, dans un sens ou dans l'autre, permet de déplacer la herse sur tout ou partie du talus de sable.

Lorsqu'elle remonte, ses dents sont en l'air; lorsqu'elle descend, elle se retourne et les dents mordent le sable. Celui-ci glisse et s'accumule au pied du front où il ne reste qu'à le ramasser.

Le déplacement de la potence ne doit pas être synchronisé avec l'avancement du treuil à tambours; celui-ci peut avancer de plusieurs mètres pour une position donnée de la potence, le câble de la herse balayant progressivement le talus en éventail.

En régime, l'opération nécessite 1 homme au treuil à tambours et, au moment du déplacement de

la potence — soit pendant 2 heures pour un déplacement de 15 mètres — 2 hommes à chaque treuil à bras.

Le gain de main-d'œuvre à la tonne extraite est donc considérable.

Quant au chargement du sable au pied du front, il est identique pour les deux modes d'abattage. Il est effectué par une drague-trommel dont les godets, d'une capacité de 90 litres, peuvent mordre le talus de sable sur 6 mètres de hauteur. En régime, l'engin peut charger 150 m<sup>3</sup>/heure. Il consomme 40 litres de mazout par poste de 8 heures et occupe 2 hommes: un mécanicien et un doseur-surveillant (fig. 1).



Fig. 1.

*Troisième exemple.*

Le front de sable kaolinique a 20 m de hauteur. Il est coupé en deux par une banquette de quelques mètres de largeur.

Le sable renferme 10 % de kaolin (2 SiO<sub>2</sub>, 2 H<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), soit 4,5 % d'alumine, et il est à la fois compact et homogène. Les essais d'abattage à l'explosif sont encourageants.

Au pied d'un gradin de 70° d'inclinaison, on fore à la tarière un trou horizontal de 1,50 à 2,50 m de longueur, dans lequel on introduit 300 à 500 grammes d'explosif brisant. Le sable est ébranlé par le tir et s'éboule. Généralement, l'inclinaison du front après le tir reste semblable à ce qu'elle était avant le tir et l'on peut poursuivre les opérations. Il arrive que, par suite d'une hétérogénéité locale, le sable ébranlé ne se détache qu'avec un certain retard, parfois même lors du tir suivant, laissant entretemps un surplomb qui entrave les opérations ultérieures. Les quantités ébouleées vont de 70 à 200 tonnes par tir. En moyenne, on table sur une consommation de 5 à 10 grammes par tonne de sable abattu.

L'enlèvement du sable s'effectue à l'aide d'une pelle mécanique capable de 300 tonnes par jour. Les camions chargés empruntent pour sortir de l'excavation un chemin montant qui remplace d'anciens plans inclinés.

Le sable kaolinique est décanté plusieurs fois en vue de l'isolement du kaolin. La séparation des deux éléments est due plus à la différence de grosseur des grains (0,1 mm pour le sable et 0,001 mm pour le kaolin) qu'à la différence des densités (2,55 pour

le sable et 2,65 pour le kaolin). Les exigences des utilisateurs de kaolin : céramique, papeterie et caoutchouc synthétique, sont de plus en plus sévères. Aussi essaye-t-on aujourd'hui d'éliminer du kaolin le mica qu'il contient. Le lait kaolinique passe dans des tamis vibrants à mailles de 0,07 mm de côté. Le rendement est de 300 kg de mica pour 8 tonnes de kaolin traitées.

L'ancien système d'abattage et le chargement sur wagonnets au pied du front requérait cinq hommes pour une extraction de 100 tonnes par jour. La pelle actuelle charge 300 tonnes par jour avec un mécanicien et moyennant 2 heures de travail d'un mineur. L'économie est évidente.

**D. Craie.**

*Premier exemple.*

Le gisement de craie est homogène et sans sillex. L'exploitation se fait à l'aide d'un excavateur à godets qui se déplace sur une banquette de 500 m de longueur, extrayant la craie à 25 m de profondeur, dans la nappe aquifère, suivant un talus de 50° (fig. 2).

L'élinde ou bras métallique supportant la chaîne à godets peut non seulement pivoter autour d'un axe horizontal pour se relever ou s'abaisser, mais aussi avancer avec tout son mécanisme sur une distance de 3 mètres, perpendiculairement à la direction de la banquette.

Ce dernier mouvement — système tout nouveau — permet d'avancer le long de la banquette par

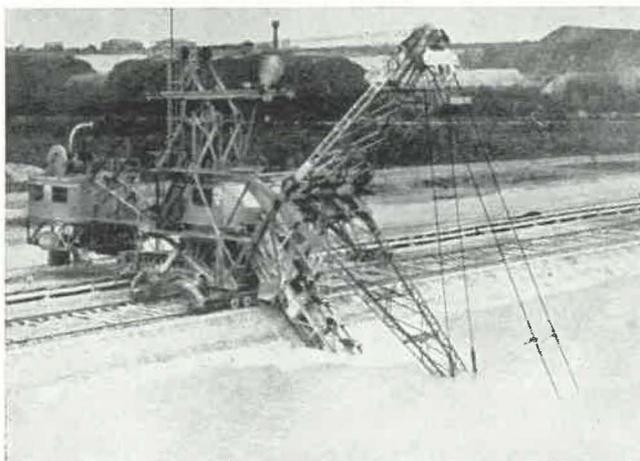


Fig. 2.

brèches de 3 m. Chaque brèche est ouverte progressivement par les godets de l'élinde qui mordent chaque fois 10 cm de craie, de bas en haut du talus avec une régularité quasi géométrique, ce qui assure un débit régulier et homogène. L'épaisseur des petites tranches est déterminée par la résistance de la matière.

L'excavateur tout entier, y compris son contre-poids de 32 tonnes, pèse 200 tonnes et repose sur trois rails espacés successivement de 0,9 et de 4,55 mètres. Les deux premiers supportent deux boggies à quatre essieux, le troisième un monorail à huit roues. Sa vitesse de translation est de 80 cm/min.

L'énergie électrique est amenée par un câble souple qui suit le déplacement de l'engin en s'enroulant ou se déroulant sur un tambour. La tension du courant est de 6.600 volts; elle est abaissée, dans une cabine de 325 kVA, à 500 volts pour les moteurs, à 220 pour l'éclairage permanent et à 24 pour l'éclairage portatif.

Les puissances des moteurs sont respectivement de 160 CV pour la commande de la chaîne à godets, de 20 CV pour le déplacement ou pour l'inclinaison de l'élinde, de 15 CV pour les tambours moteurs des rubans qui évacuent la craie des godets et de 7 CV pour la translation.

Un émetteur-récepteur à ondes courtes met en relation avec l'usine le conducteur de la machine, dans une cabine renfermant tous les appareils de commande et de contrôle.

Au fur et à mesure que l'excavateur avance, par brèches de 3 m, le long de la banquette, on procède à l'arrière au ripage des voies et du ruban transporteur, de façon que l'excavateur puisse, arrivé au bout des 500 m de la banquette, retourner à sa base de départ et recommencer immédiatement son travail (fig. 3).

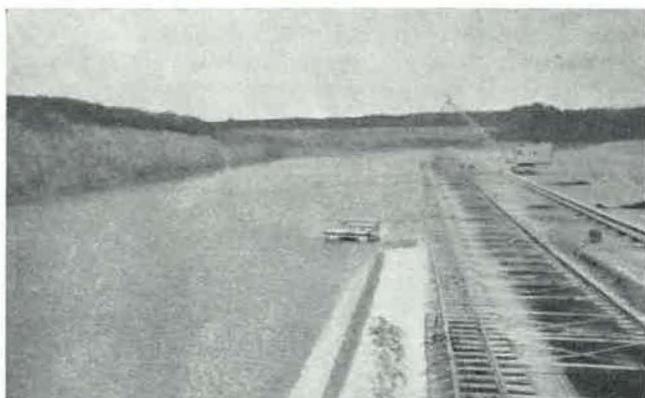


Fig. 3.

Le ruban transporteur, qui est ripé en même temps que les rails, est parallèle à ceux-ci et à la longueur du front à découper, soit 500 mètres. Il reçoit la craie des rubans de l'excavateur et la déverse, à une extrémité de la banquette, dans un second transporteur à ruban, fixe celui-ci, et qui achemine les produits jusqu'à l'usine qui les traite.

Chacun des transporteurs doit évidemment être capable du même débit que celui de l'excavateur, soit 150 m<sup>3</sup>/heure. Ce sont des courroies sans fin de 76 cm de largeur, en caoutchouc naturel et en forme d'auge de 20° d'angle. Elles sont mues par un moteur de 60 CV avec accouplement hydraulique et tambour de 1 m de diamètre recouvert de plaques en ferodo. Leur vitesse de translation est de 1,75 m/seconde. Divers contacteurs déclenchent l'installation lors de déplacements latéraux aux tambours de tête ou de pied, lors de déchirures partielles de la courroie ou lors du glissement de la courroie sur le tambour de commande. La tension des rubans est assurée automatiquement par un contrepoids de 2 tonnes.

La longueur totale des deux transporteurs est de 1.150 mètres. Leur durée est estimée à cinq ans, eu égard à la qualité physique de la craie extraite; celle-ci se présente, en effet, en petits morceaux qui ne blessent pas le caoutchouc en tombant des trémies.

Ce point est très important et justifie le souci de l'exploitant de rechercher le type de dent ou de couteau optimum à adapter aux godets de l'excavateur pour fragmenter le plus possible les blocs de craie qui pourraient se détacher du front en trop gros morceaux.

S'il arrive qu'une motte de craie trop grosse pique la bande, la blessure est aussitôt vulcanisée. D'autre part, la courroie est toujours très propre à cause de l'eau accompagnant la craie qui provient de la nappe aquifère.

Le prix de telles courroies est de l'ordre de 1.000 francs par mètre courant, tandis que le coût de l'excavateur est de quelque 10 millions. Mais le personnel de la carrière, où l'on extrait en deux postes, ne se monte qu'à huit ouvriers au total, alors que précédemment, quand on extrayait au-dessus de la nappe aquifère, au moyen de scrapers ou de bulldozers, le personnel était de vingt hommes pour la même production de 2.000 tonnes par jour. Le transport, à cette époque, se faisait par wagonnets de la carrière à l'usine.

En résumé, l'exploitation en grand au moyen d'engins ultra-modernes a permis de réduire d'un tiers environ le prix de revient de la matière extraite, non seulement par un gain de douze hommes sur un total de vingt, mais en outre par la diminution des frais d'entretien des engins utilisés.

#### Deuxième exemple.

Le gisement de craie n'est pas homogène, mais il n'est pas noyé. Il se présente, sur 1.400 m de longueur et 60 à 80 m de hauteur, en plusieurs bancs faiblement inclinés sur l'horizontale et de qualités différentes : 90 ou 95 % de CaCO<sub>3</sub>, présence ou absence de silice.

L'extraction ne peut donc être faite en masse, de haut en bas. Les bancs présentent du reste, çà et là, quelques fissures qui les rendraient impropres à l'abattage en masse.

On a donc divisé le front en trois panneaux indépendants. L'abattage s'y fait suivant les besoins de la cimenterie : tantôt une craie plus calcaireuse, tantôt une craie plus siliceuse est demandée. Il s'ensuit qu'il est fort difficile, à la carrière, de réaliser un même avancement à tous les étages.

La craie est entamée, à la base du front, par des scrapers. Quand la saignée atteint quelques décimètres, la matière en surplomb s'abat d'elle-même, laissant un front pratiquement vertical de 20 à 30 m. Elle est ensuite, soit enlevée par des pelles de 1,3 m<sup>3</sup>, soit poussée par des bulldozers jusqu'au bord de la banquette pour tomber finalement au niveau zéro où passe une voie collectrice principale sur laquelle circulent des wagonnets tirés par câble. La distance de la carrière à l'usine est de 1 km.

Ces modes d'abattage et d'évacuation au chantier ne sont pas définitifs; ils sont encore à leur premier stade. C'est ainsi que l'on envisage, pour fragmenter

les gros blocs de certains bancs sans l'aide d'explosif, l'essai d'un concasseur mobile qui accompagnerait la pelle. On a pu également fixer les limites inférieure et supérieure de rentabilité du bulldozer pour le déplacement de la craie abattue : 50 m et 75 m. La limite supérieure pour un scraper : 150 m. La durée de fonctionnement d'un bulldozer avant révision complète : 10.000 heures. La vie d'une pelle : 13 à 15 millions de tonnes de craie.

Quelles que soient ses imperfections, et en dépit du prix élevé des engins — plusieurs millions chacun — le procédé d'abattage ci-dessus permet d'extraire normalement 5.000 tonnes par jour, en deux postes occupant chacun sept hommes.

**SECURITE**

Il est assez fréquent d'entendre dire de bonne foi, au lendemain d'un accident : c'est le prix de la mécanisation, hélas!

Certes, tout progrès se paye en vies humaines, qu'il s'agisse d'automobile, d'explosif ou de machine-outil. Mais nous ne croyons pas que la mécanisation, considérée dans son ensemble et sur une période de temps assez longue, puisse être considérée comme synonyme de danger.

Dans les mines de houille, où la mécanisation des moyens d'abattage, de transport et de soutènement s'étend d'année en année, on ne peut pas dire que l'on assiste à une recrudescence corrélative du nombre de tués ou de blessés. Si l'on observe, dans tel ou tel secteur mécanisé de la mine, une légère augmentation du taux de risque, on est forcé de l'attribuer en fin de compte, au facteur humain. Là où celui-ci joue un rôle minime : si l'organisation du travail ou la situation du chantier de travail requiert un minimum d'attention de l'ouvrier ou si les dispositions réglementaires sont plus strictes, on constate que le taux de risque diminue.

Interrogeons les chiffres.

Parmi les causes d'accidents recensées depuis très longtemps par l'Administration des Mines, nous pointons, comme pouvant refléter l'influence de la mécanisation prise dans son acception la plus large, les rubriques suivantes :

- éboulements,
- transports,
- minage,

divers fond (emploi de machines et appareils mécaniques, électrocution, coups d'eau, etc.),

et nous indiquons, pour chacune de ces catégories, la moyenne de tués pour 10.000 ouvriers du fond et de la surface, calculée pour des séries de cinq années consécutives.

Ces chiffres ne comprennent pas les accidents dus à la translation ou aux éboulements dans les puits et cheminées, non plus que les accidents dus au grisou.

Si l'on examine ces données par colonne, on constate que c'est le minage qui fait le moins de victimes et que c'est l'éboulement qui en fait le plus. Or, les opérations de minage : manipulations, chargement, amorçage, bourrage et tir comportent sans aucun doute des causes de danger nombreuses et étalées dans le temps. Mais voilà : les dispositions réglementaires sont sévères et éprouvées, ce qui limite toute initiative intempestive de la part de l'opérateur. Le facteur humain joue fort peu, voire pas du tout.

On constate, en outre, que pendant la guerre la mortalité a atteint un taux anormal. Si l'on veut bien se rappeler que l'accident requiert la concomitance de deux causes : la cause première (explosif, machine en marche, pierre en équilibre instable) et la cause déterminante (imprudence, distraction, négligence, ignorance), on comprendra aisément que l'anomalie n'est qu'apparente : le temps de guerre s'accompagne naturellement d'une certaine déficience physique et morale et d'une proportion plus grande de mineurs occasionnels. Facteur humain.

Si l'on examine les chiffres par ligne, en éliminant les années 1940 à 1944, on observe une diminution du risque en minage et une tendance à l'augmentation en éboulements. En transport et divers fond, il y a diminution du risque au cours des quinze années qui ont précédé la guerre, puis augmentation après la guerre. Faut-il incriminer la mécanisation?

Si la réponse était affirmative, l'exploitant lui-même renoncerait à mécaniser, car les morts et les blessures et les indemnités de chômage grèvent son prix de revient. Cependant, on ne peut nier que les cadres ou étançons métalliques, que les convoyeurs de taille ou l'électricité ne constituent des sources supplémentaires d'accidents. Mais on doit ajouter qu'ils permettent une plus grande concentration, de grands avancements et une résistance plus efficace aux pressions de terrains.

D'aucuns reprochent à la concentration d'exposer un plus grand nombre d'hommes à un endroit donné d'une taille; on peut rétorquer que, indépendamment de la diminution du risque d'éboulements due aux grands avancements, la longueur totale des fronts est réduite et le rendement amélioré : le nombre d'hommes exposés est, tout compte fait, moins élevé.

Ce qui est vrai, c'est que la main-d'œuvre étrangère est de plus en plus nombreuse dans nos mines, depuis la guerre, et surtout dans les tailles. Cette

	Moyenne 1926-30	Moyenne 1935-39	Moyenne 1940-44	Moyenne 1949-53
Eboulements	3,33	4,25	7,07	4,99
Transports	1,96	1,37	1,78	1,45
Minage	0,34	0,21	0,28	0,18
Divers fond	0,65	0,58	1,32	0,72
	6,28	6,41	10,45	7,34

main-d'œuvre est rarement qualifiée; elle ne connaît pas les dangers du fond et n'a pas l'ouïe ni les yeux tendus vers les terrains dont l'équilibre risque à tout moment d'être rompu; elle n'a pas non plus l'agilité du mineur de race pour se garer de la pierre qui tombe ou du chariot qui déraile. Facteur humain encore une fois.

Quelques chiffres seront peut-être plus éloquentes pour convaincre ceux qui incriminent la mécanisation.

Intervention des appareils mécaniques d'abattage dans la production :

en 1927 : 81 %  
 en 1938 : 99,7 %  
 en 1952 : 99,9 %

Intervention des marteaux perforateurs dans le creusement des galeries :

en 1927 : 90,4 %  
 en 1938 : 94,4 %  
 en 1952 : 93,7 %

Soutènement métallique des tailles :

en 1947 : 204.700 étauçons  
 en 1952 : 286.222 étauçons et 141.135 bèles

Revêtement des galeries de transport :

en 1939 : bois 47 %  
 en 1952 : bois 8,8 %

Transport mécanique dans les tailles :

en 1927 : 25,4 % de la production  
 en 1939 : 53,3 %  
 en 1952 : 66,3 %

Transport mécanique dans les galeries :

en 1927 : 19,8 % de la production  
 en 1939 : 63,7 %  
 en 1952 : 92 %

Foudroyage correspondant à :

36,2 % de la production : en 1939  
 62,9 % de la production : en 1952

Moteurs dans les travaux souterrains :

en 1939 : 158.730 kW installés  
 en 1952 : 231.956 kW

Moteurs à la surface :

en 1939 : 447.584 kW installés  
 en 1952 : 661.306 kW

Explosifs et détonateurs :

en 1938 :	dynamite	:	565.408 kg
	D.I.	:	1.852.958 kg
	P.N.	:	520 kg
	détonateurs	:	5.618.433 kg
en 1952 :	dynamite	:	946.595 kg
	D.I.	:	1.663.783 kg
	P.N.	:	—
	détonateurs	:	5.681.520 kg

Le rapprochement de ces chiffres et de ceux des taux de risque dans la mine permet de penser, à bon droit, que la mécanisation ne tue pas.

Quelle est la situation dans les carrières ?

Il est difficile d'établir une relation statistique, comme dans les mines, entre le taux de risque et la mécanisation, car celle-ci n'a guère subi de modifications au cours des dernières décades. D'autre part, le personnel occupé étant beaucoup moins nombreux que dans les mines, il est plus difficile de comparer

des taux de risque au point de tirer des conclusions. C'est surtout après la guerre que les exploitants, aiguillonnés par la concurrence étrangère, ont senti qu'il devenait nécessaire de produire rapidement et économiquement des matériaux de qualité.

Dans les carrières mécanisées que nous avons passées en revue plus haut, on n'est pas arrivé à la constatation d'une diminution de la sécurité imputable à la mécanisation. Au contraire.

Le tir en masse a pour effet d'abattre en une fois, du haut en bas, les pierres que l'on abattait en des dizaines ou des centaines de fois sur plusieurs gradins. Il saute aux yeux que la sécurité ne peut qu'y gagner : au moment du tir, tout le personnel se trouve bien loin et à l'abri, par crainte; le peignage est fait sur toute l'étendue du front et est bien fait, car on n'a pu l'éviter; l'importance des éboulis fait que les chutes de pierres atteignent rarement l'ouvrier; les chutes d'un gradin étroit sur un autre ne sont plus possibles.

L'enlèvement des produits par pelles ou grappins met l'opérateur à l'abri des projections, voire d'éboulements localisés. Les transports par camions, par longs trains sur rails ou par convoyeurs à bandes sont l'occasion de bien moins d'accidents que les chargements à la main, la poussée manuelle des wagonnets ou les plans inclinés.

La conduite et l'entretien d'engins puissants tels que concasseurs primaires, scrapers ou excavateurs sont pratiquement exempts de danger : la commande se fait par leviers ou boutons-poussoirs, d'un siège confortable, et l'entretien ne peut se faire qu'à l'arrêt. Les arbres de transmission, les courroies et les engrenages sont loin du conducteur et bien protégés.

Enfin, et par-dessus tous ces détails, la mécanisation réduit la main-d'œuvre et, par conséquent, moins d'hommes sont exposés aux dangers inhérents à l'extraction.

Il est cependant, parmi les procédés rencontrés, deux opérations qui, à première vue, ne sont pas sans danger. La première consiste à abattre du sable à la pioche sur un front de 20 m de longueur, en remontant un talus de 40° d'inclinaison et de 35 m de hauteur. En fait, les opérateurs ont le front devant eux et plus haut qu'eux et ils progressent sur le sable qu'ils viennent d'abattre. A première vue, ce procédé semble devoir être condamné. Cependant, les carrières où nous l'avons rencontré le pratiquent depuis de nombreuses années sans avoir connu le moindre accident. L'une des raisons est que le sable, sans être gras, est mélangé à du silex qui le rend plus cohérent. Une autre raison est que l'avancement du front est régulier, à une cadence qui ne donne pas le temps au sable de s'effriter pour prendre son talus naturel. Enfin, l'opération d'abattage se fait rapidement, de bas en haut, sans interruption. Les avancements rapides constituent, dans les roches meubles comme dans le charbon, un facteur de sécurité.

La seconde opération est le tir en sable kaolinique.

Dans l'exemple du sable kaolinique, nous avons vu que le tir peut laisser subsister, en surplomb, un pan de front ayant résisté à l'ébranlement. Le cas se présente lorsque le sable est localement

hétérogène. Il n'échappe à personne que, sinon les opérations de ramassage qui se font à la pelle, celles de forage et de chargement des mines suivantes sont dangereuses. C'est dans de tels cas que l'on augmente la longueur de la charge des fourneaux. On a essayé de forer des trous subverticaux à partir du sommet du gradin, à peu près parallèles à l'inclinaison du front, mais on s'est heurté à la friabilité de la matière, laquelle remplissait partiellement le trou.

Quoi qu'il en soit, il doit être interdit de laisser travailler du personnel en-dessous de pans de sable en surplomb.

### FACTEUR HUMAIN

A côté de la cause première (explosif, machine en marche, pierre en équilibre instable), la cause déterminante d'un accident est, presque toujours, l'imprudence, la distraction, la négligence ou l'ignorance de quelqu'un. Pour convaincre ceux qui l'admettent difficilement, il manque des statistiques. Espérons que, d'ici quelques années, le dépouillement des *fiches d'accidents* apportera d'utiles renseignements.

Ces causes déterminantes tiennent, chez l'individu :

- 1) au tempérament. — Le lymphatique ne se comportera pas comme le bilieux ou le colérique.
- 2) au caractère. — L'homme consciencieux respectera les consignes, tandis que l'astucieux cherchera à les transgresser. Le distrait ne verra pas ce que l'attentif aurait perçu.
- 3) au degré d'intelligence et à la connaissance. — Connaître le métier et par conséquent ses dangers est capital. Mais les fruits de l'apprentissage dépendront du degré d'intelligence.
- 4) à l'état de santé et au milieu familial. — L'homme bien portant et heureux chez soi entamera sa tâche avec bonne humeur et sans préoccupations.

Tempérament, caractère et degré d'intelligence sont des données de l'individu. On n'y peut rien changer — ou guère. Mais on peut les déceler lors de l'embauchage. C'est pourquoi l'on ne peut qu'encourager les méthodes dites anthropotechniques, qui ont pour but de découvrir, au moyen de tests, le métier qui convient le mieux à l'homme qui cherche du travail. Tel abatteur médiocre aurait pu faire un bon recarreur. Tel pulmonique n'aurait jamais dû être exposé aux intempéries ni aux gaz. A chaque individu correspond un climat qu'il faut

essayer de découvrir. Il ne faut pas demander à un figuier de donner des figues en Belgique. Si on le plante en serre, il en donnera ; mais elles ne seront pas bonnes.

Les autres éléments du facteur humain appartiennent surtout aux autorités, patronales et autres, intéressées à l'emploi.

Connaissance du métier. Elle ne s'acquiert qu'à la longue et peut même nécessiter l'écolage. Nous ne parlerons pas ici des difficultés, financières et autres, de ces écoles pour mineurs ou pour carriers. Nous voulons seulement souligner que la sécurité de l'ouvrier est liée, pour une large part, dans le cas de métiers difficiles ou délicats, à la qualité de l'enseignement théorique et pratique des écoles d'apprentissage. A ce propos, il est hors de doute que l'ignorance et l'inaptitude de la plupart des ouvriers étrangers, très nombreux, dont nos mines de houille ont eu besoin après la guerre sont à l'origine de beaucoup d'accidents. Ajoutons que la grande majorité d'entre eux viennent chez nous à titre temporaire et ne se soucient guère de retenir, voire de comprendre, les enseignements qui leur sont donnés.

Etat de santé et milieu familial sont souvent connexes. L'ouvrier n'aime guère rentrer dans un baraquement aux cloisons disjointes et aux dimensions exigües ; la femme ne s'y attache pas ; l'enfant s'en échappe avant d'en être chassé. Les répercussions physiques et morales de telles situations n'échappent à personne. Saint Thomas d'Aquin n'a-t-il pas écrit que la vertu ne va pas sans un minimum de confort ?

La coordination harmonieuse de tous ces éléments n'est pas chose aisée. Elle pose le problème, aussi important que délicat, des relations humaines.

Le chef et son subordonné doivent entretenir des rapports dépourvus de méfiance. L'un est aussi intéressé que l'autre à la bonne marche de l'entreprise et à la sécurité des conditions de travail. Certains mots d'ordre, qui ont pour but, sinon pour effet, de faire croire le contraire devraient être repoussés, d'où qu'ils viennent. Ils sont malsains et paralysants, générateurs de discussions, de conflits, d'énerverment et de désordre. Ni la liberté, ni la sécurité, ni la productivité n'y trouvent leur compte.

Réjouissons-nous de constater que quelques fortes personnalités du monde patronal et du monde ouvrier l'ont compris depuis longtemps et sont de plus en plus écoutés.

hétérogène. Il n'échappe à personne que, sinon les opérations de ramassage qui se font à la pelle, celles de forage et de chargement des mines suivantes sont dangereuses. C'est dans de tels cas que l'on augmente la longueur de la charge des fourneaux. On a essayé de forer des trous subverticaux à partir du sommet du gradin, à peu près parallèles à l'inclinaison du front, mais on s'est heurté à la friabilité de la matière, laquelle remplissait partiellement le trou.

Quoi qu'il en soit, il doit être interdit de laisser travailler du personnel en-dessous de pans de sable en surplomb.

### FACTEUR HUMAIN

A côté de la cause première (explosif, machine en marche, pierre en équilibre instable), la cause déterminante d'un accident est, presque toujours, l'imprudence, la distraction, la négligence ou l'ignorance de quelqu'un. Pour convaincre ceux qui l'admettent difficilement, il manque des statistiques. Espérons que, d'ici quelques années, le dépouillement des *fiches d'accidents* apportera d'utiles renseignements.

Ces causes déterminantes tiennent, chez l'individu :

- 1) au tempérament. — Le lymphatique ne se comportera pas comme le bilieux ou le colérique.
- 2) au caractère. — L'homme consciencieux respectera les consignes, tandis que l'astucieux cherchera à les transgresser. Le distrait ne verra pas ce que l'attentif aurait perçu.
- 3) au degré d'intelligence et à la connaissance. — Connaître le métier et par conséquent ses dangers est capital. Mais les fruits de l'apprentissage dépendront du degré d'intelligence.
- 4) à l'état de santé et au milieu familial. — L'homme bien portant et heureux chez soi entamera sa tâche avec bonne humeur et sans préoccupations.

Tempérament, caractère et degré d'intelligence sont des données de l'individu. On n'y peut rien changer — ou guère. Mais on peut les déceler lors de l'embauchage. C'est pourquoi l'on ne peut qu'encourager les méthodes dites anthropotechniques, qui ont pour but de découvrir, au moyen de tests, le métier qui convient le mieux à l'homme qui cherche du travail. Tel abatteur médiocre aurait pu faire un bon recarreur. Tel pulmonique n'aurait jamais dû être exposé aux intempéries ni aux gaz. A chaque individu correspond un climat qu'il faut

essayer de découvrir. Il ne faut pas demander à un figuier de donner des figues en Belgique. Si on le plante en serre, il en donnera ; mais elles ne seront pas bonnes.

Les autres éléments du facteur humain appartiennent surtout aux autorités, patronales et autres, intéressées à l'emploi.

Connaissance du métier. Elle ne s'acquiert qu'à la longue et peut même nécessiter l'écolage. Nous ne parlerons pas ici des difficultés, financières et autres, de ces écoles pour mineurs ou pour carriers. Nous voulons seulement souligner que la sécurité de l'ouvrier est liée, pour une large part, dans le cas de métiers difficiles ou délicats, à la qualité de l'enseignement théorique et pratique des écoles d'apprentissage. A ce propos, il est hors de doute que l'ignorance et l'inaptitude de la plupart des ouvriers étrangers, très nombreux, dont nos mines de houille ont eu besoin après la guerre sont à l'origine de beaucoup d'accidents. Ajoutons que la grande majorité d'entre eux viennent chez nous à titre temporaire et ne se soucient guère de retenir, voire de comprendre, les enseignements qui leur sont donnés.

Etat de santé et milieu familial sont souvent connexes. L'ouvrier n'aime guère rentrer dans un baraquement aux cloisons disjointes et aux dimensions exigües ; la femme ne s'y attache pas ; l'enfant s'en échappe avant d'en être chassé. Les répercussions physiques et morales de telles situations n'échappent à personne. Saint Thomas d'Aquin n'a-t-il pas écrit que la vertu ne va pas sans un minimum de confort ?

La coordination harmonieuse de tous ces éléments n'est pas chose aisée. Elle pose le problème, aussi important que délicat, des relations humaines.

Le chef et son subordonné doivent entretenir des rapports dépourvus de méfiance. L'un est aussi intéressé que l'autre à la bonne marche de l'entreprise et à la sécurité des conditions de travail. Certains mots d'ordre, qui ont pour but, sinon pour effet, de faire croire le contraire devraient être repoussés, d'où qu'ils viennent. Ils sont malsains et paralysants, générateurs de discussions, de conflits, d'énerverment et de désordre. Ni la liberté, ni la sécurité, ni la productivité n'y trouvent leur compte.

Réjouissons-nous de constater que quelques fortes personnalités du monde patronal et du monde ouvrier l'ont compris depuis longtemps et sont de plus en plus écoutés.