

leur soulèvement, elles refroidissent et étouffent la flamme. La limite se trouve aux environs de 1.600 gr. par mètre cube de galerie.

Pour reconnaître les causes et le point de naissance d'une explosion, on attribue une grande importance aux formations de coke. Les observations faites à Minister Stein, où des perles de coke ont été trouvées presque partout, sinon en grande quantité, permettent de conclure que les particules de charbon et de poussières transportées par la vague explosive et amenées à l'état pâteux par la chaleur ont été abattues lors du choc en retour, à des endroits présentant des aspérités, et n'ont distillé qu'ensuite, car, d'après le résultat des analyses, la perte en matières volatiles était la plus forte à la surface de la croûte et diminuait sensiblement vers l'intérieur.

Enfin, il y a lieu de mettre en lumière que le service de surveillance de la mine doit accorder une attention particulière aux circonstances et aux situations extraordinaires, car les phénomènes et les perturbations qu'elles amènent constituent bien souvent la cause principale de telles catastrophes. A cette fin, il est nécessaire qu'il existe chez tous les intéressés, direction des travaux, employés et ouvriers, une conception consciencieuse du devoir et que soit fortifié en eux le sentiment de la responsabilité.

Trois ans d'application d'analyse et de synthèse dans les travaux du fond de Sarre-et-Moselle

Le but poursuivi, les moyens employés, les difficultés rencontrées,
les résultats obtenus

par M. VOUTERS,

Ingénieur en chef des mines de Sarre-et-Moselle.

Communication faite le 3 juin 1924 au Congrès de la
Société de l'Industrie minière à Metz, et publiée dans
le n° 88 (15 août 1924) de la « Revue de l'Industrie
Minérale ».

Dès l'armistice, devant nos quinze cent mille morts et le pays dévasté, il n'est pas un ingénieur français qui n'ait senti au fond de sa conscience le devoir impérieux d'utiliser au mieux les ressources du pays en hommes et en matériel, pour permettre à la France de vivre et de relever ses ruines.

Nous avions à Sarre-et-Moselle autant — sinon plus — la même conception du devoir, mais nous étions aux prises avec de telles difficultés techniques et sociales, que nous n'avions qu'une possibilité — et d'ailleurs une mission : « Extraire par tous les moyens possibles ».

Nous n'en étions que plus acharnés à revenir à une pratique plus saine et plus conforme aux nécessités vitales de l'époque. En supputant les chances de succès que pouvaient présenter dans notre concession l'étude et l'organisation systématique du travail du mineur et de l'utilisation du matériel, nous aboutissions aux conclusions suivantes :

Au point de vue gisement, les conditions étaient nettement différentes pour les deux sièges de la Société.

Le siège V, avec ses dressants réguliers, ses épontes extrêmement solides, son charbon assez dur pour pouvoir souvent se passer de toute espèce de soutènement, ses tailles se reproduisant identiques à elles-mêmes, constituait en quelque sorte un champ-type d'expériences.

Par contre, Sainte-Fontaine avec ses toits moins sûrs, ses failles, son pendage à 30°, son charbon très dur, n'offrait pas de facilités particulières.

Les ingénieurs et employés lorrains nouvellement promus étaient inexpérimentés, mais remplis d'ardeur et de bonne volonté.

Par contre, les ouvriers inféodés à la C. G. T. U. avaient le plus mauvais esprit.

En avril 1920, il s'est produit à Sarre-et-Moselle un événement qui a eu une influence décisive sur l'avenir de la Société. M. Reumaux en prenait la direction effective en qualité de président du Conseil d'administration.

Mesdames, Messieurs, j'ai eu l'insigne honneur d'être, comme mineur, le dernier élève du grand maître français. Je vous demande l'autorisation d'une digression pour vous dire l'impression extraordinaire que j'ai ressentie quand l'illustre vieillard, malgré ses quatre-vingts ans largement dépassés, exposait une question avec une clarté lumineuse et un bon sens profond, qualités pour lesquelles il ne connaissait pas de rivaux. Je dois ajouter que je n'ai jamais rencontré d'esprit plus ennemi de la routine, plus libre de préjugés, ni plus ami du progrès. Avec un maître de cette envergure, l'essai projeté fut vite décidé et les moyens nécessaires mis largement à la disposition.

C'est alors que fut créé le bureau d'études du fond de Sarre-et-Moselle, bureau composé en principe à l'origine d'un ingénieur chef de service, d'un sous-ingénieur, d'un géomètre et d'un dessinateur, ces deux derniers étant aptes à servir d'aides aux opérations à effectuer au fond de la mine.

Comme programme : Amélioration du rendement du matériel et de la main-d'œuvre.

Avec le temps et les premiers succès, cette organisation s'est élargie. On a groupé au bureau d'études toutes les disponibilités en personnel technique du fond : en première ligne, les jeunes ingénieurs à leur début à la Société y font un stage aussi prolongé que possible, avant de passer au service d'exploitation proprement dit ; les élèves des Ecoles qui font à la Société une visite de quelque durée, y passent également.

Mais ce n'est pas par l'augmentation numérique des membres du bureau d'études que sa productivité s'est de beaucoup augmentée. Nous avons pu constater que rapidement la préoccupation

des améliorations techniques avait, en quelque sorte, rayonné à travers tout le personnel, créant à Sarre-et-Moselle ce que j'appellerai l'esprit de la maison. Non seulement les jeunes ingénieurs passés au service d'exploitation, mais les chefs porions, les porions et employés de tous grades ont cherché et cherchent les moyens propres à économiser l'effort musculaire et le temps du personnel placé sous leurs ordres. Des ouvriers même sont venus spontanément nous proposer des perfectionnements aux engins qu'ils emploient. Dans cet ordre d'idées, je citerai l'exemple d'un remblayeur hydraulique qui a trouvé le moyen pratique de débrancher les tuyauteries sans arrêter le remblayage et fait réaliser à la Société des bénéfices considérables en supprimant les temps d'arrêt et les chasses d'eau qu'ils entraînent. Il va sans dire que tout est mis en œuvre pour développer cet état d'esprit et avec d'autant plus de soin que le rang hiérarchique de celui qui se distingue est moins élevé. Tout appareil nouveau est baptisé et n'est connu que sous le nom de son inventeur. A côté de cette satisfaction d'ordre moral qui est plus efficace que l'on se l'imagine généralement, il est de coutume de donner une prime que l'on cherche à proportionner à l'initiative développée. S'il s'agit d'un mineur, on lui accorde par principe une gratification, parce que nous estimons qu'il est de toute première importance d'essayer de faire collaborer les ouvriers au succès de notre entreprise.

Vous voudrez bien me pardonner de m'être tant éloigné de la technique pure pour entrer aussi avant dans la psychologie. C'est que, à mon avis, dans notre métier de mineur, et spécialement dans une partie du sujet que j'ai entrepris de vous exposer, la technique ne saurait progresser si elle ne procède en tenant compte du personnel auquel elle s'applique.

Les travaux du bureau d'études peuvent se répartir en deux groupes distincts exigeant, pour les mener à bien, des méthodes différentes :

1. — Étude du matériel, essais d'appareils, etc.

Ces travaux ont très souvent une portée économique considérable. Ils ne nécessitent pour ainsi dire que des méthodes de laboratoire et, par suite, ne relèvent que d'une technique absolument courante. Nous nous contenterons donc d'énumérer plus loin les résultats qu'ils nous ont fournis.

2. — Améliorations à apporter aux méthodes de travail employées par l'ouvrier.

La réalisation de ces améliorations exige une action directe sur l'ouvrier et demande précisément la mise en œuvre de la psychologie. Pour ne pas alourdir l'exposé de la méthode employée et dans un but de simplification, nous nous proposons de montrer par un exemple concret comment l'analyse et la synthèse nous ont permis l'amélioration du rendement d'une équipe occupée dans un stossbau.

CARACTÉRISTIQUES DE LA TAILLE.

Taille rabattante en veine de 1^m,70 de puissance, charbon très dur, le pendage est de 85°. Le remblai arrive de l'étage supérieur par une cheminée, le charbon est évacué par la voie de base. Le remblayage est fait par l'équipe de la taille.

1^{er} Stade. — Rôle de l'analyse : on analyse la façon dont l'équipe travaille.

Les résultats obtenus sont les suivants :

a) Piqueur : foration à la main au vile-			
brequin	51 heures, soit 56 %		
Travail au pic	13 — — 14 —		
Minage.	16 — — 18 —		
Boisage et divers	11 — — 12 —		
	<hr/>		
Total pour le piqueur	91 heures.		
Puissance d'abatage du piqueur . . .	15 berlines par poste		
b) Rouleur : puissance de chargement .	10 — —		
Le rouleur a travaillé seul 91 heures et a été pendant 13 heures aidé par le piqueur.			
c) Remblayage effectué à raison de . .	9 berlines par poste		
Le rendement de l'ensemble est de . 6 — —			

2^e Stade. — Synthèse : on décide à la suite de cette analyse d'améliorer tout d'abord l'abatage. On remplace la foration à la main par la foration à l'air comprimé. On réduit au minimum le temps perdu pour la recherche du boutefeu et les tirs de mines, en remplaçant les tirs de mines coup par coup par des tirs en volées.

3^e Stade. — On analyse à nouveau la vie du chantier, on trouve :

a) Piqueur : foration pneumatique . . .	16 heures
Travail au pic	4 h. 1/2
Minage.	12 heures
Boisage et divers	9 h. 1/2

Total du piqueur 42 heures.

Puissance d'abatage du piqueur . . . 43 berlines par poste

b) Rouleur : puissance de chargement . 16 — —

Le rouleur a travaillé seul 42 heures et a été aidé par le piqueur pendant 37 heures.

c) Remblayage : effectué à raison de . . 9 berl.p^r homme/poste

Le rendement de l'ensemble est passé à 9 — —

4^e Stade. — On constate que ces améliorations ont augmenté la puissance d'abatage du mineur dans des proportions telles que l'équilibre existant précédemment entre le chargeur et le mineur a été rompu ; le rendement global de l'équipe est loin d'augmenter proportionnellement au gain de temps réalisé par le mineur, parce que celui-ci (question psychologique) répugne par orgueil de métier à aider le chargeur. Nous renonçons à forcer le mineur à aider le chargeur dans le déblocage de la taille (sacrifice fait à la mentalité de l'ouvrier), et nous nous décidons de porter tous nos efforts sur l'augmentation de la puissance du chargeur pour tâcher de l'amener au pair de celle déjà atteinte par l'abatage. Nous employons des wagonnets basculants, nous utilisons deux rouleurs se croisant sur un garage médian, etc.

5^e Stade. — On constate, par une nouvelle analyse, qu'on augmente ainsi de 18 à 35 berlines par poste le nombre de berlines extraites de la taille. On arrive presque à déblocquer le piqueur, mais le rendement des deux chargeurs qui se gênent est resté le même qu'avant. Le rendement de la taille a peu varié, il est de 9,5.

6^e Stade. — Synthèse : Les deux rouleurs se gênant, on essaie un groupement d'ouvriers différent de celui consacré par l'expérience. On groupe deux tailles symétriques dépendant d'une même cheminée à pierres. Le piqueur et un rouleur travaillent

dans l'une au charbon, pendant que le deuxième rouleur remblaie dans l'autre taille. Ils permutent ensuite. On utilise tous les perfectionnements précédents et on crée la spécialisation du travail.

7° *Stade*. — L'analyse donne les résultats suivants :

a) Piqueur : foration pneumatique.	12 heures
Travail au pic	4 h. 1/2
Minage.	11 heures
Boisage et divers	13 h. 1/2
—	
Total du piqueur	41 heures.
b) Rouleur : puissance de déblocage	36 berlines par poste
40 heures de travail effectif.	
c) Remblayeur : 22 berlines par homme et par poste ; 36 heures de travail effectif.	

L'harmonie est rétablie, les trois hommes travaillant à peu près également et dans le même temps. Le rendement *passé à onze berlines*.

Etant donné ce que nous avons dit au début de l'état d'esprit du personnel ouvrier inféodé pour une grande majorité à la C. G. T. U., il est bien évident que ces améliorations dans les méthodes de travail ont déchaîné tout d'abord dans la presse communiste des attaques furieuses, bien que — et surtout parce que — ces améliorations de rendement ont été obtenues sans augmenter la somme d'effort musculaire à demander à l'ouvrier.

Néanmoins, avec le temps, l'ouvrier qui n'était pas encore complètement aveuglé par l'esprit de lutte des classes a fini par remarquer que ces perfectionnements, dont en somme il ne faisait pas les frais par un supplément de fatigue, lui valaient au contraire un supplément de salaire et des améliorations de vie que la Société pouvait lui donner grâce à l'amélioration des résultats financiers.

Dans l'application, nous nous sommes imposé de ne jamais nous départir des principes généraux suivants :

Jamais un chronométrage n'a été fait pour rectifier un prix de tâche (contradiction formelle avec le système Taylor).

Quand un chronométrage a fait ressortir une perte de temps subie par l'équipe, perte de temps due à un défaut d'organisation

de la mine, le tort subi a toujours été très largement indemnisé. Il en résulte, qu'en règle générale, une équipe chronométrée en a retiré un avantage pécuniaire très appréciable.

Nous avons enfin toujours trouvé des groupes d'ouvriers décidés à modifier leurs habitudes de travail suivant les principes que nous leur indiquions, à condition de leur faire des prix de tâche pour au moins six mois. Ces prix de tâche, inférieurs à ceux des équipes voisines, leur permettaient de gagner pendant ce laps de temps une fois et demie, sinon deux fois le salaire normal.

Depuis trois ans, nous poursuivons ces travaux à Sarre-et-Moselle et depuis trois ans les résultats se sont accumulés. Je ne puis songer, étant donnée leur abondance, qu'à essayer de vous caractériser d'un mot les plus importants.

ETUDE DU MATÉRIEL, ESSAIS D'APPAREILS, ETC.

Mise au point de l'utilisation d'une haveuse à percussion permettant d'obtenir pour un montage de cet appareil 8 mètres carrés de havage au lieu de 4.

Adaptation au terrain du taillant du fleuret et du marteau (injection d'eau pour terrain dur) faisant passer de 2 à 3 la vitesse de foration.

Choix et vérification des explosifs permettant de tirer de cinq à quinze mines en série au lieu de deux à trois.

Classement et vérification des amorces qui ont supprimé pratiquement les ratés.

Utilisation de trous de mines de 40 millimètres avec longues cartouches (500 gr.) de gros diamètre (38 millimètres) pour les bouchons des bowettes. Par contre, foration de trous de faible diamètre — utilisation de cartouches de 26 millimètres — pour les trous de mézières. Economie d'explosifs au mètre de galerie au conglomérat, de 40 francs environ. Augmentation de vitesse d'avancement : 10 p. c.

Mesures de consommation d'air déterminant les diamètres des tuyauteries à placer dans les quartiers et faisant passer dans certains cas (avec le même appareil producteur d'air comprimé) la pression de 2 kg. à 4 kg.

Etude des joints de canalisation permettant de réduire de 60 p. c. les fuites.

Etude des efforts de traction des berlines entraînant une modification du graissage et ramenant de 11 à 8 kg. l'effort de traction à la tonne.

Etude des berlines basculantes permettant de doubler le rendement du remblayeur au V.

Installation de culbuteurs légers de goulottes, amélioration de la disposition des couloirs fixes, ensemble de réformes qui nous ont permis de doubler le rendement du remblayeur dans un gisement à 30°, tout en ménageant le matériel roulant.

Etude de l'utilisation des locomotives à air comprimé qui a déterminé leur marche optima et permis de réduire de 4 à 1 les réparations des locomotives par l'amélioration de l'état des voies.

Mise au point des éjecteurs à air comprimé et de leur utilisation qui a diminué de 50 p. c. leur consommation.

Améliorations successives du canar d'aéragé et de son joint qui a fait passer de 30 p. c. à 80 p. c. le rendement en air soufflé au bout d'une conduite de 100 mètres.

AMÉLIORATIONS APPORTÉES AUX MÉTHODES DE TRAVAIL ET ORGANISATION GÉNÉRALE. ABATAGE.

a) *Haveuses et marteaux.* — Organisation de dépôts souterrains de matériel de réserve, approvisionnement large en pièces de rechange, dressage des haveurs, révision mensuelle des engins perforateurs. Ces modifications ont donné au mineur un outil marchant vraiment bien, qu'on peut utiliser en plein rendement, et ont augmenté d'au moins 30 p. c. le rendement des outils d'abatage.

b) *Minage.* — Augmentation du nombre de boute-feux et tir en série faisant gagner d'une heure à deux heures par poste à toutes les tailles desservies par le boute-feu.

c) *Chargement du charbon à la taille.* — Perfectionnement des moyens de chargement et de déblocage. — Augmentation de 30 p. c. pour l'ensemble de la mine, et de 60 p. c. dans certains cas.

d) *Remblayage.* — Installation de culbuteurs, perfectionnement des trémies de cheminées à pierres donnant 30 p. c. de rendement en plus pour l'ensemble, 50 p. c. dans des cas particuliers.

e) *Exploitation générale.* — Résultat global : augmentation en deux ans de 2,7 berlines à 3,6 berlines, soit 33 p. c. du rendement de l'ouvrier à veine.

f) *Travaux au rocher.* — Perfectionnement de l'outillage, du minage, du déblocage et de l'organisation générale, faisant augmenter de 40 p. c. l'avancement par ouvrier/poste.

Roulage. — g) *Réorganisation du roulage* par locomotives et des garages de berlines. — Cette réorganisation a permis de déblocquer au siège V une extraction de 7,000 berlines avec quinze locomotives, alors qu'il en fallait vingt pour 5,000 berlines.

Remblayage hydraulique. — Une série de perfectionnements apportés à l'outillage et à l'organisation de la carrière à sable, aux salles de remblayage, aux manipulations des tuyaux, confection des barrages, décantation, utilisation de téléphones, ont permis de réduire de moitié le prix du mètre cube mis en place et de gagner plus de 4 millions par an.

Inutile de vous dire que nous ne songeons nullement à abandonner à Sarre-et-Moselle des méthodes d'étude et de travail qui nous ont déjà donné des prémices de cette importance.

Au point de vue général, la conclusion intéressante serait de pouvoir répondre à l'un d'entre vous qui me demanderait : « Si, dans mon exploitation, j'appliquais les mêmes principes qu'à Sarre-et-Moselle, quels résultats puis-je espérer obtenir ? »

Nous estimons qu'il y a lieu de distinguer entre le matériel et les hommes.

Au point de vue matériel, nous n'hésitons pas à affirmer que l'étude systématique et très poussée de son adaptation et de son utilisation conduira partout à un succès que ne peuvent soupçonner ceux qui n'ont pas essayé.

Par contre, nous croyons devoir nous tenir sur la plus grande réserve, dès qu'il s'agit de pronostiquer le succès à attendre de modifications à apporter à des habitudes ou organisations de travail consacrées par de longues années d'usage.

Dans les conditions sociales actuelles, avoir bien en main son personnel est pour un mineur la condition essentielle d'une bonne gestion de son exploitation, mais, en même temps, c'est de beaucoup la plus difficile à réaliser. Arriver à cette emprise sur les hommes exige non seulement de la part du chef en contact direct

avec les ouvriers un sens très aigu de la diplomatie, mais il faut encore, pour pouvoir estimer *a priori* les chances qu'on peut avoir de modifier les habitudes du travail, voir quelle est la mentalité de la population ouvrière et surtout de ses conseillers, les moyens d'action, la liberté de manœuvre laissée au chef, etc. Devant l'influence de facteurs aussi divers, on conçoit qu'il est *a priori* impossible de donner une réponse d'ordre général.

En tout cas, parvenir à ce but est la condition essentielle pour pousser à fond le succès. Si dans l'exemple de l'étude du rendement du stossbau, nous n'avions pas modifié les habitudes de travail de l'ouvrier, nous en serions restés au deuxième stade et le rendement n'aurait guère progressé au delà de 9 berlines au lieu de 11 qu'on a obtenues, soit une diminution de plus d'une tonne dans le rendement de l'ouvrier à veine. A notre avis, c'est pour cette raison que le développement de l'abatage mécanique n'a, dans certaines mines, pas répondu aux espérances qu'on avait fondées.

Pour terminer, je ne puis m'empêcher de trouver navrante l'existence chez l'ouvrier d'une mentalité systématiquement réfractaire au progrès, alors que le développement du machinisme, dans l'industrie, développement contre lequel il a presque unanimement protesté, a décuplé en moins d'un siècle son bien-être.

Quand donc l'ouvrier comprendra-t-il que toute utilisation meilleure de son activité lui profitera fatalement un jour ou l'autre? Quand donc l'ouvrier pourra-t-il faire rentrer dans son cerveau que ceux d'entre nous qui essaient de ne pas laisser perdre une dyne de son effort, témoignent devant sa personnalité un tout autre respect que les mauvais bergers qui essaient de lui inculquer le sabotage de son labeur.

Je crois que, malgré l'ingratitude certaine que l'on sait, il est de notre devoir d'ingénieur de continuer à chercher à améliorer, par tous moyens, la transformation aussi intégrale que possible du labeur humain en résultats utiles à la vie économique générale. Comme le dit M. Le Châtelier dans la préface du « Moteur humain » de M. J. Amar :

« Les tourbillons contraires qui errent sur les rives d'un grand fleuve n'en altèrent pas le cours. »

BIBLIOGRAPHIE

Les Châssis à Molettes — *Disposition et Calcul*, par L. LEMAIRE, Ingénieur A. I. Lg., A. I. M., 2^e édition 1925, 68 pages in-4°, 12 planches hors texte. — Editeurs : Paris, Dunod, rue Bonaparte, 91. — Bruxelles : J. Goemare, 21, rue de la Limite.

La première édition de cet ouvrage a paru en 1906; depuis lors, la construction des chevalements a subi de nombreuses modifications qui motivent une étude nouvelle. Des types spéciaux ont été étudiés pour les cas aujourd'hui très fréquents de deux machines d'extraction sur le même puits et de l'enroulement du câble sur poulie, système Lemielle, injustement appelé système Kœpe.

M. Lemaire rappelle avec à-propos dans son introduction que le véritable inventeur du système est l'ingénieur français Lemielle, qui en a donné une description en 1862 dans la *Revue Universelle des Mines*, tandis que Kœpe en a fait l'application dans la Ruhr en 1878 seulement. Par ce temps de spoliations et d'injustices sans espoir de réparations, il est bon de faire entendre la revendication du Droit.

L'ouvrage est divisé en 11 chapitres : Les deux premiers traitent des données du problème, c'est-à-dire des renseignements, charges, distances, dispositions des machines et des recettes, qu'il est indispensable de connaître pour l'étude du chevalement. Le chapitre III décrit la disposition des barres, tant pour l'extraction par bobines ou tambours, que pour l'extraction par le système Lemielle. Le chapitre IV indique d'une façon générale les conditions dans lesquelles doit se faire la recherche des tensions dans les différentes barres du chevalement : 1^o cas de l'extraction normale; 2^o cas de la rupture du câble, s'il s'agit d'une extraction par bobines ou tambours; 3^o cas du glissement du câble sur la poulie motrice, s'il s'agit d'une extraction par le système Lemielle. Le chapitre V énonce les règles d'après lesquelles doit se faire le calcul des sections des barres, pour obtenir une rigidité satisfaisante dans le cas de l'extraction normale, et une résistance suffisante dans le cas de la rupture ou du glissement du câble.

Les six derniers chapitres consistent dans l'application de la théorie à des chevalements de types divers, judicieusement choisis.

La matière est aride et la lecture de l'ouvrage requiert naturellement une grande attention. L'exposé est très méthodique,