

Le creusement rapide des galeries dans les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais (*)

R. GAFFET,

Ingénieur Principal à la Direction des Services Techniques du Fond du Bassin.

SAMENVATTING

De verhoging van 50 % die het ondergronds rendement van de kolenmijnen van het bekken « Nord et Pas-de-Calais » in de laatste tien jaar vertoonde, is fundamenteel toe te schrijven aan de vooruitgang op gebied van de concentratie en de mechanisatie, zowel in de ontginningswerkplaatsen als in de voorbereidende werken. De verkregen resultaten worden sinds geruime tijd statistisch gevolgd, waaronder namelijk deze van de delvingswerken van de horizontale galerijen in de steen en in de lagen, en in de galerijen in richting in de lagen. Deze vertegenwoordigen 55 tot 60 % van het totaal der delvingswerken en zijn de belangrijkste onder oogpunt van de ontwikkeling van de delvingstechniek.

Deze drie soorten van galerijen vertoonden oorspronkelijk alle drie een rendement van 30 cm/man/dienst. De steengangen ondergingen de eerste verbeteringen en bereiken nu 50 cm/man/dienst. De horizontale galerijen in de laag volgden en hun delvingsrendement werd opgevoerd tot 55 cm/man/dienst. Tenslotte kwamen de galerijen in richting aan de beurt en hier bereikt men nu 45 cm/man/dienst.

Deze evolutie stemt overeen met deze van de behoeften van de ontginning. De steengangen, waarvan de delving reeds sterk gemechaniseerd was bij de aanvang, zijn het nu voor 99 % van de gedolven lengte. De niveaugalerijen in de laag, die dezelfde techniek volgen, zijn nu voor 92 % gemechaniseerd. De mechanisatie van de richtgalerijen in de laag werd lang geremd door de keuze van de meest geschikte techniek (Scraper op korte afstand).

Om de laagste kostprijs te bereiken in de drie soorten gangen werkt men in de gemechaniseerde werkplaatsen op meer dan 2 1/2 dienst, voor vorderingen van 3,60 m tot 3,80 m per dag. In de niet-gemechaniseerde werkplaatsen werkt men op 2 diensten en bedraagt de dagelijkse vordering slechts 1 tot 2 m.

De lengte van de gedolven steengangen per 1.000 netto ton is 37 % gestegen wegens de concentratie der bedrijfszetels, terwijl ze 35 % gedaald is in de niveaugalerijen en 58 % gestegen in de richtgalerijen, wegens de wijzigingen in de indeling van de panelen door de ontwikkeling van het bandtransport.

In de huidige staat van de techniek, met één delvingscyclus, schijnt het niet mogelijk nog merkelijke verbeteringen te bereiken bij de delving van de steengangen, waar de mechanisatie praktisch volledig is. Daarentegen is het mogelijk het rendement bij de delving van de richtgalerijen te verhogen van 45 tot 55 cm/man/dienst, door de uitbreiding van de mechanisatie van 50 tot 90 %. Voor deze galerijen is nochtans een nieuwe techniek in aantocht: de continue delvingsmachine Marietta, waarvan de huidige resultaten toelaten een jaarlijks gemiddeld rendement van 190 cm/man/dienst en een gemiddelde dagelijkse vooruitgang van 15 m/dag te voorzien.

RESUME

L'augmentation de 50 % du rendement fond des Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais depuis 10 ans est essentiellement due aux progrès de la mécanisation et de la concentration, obtenus à la fois dans les chantiers d'exploitation et les chantiers de creusement des galeries. On suit depuis longtemps les résultats statistiques obtenus, parmi ces derniers, dans les galeries de niveau au rocher et en veines, et dans les galeries en direction en veines, qui représentent à elles trois 55 à 60 % du total des creusements, et sont les plus importantes à considérer pour le développement de la modernisation de l'exploitation. Parties toutes trois du même rendement de 30 cm/homme/poste, les galeries au rocher ont réalisé les premiers

(*) Conférence présentée au Cercle d'Etudes « Mines » de l'A.I.Lg. le 11 janvier 1960.

progrès et atteignent maintenant 50 cm/homme/poste ; les galeries de niveau en veines les ont suivies, puis dépassées, pour atteindre 55 cm/homme/poste ; les galeries en veines en direction, parties plus tard, sont encore en pleine progression, avec 45 cm/homme/poste. Cette évolution correspond aux besoins successifs de l'exploitation. Les galeries de niveau au rocher, déjà très mécanisées au départ de la période considérée, le sont actuellement pour près de 99 % de la longueur totale creusée ; les galeries de niveau en veines, utilisant la même technique, ont suivi de près, mécanisées maintenant à près de 92 % ; les galeries en veines en direction ont été longtemps retardées par le choix de la meilleure technique (scrapage à très courte distance) et dépassent tout juste 50 % actuellement. Action capitale des Services des Essais des Groupes.

Pour obtenir le prix de revient minimum, dans les chantiers mécanisés des 3 catégories de galeries, on travaille à plus de 2,5 postes et on avance de 3,60 à 3,80 mètres par jour ; dans les chantiers non mécanisés, on ne travaille qu'à 2 postes et l'avancement journalier est compris entre 1 et 2 mètres seulement.

Les longueurs creusées par 1.000 tonnes nettes en galeries de niveau au rocher ont augmenté de 37 % en raison de la concentration des sièges ; elles ont diminué de 35 % en galeries de niveau en veines, et augmenté de 58 % dans les galeries en veines en direction, en raison des modifications survenues dans le découpage du gisement avec le développement du convoyeur à bande.

Dans l'état actuel de la technique (comportant un cycle de creusement), il ne semble plus possible de réaliser de progrès notables dans le rendement des galeries de niveau au rocher et en veines, dont la mécanisation est quasi complète. Par contre, les galeries en veines en direction sont encore susceptibles de monter de 45 à 55 cm/homme/poste par la simple hausse de 50 à 90 % du taux de mécanisation. Mais pour ces galeries une nouvelle technique est apparue, le creusement par Mineur Continu Marietta, dont les résultats actuels permettent de grands espoirs : 190 cm/homme/poste, 15 m/jour, en moyenne annuelle.

INTRODUCTION

Les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais ont vu leur rendement fond augmenter de 50 % en 10 ans : il atteignait 1.011 kg en 1949, il se situe aux environs de 1.507 kg pour 1959. Il faut surtout en rechercher la cause dans les progrès techniques obtenus dans l'ordre de la mécanisation et de la concentration des travaux, dans les deux grandes catégories de travaux productifs qui retiennent l'essentiel de notre activité d'ingénieurs : les chantiers de creusement et les chantiers d'exploitation.

La mécanisation des tailles s'est développée de telle sorte que la production des chantiers mécanisés atteignait 40 % de la production totale des chantiers du Bassin à la fin de 1959, après un bond très important cette année grâce au développement de l'emploi des haveuses à tambours. Nous espérons bien faire de nouveaux progrès en 1960 grâce à ces machines, et grâce à l'extension du soutènement hydraulique, soit sous la forme de l'étaçon individuel, soit sous celle du soutènement marchant.

La concentration des tailles s'est opérée sous la forme de leur allongement progressif (85 m de longueur moyenne à la fin de 1959) et de l'augmentation de leurs avancements journaliers (de l'ordre de 1,30 m actuellement). Il s'en est suivi une diminution de leur nombre, et l'augmentation de leur production journalière (de l'ordre de 150 tonnes).

Mais l'objectif n'est pas de rappeler les étapes de la modernisation de nos chantiers d'abatage. Les chantiers de creusement constituent déjà un sujet extrêmement vaste, dont je vais m'efforcer d'exposer succinctement les progrès, me plaçant au seul point

de vue statistique, et n'effleurant qu'à peine la technique. Mais j'ai tenu à vous rappeler en quelques lignes les résultats de nos efforts pour la modernisation de nos chantiers d'abatage, à cause de l'interdépendance qui les lie aux chantiers de creusement ; nous serons amenés à constater plusieurs fois que les progrès des uns et des autres se commandent réciproquement.

PROGRES TECHNIQUES OBTENUS DANS LES CHANTIERS DE CREUSEMENTS DE 1951 A 1959

1) Période retenue.

Il est indispensable de définir d'abord les limites de notre étude.

Une limite temporelle d'abord : je me suis limité à la période 1951-1959, marquée dans notre Bassin par un essor important dans de nombreux domaines ; il est difficile de retenir des chiffres valables pour les années qui ont précédé 1951 : la nationalisation était encore proche et nous n'avions pas encore procédé à une standardisation de nos statistiques.

2) Définition des catégories de voies étudiées.

Une limite spatiale ensuite : je présenterai parfois les résultats d'ensemble du Bassin, mais la plupart du temps je me limiterai aux galeries de niveau au rocher, aux galeries de niveau en veines, et aux galeries en direction en veines.

Il est indispensable de définir exactement ces 3 types de chantiers, ne serait-ce que pour permettre de rapprocher de façon valable les résultats qui seront exposés ci-après de ceux que vous reprenez dans vos propres statistiques.

Nous classons :

1) sous le titre « galeries de niveau au rocher » tous les creusements au rocher de niveau en ferme (devant avoir une longueur définitive supérieure à 20 m) ;

2) sous le titre « galeries de niveau en veines » toutes les voies de niveau en veines, tracées horizontalement (avec une pente de quelques millièmes), qu'elles soient voies de fond proprement dites, de grand roulage, de préparatoire, ou de reconnaissance ;

3) sous le titre « galeries en veines en direction » les galeries tracées dans une direction déterminée, quels que soient les changements de pente prévus ou rencontrés, mais susceptibles d'être équipées avec un convoyeur à bande (pente inférieure à 18°).

Les galeries en veines de niveau et en direction comportent en général le coupage des épontes, sauf si l'ouverture de la veine est suffisamment importante.

De ces deux catégories de voies en veine, nous excluons les voies dont l'avancement est lié à la marche des tailles chassantes, c'est-à-dire dont le front de creusement est maintenu volontairement à distance faible ou nulle du front de taille, et l'avancement mensuel sensiblement égal à celui de la taille.

La valeur exacte de cette limitation à 3 types de chantiers apparaît sur le tableau I.

cache soigneusement les résultats d'une grande quantité de voies à performances médiocres. Il n'est rien : sont d'abord reprises dans ce tableau la totalité des voies appartenant aux 3 types intéressés ; ce sont de beaucoup les plus importantes pour l'exploitation, leurs techniques de creusement forment un ensemble homogène ; elles caractérisent l'évolution du découpage du gisement, elles seules permettent le développement de la méthode rabattante et la modernisation de nos chantiers d'abatage.

Ensuite, nous ne nous occupons pas ici des puits et des bures, qui représentent ensemble environ 0,2 % du total des creusements ; leur technique est très spéciale et pourrait, à elle seule, faire l'objet d'une conférence ; ni des bowettes inclinées qui représentent 2,1 % du total, ni des courts recoupages, qui n'interviennent que pour 0,7 %. Les montages en veines et les voies desservies par gravité atteignent 18 % du total, mais ces voies sont toujours courtes, elles sont plus ou moins liées aux méthodes d'exploitation en gisement penté, et nous n'en suivons pas l'évolution au point de vue statistique. Enfin, les voies de tailles chassantes ne sont pas négligeables puisqu'elles représentent 18 % du total, mais nous ne les suivons pas beaucoup non plus en statistiques puisque leurs avancements et leurs rendements sont liés à ceux des tailles et qu'elles n'interviennent absolument pas dans le découpage préalable du gisement.

3) Définition du rendement des chantiers.

Avant d'entrer dans l'examen des résultats obtenus, il est indispensable de définir encore comment nous calculons le rendement des chantiers de creuse-

TABLEAU I.
Nombre total de mètres creusés dans l'année.

Années	Dans les galeries reprises dans l'étude				Dans l'ensemble des galeries en veines et au rocher (B)	% Voies étudiées ensemble (A) ----- (B)
	de niveau au rocher	de niveau en veine	en direction en veine	Total (A)		
1952		202.576	150.042			
1953	80.150	215.342	161.634	457.126	854.283	53,5 %
1954	102.504	227.906	192.931	523.341	927.011	56,5 %
1955	112.773	212.565	216.169	541.507	959.039	56,5 %
1956	110.820	188.643	212.842	512.305	862.311	59,5 %
1957	100.844	168.646	218.327	487.817	793.050	61,5 %
1958	97.675	179.407	222.747	499.829	804.860	62,0 %
1959	100.209	157.880	202.974	461.063	752.343	61,3 %
(11 mois)						

Nous étudierons donc en détail les résultats statistiques de 55 à 60 % de la longueur totale des voies creusées.

On pourrait être tenté d'imaginer qu'en ne retenant que cette proportion des voies creusées, je veux

ment. Ce rendement est exprimé en cm/homme/poste et en m³/homme/poste ; le personnel repris est celui effectuant les opérations suivantes :

— creusement effectif des galeries à front (foration, minage, chargement des produits) ;

— pose du soutènement définitif (y compris ouvriers occupés en arrière des fronts si ceux des fronts n'effectuent pas eux-mêmes la totalité des opérations de soutènement et garnissage) ;

— armement provisoire (tuyauteries, voies ferrées, canars d'aéragé) nécessaire à la poursuite du creusement.

Sont comptés les rouleurs préparant les trains de berlines dans le garage d'un chantier de niveau, le personnel occupé au rallongement d'une installation de desserte continue dans un chantier en direction.

Les boute-feux ne sont comptés que s'ils sont affectés en permanence au chantier.

Ne doit pas être compté le personnel effectuant les opérations suivantes : carrures, bifurcations, rélargissements, rabaissages, pose de l'armement définitif, desserte des chantiers entre le garage des fronts et le puits.

Pour le calcul des rendements en $m^3/homme/poste$, nous avons procédé à une standardisation des sections qui sont d'ailleurs des valeurs « section au creusement ». A titre indicatif, nous prenons :

pour le THN 250 : $S = 7 \text{ m}^2$

pour le THN 300 : $S = 9,50 \text{ m}^2$

pour le THN 420 : $S = 13,10 \text{ m}^2$

4) Importance du creusement des galeries dans l'exploitation.

Sur le tableau I sont reportés les avancements annuels des creusements des galeries, par catégories, depuis plusieurs années ; et sur le tableau II sont indiqués les mêmes avancements rapportés à 1.000 tonnes nettes de production. La grandeur de ces chiffres montre l'importance des travaux de creusement dans notre Bassin. On peut y trouver deux ensembles de causes.

1°) En premier lieu, nous avons celles qui sont inhérentes à la nature même d'un gisement difficile et qui s'appauvrit en s'approfondissant : il nécessite un maillage serré, des remontages de tailles fréquents, des reconnaissances nombreuses, etc... auxquels nous ne pouvons échapper.

La conséquence de ces difficultés de gisement est qu'en régime de croisière il faut, chez nous, que lorsqu'une ressource est en déhouillement, une autre soit préparée, et qu'une troisième soit en cours de reconnaissance.

Si le gisement est difficile, certains creusements réalisés pour la reconnaissance finalement ne serviront pas à l'exploitation.

Si l'on calcule qu'il faut creuser 15 à 20 m par 1.000 t pour suivre les tailles, on constatera souvent que l'on doit réellement fournir 25 à 30 m. L'écart entre les deux chiffres correspond à la surcharge de creusement justifiée par l'incertitude du gisement : c'est une évaluation du risque « minier ».

Cette prestation doit être fournie dans le même temps que le déhouillement de 1.000 t. Si l'on ne veut pas multiplier le nombre des chantiers et disperser les travaux, il faut accroître d'autant plus l'avancement journalier que le risque « minier » est plus élevé et que les tailles sont plus courtes.

Il en résultera que le traçage préalable et la méthode rabattante (pratiquement indispensable pour la mécanisation des tailles) sont impossibles avec des chantiers lents.

Il est donc essentiel de pouvoir creuser des galeries très vite.

La corrélation entre les techniques de creusement des galeries destinées à accroître l'avancement journalier et l'extension des mécanisations de tailles est ainsi évidente.

TABLEAU II.

Nombre de mètres creusés/1.000 tonnes nettes produites.

Années	Dans les galeries reprises dans l'étude				Total	Dans l'ensemble des galeries en veines et au rocher
	de niveau au rocher	de niveau en veines	en direction en veines			
1951	2,7	8,0	4,8	15,5	28,7	
1952	3,0	8,5	6,2	17,7	32,6	
1953	2,9	7,8	5,9	16,6	34,8	
1954	3,6	7,9	6,7	18,2	32,3	
1955	3,9	7,3	7,4	18,6	32,9	
1956	3,9	6,6	7,4	17,9	30,2	
1957	3,5	5,9	7,6	17,0	27,6	
1958	3,4	6,2	7,7	17,3	27,9	
1959	3,7	5,9	7,6	17,2	28,0	
(11 mois)						

2°) L'approfondissement rapide et la difficulté du gisement ne sont pas les seules causes à avoir influé sur le volume des creusements, l'évolution des idées en est un autre facteur.

Au lieu de concevoir le quartier comme une succession de tailles prises les unes après les autres, la possibilité d'un double regroupement est apparue :

— dans un panneau de veine, on a recherché la prise simultanée de tous les chantiers dont la mise en place était possible sur la relevée d'étage soumise au déhouillement ;

— dans un faisceau de couches voisines, une prise autant que possible simultanée des veines a été recherchée.

L'unité d'aménagement, s'étendant de la taille au quartier puis au faisceau, est devenue finalement un « volume » ou un « bloc » délimité par les niveaux d'étages ou les failles infranchissables.

La synthèse de toutes ces idées, ainsi que des nécessités de l'exploitation mécanisée (tailles à marche aussi bien assurée que possible — accès facile pour les machines), se concrétise finalement en un modèle d'exploitation par faisceau de style « roulant » (déhouillement conduit sans interruption, d'une limite naturelle à une autre) et, dans la majeure partie des cas, alternativement « chassante et rabattante ».

serons pas arrivés au maximum possible de déhouillement rabattant, nous aurons la superposition d'un creusement de galeries pour déhouillement chassant avec la préparation d'un réseau de galeries pour déhouillement rabattant.

Les pourcentages de tonnage extrait en rabattant étaient :

en octobre 1955	: 32 %
» 1956	: 44 %
» 1957	: 40 %
» 1958	: 41 %
» 1959	: 46 %

Cette évolution nous a déjà apporté d'excellents résultats en nous donnant les possibilités de mise en place d'exploitation plus rapide ou structurellement plus concentrée. Il ne semble pas que la profondeur doive nous gêner d'ici de nombreuses années pour développer l'exploitation rabattante.

5) Mécanisation des chantiers de creusement

a) Evolution des rendements.

Le tableau III indique l'évolution du rendement, en cm/homme/poste et en m³/homme/poste, des trois catégories de voies que nous étudions.

TABLEAU III.

Evolution du rendement des chantiers de creusement.

Année	Galeries de niveau au rocher		Galeries en veine			
	cm/homme/poste	m ³ /homme/poste	de niveau		en direction	
			cm/homme/poste	m ³ /homme/poste	cm/homme/poste	m ³ /homme/poste
1951	29	2,5	31	2,2	30	2,2
1952	33	2,9	33	2,4	32	2,4
1953	37	3,4	36	2,8	34	2,5
1954	42	3,9	41	3,2	37	2,8
1955	46	4,3	46	3,8	39	3,0
1956	49	4,7	50	4,1	39	3,2
1957	50	5,0	54	4,5	42	3,7
1958	50	5,2	56	4,7	42	3,7
1959 (11 mois)	46	4,8	55	4,6	45	3,9

Les premiers essais avaient montré que, dans notre gisement, les galeries creusées à l'avance conservaieut dans la majorité des cas une tenue suffisante sans entretien important, et c'est vers cette voie que nous nous sommes tournés dès la nationalisation. Par la suite, et avec l'expérience, la méthode a subi quelques aménagements pour arriver au stade actuel dit du « déhouillement roulant ».

Le passage du déhouillement chassant au déhouillement rabattant s'est traduit par une augmentation du volume des galeries à creuser. Tant que nous ne

On voit que l'évolution des résultats est différente suivant le type de galerie ; les galeries de niveau en veines ont démarré leur progression un peu après les galeries de niveau au rocher, mais les ont maintenant dépassées, en cm/homme/poste ; et les résultats des deux types de galeries sont à peu près stabilisés depuis 3 ans ; nous verrons dans nos conclusions que la saturation en mécanisation en est la cause, et qu'aucun progrès ne semble plus possible sans un changement radical des méthodes. Les galeries en direction en veines sont restées en retard par

rapport aux autres ; elles poursuivent, lentement mais régulièrement, la progression de leurs résultats ; nous verrons jusqu'à quelles limites il semble possible de parvenir en développant encore la mécanisation sans changer de méthodes.

Quelles sont les causes de ces décalages dans la progression des résultats ? La « concentration » des exploitations avait été un des premiers objectifs de leur modernisation, dès le lendemain de la nationalisation, avant toute mécanisation, concentration ayant pour conséquence immédiate l'augmentation du volume des galeries au rocher à effectuer. Ces galeries avaient, à cette époque, les résultats les plus bas, et, de plus, le personnel avait une répugnance certaine à participer à leur creusement, la foration à sec avec soufflage d'air étant une cause incontestable de silicose.

Si nous désirions mettre en place rapidement notre plan de modernisation, nous étions donc astreints à réagir tout de suite. Heureusement, la mécanisation de ces galeries était la plus aisée puisqu'elles sont « en direction » et « de niveau ». En conséquence, ce fut le premier problème auquel nous nous sommes attaqués, avec les résultats ci-dessus.

Les galeries de niveau en veines ont profité des progrès des galeries de niveau au rocher : on y utilise un matériel et des méthodes sensiblement identiques. Le plus gros écart ne pouvait provenir que de différences dans le tir : explosifs moins puissants et parfois tir séparé des charbons et des terres. Mais cet écart a été comblé en grande partie, d'une part, par la différence de section moyenne, d'autre part, par le fait d'une plus grande sûreté dans le résultat des tirs : il est plus facile de faire un bouchon profond au charbon qu'au rocher.

Quant aux galeries en direction en veine, l'importance de leur creusement n'est apparue qu'avec l'évolution des idées sur la méthode d'exploitation et l'outillage. On ne disposait d'aucune technique de base, ce qui nous obligea à de nombreux essais avant d'adopter un matériel susceptible d'être développé au stade industriel. Nous verrons plus loin les outillages qui ont été retenus.

En conclusion, l'évolution générale des creusements est restée favorable dans l'ensemble, et a permis, malgré le niveau presque constant du nombre de mètres creusés/1.000 tonnes nettes extraites, d'obtenir, pour le personnel/1.000 tonnes occupé aux creusements, un gradient de décroissance sensiblement identique à celui des autres chapitres comptables.

La figure I permet de se rendre compte de l'évolution comparée du personnel/1.000 tonnes nettes dans les grandes subdivisions de notre pointage de la main-d'œuvre : ensemble des tailles, ensemble des creusements, ensemble des services du quartier, ensemble des services généraux du siège. Le gradient de décroissance des creusements est du même ordre

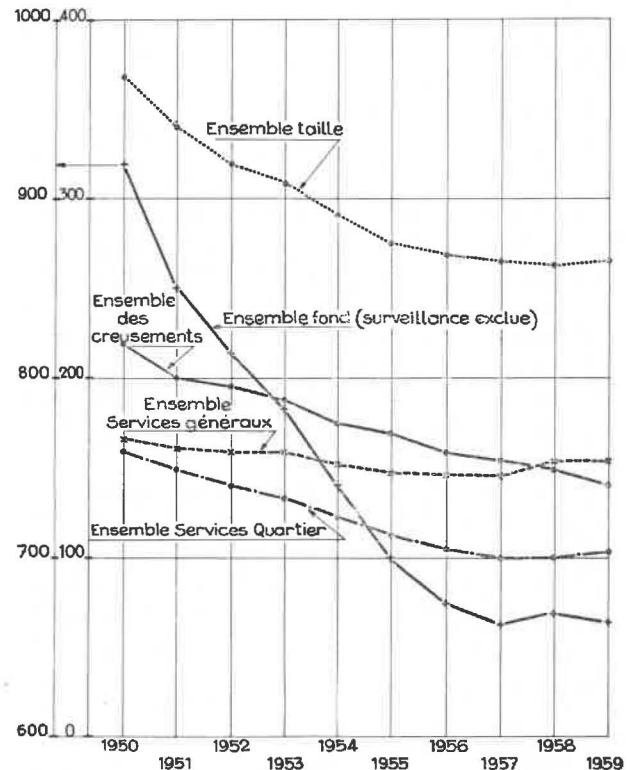


Fig. 1. — Evolution des postes/1.000 tonnes nettes par grands chapitres.

que celui des tailles et celui des services du quartier jusqu'à ces dernières années ; les creusements sont même maintenant les mieux placés dans la voie de l'amélioration des résultats puisque la courbe qui les caractérise est la seule à être constamment descendante jusqu'en 1959.

b) Organisation des chantiers.

L'organisation adoptée pour le creusement des galeries de niveau au rocher a toujours recherché l'occupation optimum du chantier pour obtenir l'avancement journalier maximum possible compatible avec un prix de revient minimum. Diverses solutions ont été envisagées, la meilleure paraissant l'organisation à deux cycles/poste qui permet un avancement commercial de 10 m par jour avec le matériel classique. Toutefois nous nous trouvons en présence des difficultés suivantes, souvent contradictoires :

— Possibilité du temps d'occupation du chantier en rapport avec l'éloignement. Plus le chantier est éloigné du puits, plus il est difficile de réaliser 2 cycles/poste.

— Possibilité d'extraction de terres par les puits. Si le puits est proche de la saturation, on ne peut réaliser l'avancement journalier maximum.

— Intérêt de la formation d'équipes spécialisées en fonction de la longueur du creusement envisagé.

La marche à 2 cycles/poste suppose une perte légère sur le rendement des ouvriers. Il serait inutile

de faire marcher à 2 cycles/poste un chantier qui ne pourrait être en activité qu'un poste par jour à cause du débit des puits.

De même, si le débit des puits laisse toute latitude, mais si l'éloignement est trop grand, il est préférable de rechercher une organisation à un seul cycle légèrement allongé par poste avec un personnel minimum, au lieu d'une organisation à 2 cycles/poste au moyen d'un personnel pléthorique travaillant avec dépassement d'horaire.

Au total, on a conclu que nous devons avoir à notre disposition un arsenal d'organisations-types où nous puissions puiser à chaque instant, le choix se faisant en fonction des caractéristiques du chantier à creuser.

La mécanisation du creusement des galeries de niveau est actuellement à base de légèreté et de standardisation. La première qualité paraît mieux convenir à nos chantiers dont la section courante est assez faible et la seconde permet d'obtenir de l'ensemble de nos outils une utilisation industrielle excellente.

c) Matériel utilisé.

Le tableau IV donne une idée de l'évolution du parc des chargeuses utilisées dans les galeries de niveau au rocher et en veines, et des marteaux-perforateurs utilisés dans l'ensemble des chantiers de creusement.

La régression du nombre de marteaux (3.650 en 7 ans au prix actuel de 1.600 NF pièce environ) compense financièrement l'augmentation du parc de chargeuses (230 en 7 ans au prix actuel de 27.000 NF l'unité). Ceci a permis d'assurer, en liaison avec la diminution du nombre de chantiers en activité (817 en octobre 53, 423 en octobre 1958), la mécanisation quasi complète des creusements de niveau.

d) Historique du développement de la mécanisation du chargement.

Octobre 1951 — Le taux de mécanisation est déjà fort en galeries de niveau au rocher, encore faible au charbon, comme on peut le voir sur les figures 2 et 3.

1952 — On décide l'achat massif de chargeuses, le parc augmente de 145 unités, l'utilisation de 157 unités, mais l'introduction se fait sans organisation poussée.

Période 1952-1954 — Le taux de mécanisation en bowette est élevé et proche de la saturation. Les services dits d'essais ont été mis en place. Ils sont particulièrement chargés de suivre les travaux de l'étranger et des constructeurs français et d'adapter matériel et méthodes aux conditions de nos mines. Ils comprennent, dans chaque groupe, un certain nombre d'ingénieurs plus ou moins spécialisés, en contact permanent de groupe à groupe. La base de leur travail est au départ l'étude d'une organisation

TABLEAU IV.
Evolution du parc de chargeuses et marteaux-perforateurs.

Chargeuses				Marteaux-perforateurs			
Dates	Nombre total	Nombre en service	Taux d'utilisation	Dates	Nombre total	Nombre en service	Taux d'utilisation
Octobre 51	326	250	78 %	Décembre 51	10.845	8.940	73 %
» 52	471	407	86 %	» 52	11.276	8.422	75 %
» 53	518	396	76 %	» 53	10.942	6.429	59 %
» 54	540	414	77 %	» 54	10.053	5.913	59 %
» 55	586	434	74 %	» 55	9.035	5.439	60 %
» 56	581	404	70 %	» 56	7.702	4.506	59 %
» 57	578	404	69 %	» 57	7.100	4.190	59 %
» 58	566	443	78 %	» 58	7.195	4.632	64 %

Décomposition du parc en décembre 1958.

Eimco 12 B	195	Meudon XPH 1	136	} modernes
» 21 B	328	Atlas BBD 41 WK	761	
» 21 D	25	Atlas BBD 42 WK	123	
» 40	11	Montabert T 20	5	
Divers	5	Meudon SPI	900	} semi-modernes
		Atlas RM 656	1.581	
		Montabert L 47	739	
Le reste comprend des marteaux de types anciens.				

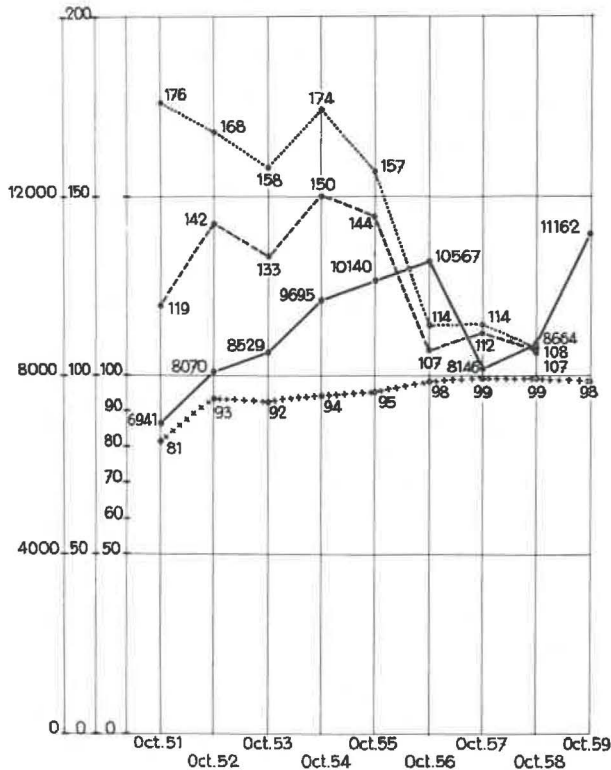


Fig. 2. — Mécanisation du chargement des galeries de niveau au rocher.

- Nombre de mètres creusés mensuellement
- Nombre total de voies
- Nombre de voies mécanisées
- +++ % de mécanisation (sur longueurs creusées)

à partir de quelques machines d'essai, et, suivant les résultats obtenus, la diffusion d'une technique au stade industriel.

Octobre 1955 — Les efforts ont porté leurs fruits. Le taux de mécanisation est de 95 % en bowettes, 70 % en galeries au charbon, le nombre de mètres en galeries de niveau restant sensiblement identique à lui-même au total (26.810 m en octobre 1955, contre 29.185 m en octobre 1951). Par contre, le nombre global de chantiers en service a décliné de 1.007 à 561 dans la même période.

Depuis 1955, les prévisions se sont révélées variables. Les taux de mécanisation atteignent maintenant 98 à 99 % au rocher, 91 à 92 % en veines. Le nombre de chantiers tombe à 423 en octobre 1958 pour un creusement global de 26.106 mètres, donc demeuré constant.

Si la mécanisation des chantiers de creusement des galeries de niveau a atteint ce taux élevé, c'est, pour les bowettes, l'impératif absolu de la modernisation qui a imposé et dirigé nos recherches. Puis les voies de niveau au charbon ont profité de l'expérience des bowettes car elles leur sont très semblables ; il était évident, à la lumière de l'examen comparé des résultats des chantiers à la chargeuse et à la main, présentés sur les figures 4 et 5, que leur mécanisation était payante.

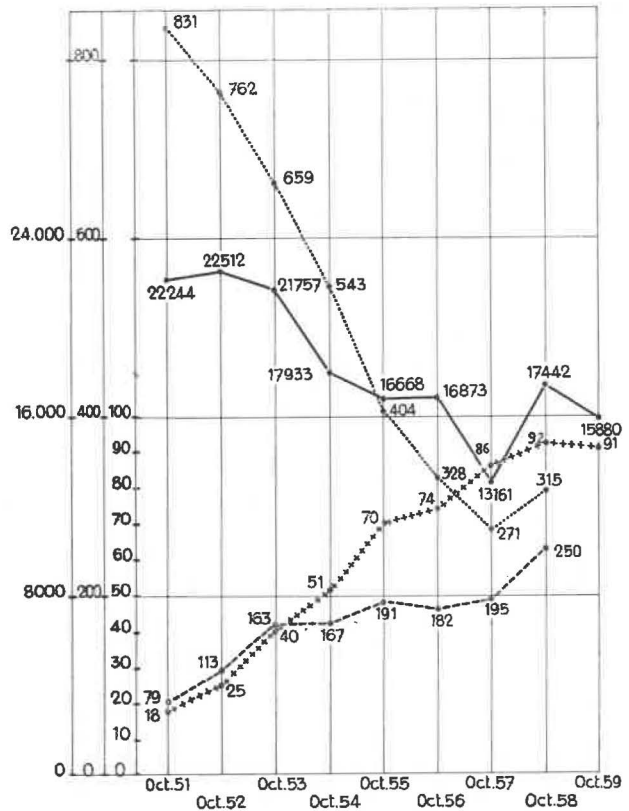


Fig. 3. — Mécanisation du chargement des galeries de niveau en veines.

- Nombre de mètres creusés mensuellement
- Nombre total de voies
- Nombre de voies mécanisées
- +++ % de mécanisation (sur longueurs creusées)

Nous n'avons parlé jusqu'ici, dans cet historique du développement de la mécanisation, que de galeries de niveau. C'était normal car elles ont été les premières étudiées au point de vue mécanisation et organisation.

À la suite des résultats obtenus dans ces types de galeries, les essais se poursuivirent en vue de trouver une méthode et le matériel appropriés permettant l'obtention de résultats analogues dans les galeries en direction. Diverses méthodes ont été essayées : machine vibrante PIC - Duckbill - Ducklings - scrapage à longue distance - scrapage à courte distance.

Nous avons alors pensé que, si la mise en service d'un matériel approprié avait permis très rapidement d'améliorer les résultats moyens obtenus dans les galeries de niveau au rocher et au charbon, nous ne devons pas douter que l'utilisation d'un matériel adapté devait permettre d'enregistrer les mêmes progrès dans les voies en direction. Mais les solutions proposées jusqu'en 1954 présentaient encore de nombreuses imperfections.

C'est la mise au point du scrapage à très courte distance qui nous a permis, en passant à un stade d'emploi industriel, d'envisager l'obtention de résultats analogues à ceux des galeries de niveau pour

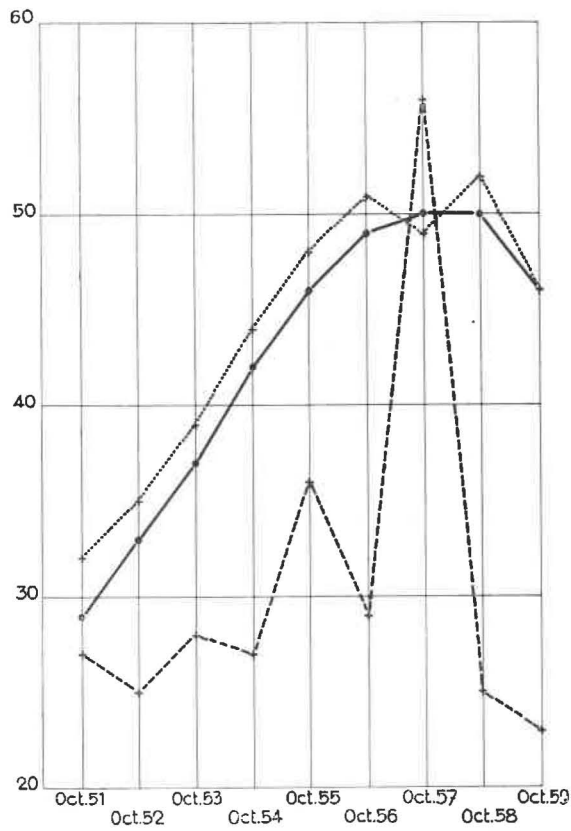


Fig. 4. — Rendements en cm/h/poste en galeries de niveau au rocher.

— Ensemble
 dont { avec chargeuse Eimco
 - - - - - à la main

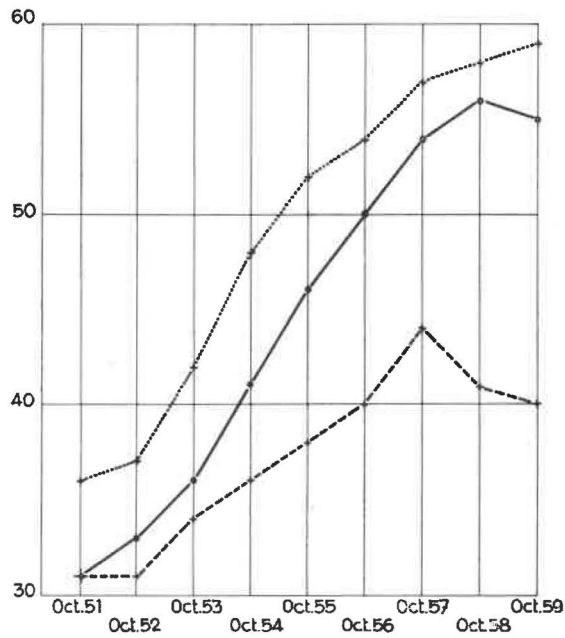


Fig. 5. — Rendements en cm/h/poste en galeries de niveau en veines.

— Ensemble
 dont { avec chargeuse Eimco
 - - - - - à la main

les galeries en direction. En supposant que nous soyons arrivés à une stabilisation du nombre de mètres à creuser mensuellement dans ces galeries, et eu égard aux résultats que nous avons trouvés en cm/homme/poste, nous devrions être capables de faire chuter le nombre des chantiers en service de 15 %, quand nous aurons atteint le même taux de mécanisation que dans les voies de niveau.

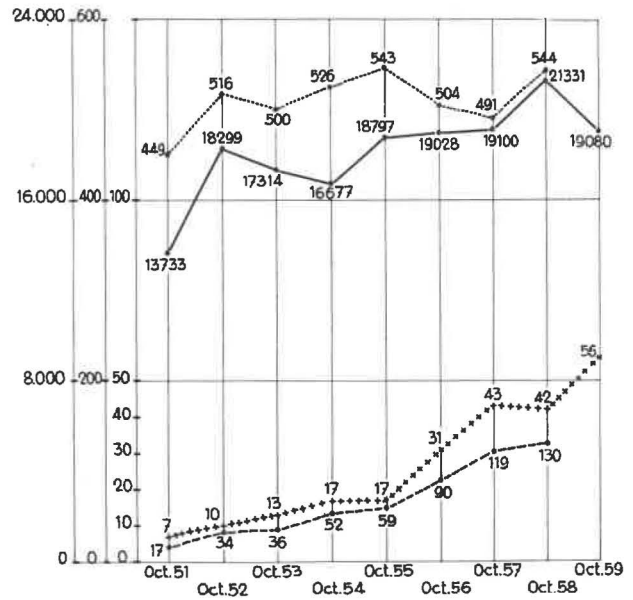


Fig. 6. — Mécanisation du chargement des galeries en direction en veines.

— Nombre de mètres creusés mensuellement
 Nombre total de voies
 - - - - - Nombre de voies mécanisées
 +++ % de mécanisation (sur longueurs creusées)

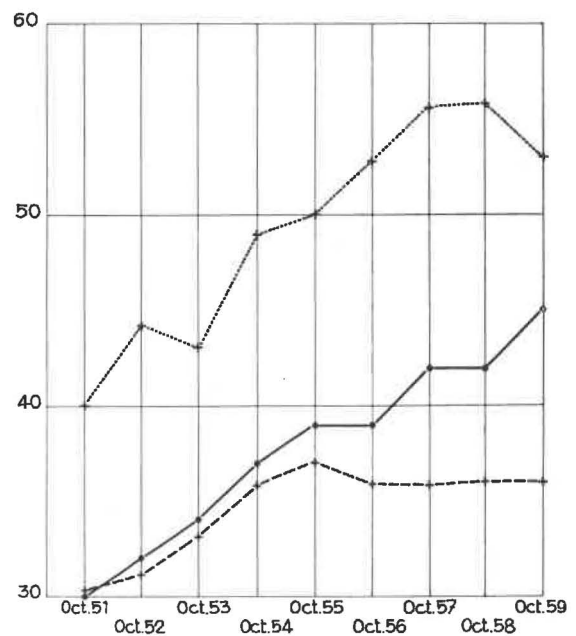


Fig. 7. — Rendements en cm/h/poste des voies en direction en veines.

— Ensemble
 dont { avec Scraper
 - - - - - à la main

Dès lors, la mécanisation a été poussée très rapidement dans la voie du scrapage comme le montrent les figures 6 et 7.

6) Concentration des chantiers de creusements.

Nous n'avons pas attendu le stade de résultats techniques intéressants pour envisager des études économiques. Il est certain qu'au fur et à mesure de la mécanisation, de l'amélioration des résultats, de l'adaptation du personnel et de la remise à jour des retards de creusement, nous étions astreints, dès que le volume des creusements était en accord avec les besoins de l'exploitation, à en rechercher l'exécution au moindre prix de revient.

Des études de rentabilité furent exécutées sur les galeries de niveau au rocher en avril 1953, puis contrôlées par des études analogues en avril 1955 et

avril 1957. Elles montraient qu'un des plus gros gains que nous pouvions faire était dans la recherche de l'avancement journalier maximum. C'est ce que nous avons essayé de réaliser dès 1955, suivant la méthode d'organisation que nous avons vue plus haut.

Le tableau V représente l'évolution suivie dans la voie de la concentration opérationnelle des chantiers de creusement : diminution du nombre de chantiers ouverts, augmentation de l'avancement mensuel.

Les avancements journaliers moyens et le nombre moyen de postes d'occupation des chantiers figurent sur le tableau VI, malheureusement très incomplet car nous n'avons les moyens de calculer valablement ces chiffres que depuis un an ; il montre néanmoins la supériorité très nette des performances réalisées dans ceux des chantiers des 3 catégories de voies qui sont mécanisés.

TABLEAU V.

Concentration des chantiers de creusements.

Années	Nombre moyen de chantiers			Avancement moyen mensuel par chantier (*)		
	au rocher de niveau	en veine		au rocher de niveau	en veine	
		de niveau	en direction		de niveau	en direction
1951	174	798	395	36,80	23,50	28,00
1952	176	785	507	42,47	26,50	30,00
1953	154	679	483	47,31	28,50	31,50
1954	161	588	510	53,05	32,50	33,50
1955	158	443	531	59,48	40,20	33,80
1956	129	349	518	71,58	45,00	34,20
1957	116	286	489	72,34	49,20	37,19
1958	119	285	508	68,30	52,52	36,53
(*) Chiffre obtenu en divisant l'avancement mensuel total du bassin par le nombre moyen de chantiers en activité.						
1959	98	172	278	92	81	62

à partir de 1959, chiffres non comparables à ceux des années précédentes, car calculés suivant méthode différente.

TABLEAU VI.

Avancements journaliers et temps d'occupation journalière des chantiers.

Années 1959	mécanisées		non mécanisées	
	avancement journalier	postes d'occupation par jour	avancement journalier	postes d'occupation par jour
Galeries de niveau au rocher	3,83 m	2,64	1,24 m	2,20
Galeries de niveau en veines	3,60	2,72	1,75	2,04
Galeries en veines en direction	3,63	2,52	1,83	1,98

Les principales raisons militant en faveur de l'avancement journalier maximum sont les suivantes :

— Diminution du coût par mètre des frais totaux d'amortissement et de l'énergie d'aérage secondaire (dont la consommation totale est la même quel que soit l'avancement journalier).

— Meilleure surveillance du personnel et des machines permise par la diminution du nombre de chantiers en service.

— Et enfin, utilisation de la meilleure technique possible à chaque instant.

Ces raisons n'ont pas été seules déterminantes de l'évolution.

L'évolution des idées concernant les méthodes d'exploitation conduisaient naturellement au creusement très rapide. En effet, l'exploitation des couches superposées nécessite un découpage rapide dans la veine inférieure pendant que se déroule l'exploitation de la veine supérieure, si l'on veut éviter les répercussions classiques des travaux d'exploitation sur les galeries en creusement.

7) Influence sur les chantiers de creusement de la concentration structurelle de l'exploitation.

a) La concentration des sièges d'extraction, dont le nombre est passé de 110 en 1947 à 65 en fin 1959, a eu pour conséquence une augmentation de 37 % des longueurs creusées en bowettes/1.000 tonnes nettes, de 1951 à 1959. Le rapprochement de ces deux faits figure sur le tableau VII.

TABLEAU VII.
Influence de la concentration structurelle de l'exploitation.

Années	Nombre de sièges ouverts au 31 décembre	Mètres creusés/1.000 tonnes nettes en galeries de niveau au rocher
1947	109	
1948	103	
1949	104	
1950	99	
1951	95	2,7
1952	92	3,0
1953	89	2,9
1954	78	3,6
1955	75	3,9
1956	69	3,9
1957	67	3,5
1958	66	3,4
1959	65	3,7

L'appauvrissement du gisement y a certainement contribué aussi. L'excellence des résultats obtenus dans ce type de galeries a pu enfin favoriser parfois

le creusement d'une galerie maîtresse au rocher, en gisement penté, plutôt qu'en veine.

b) La concentration des sièges et la concentration des quartiers ont amené aussi une augmentation de la section des galeries creusées, comme l'indique le tableau VIII.

TABLEAU VIII.
Section (en m²) des galeries creusées.

Années	Galeries de niveau		Galeries en direction en veine
	au rocher	en veine	
1951	8,8	7,1	7,0
1952	8,8	7,3	7,4
1953	9,2	7,6	7,3
1954	9,4	7,8	7,4
1955	9,5	8,3	7,6
1956	9,6	8,3	8,2
1957	10,1	8,3	8,7
1958	10,3	8,3	8,6
1959	10,4	8,4	8,7

Les sections sont donc en accroissement lent, mais constant. Cela se justifie en ce qui concerne les bowettes, par la concentration et la modernisation des ossatures d'étages qui exigent plus d'espace pour le passage des locomotives et d'un plus gros cube d'air

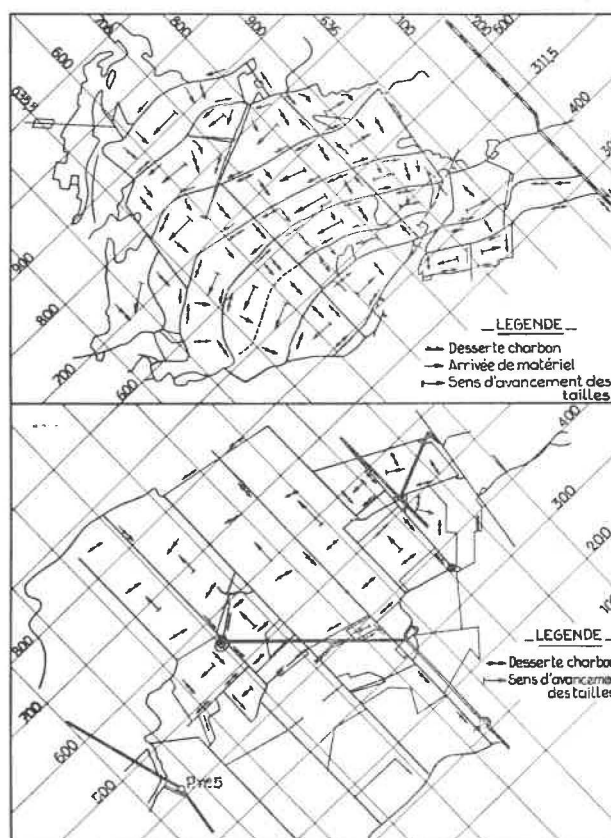


Fig. 8. — Modifications du découpage du gisement.

pour l'aérage des chantiers. En ce qui concerne les galeries au charbon, les causes principales en restent les mêmes, la concentration obligeant à passer des tonnages journaliers plus importants dans les galeries.

c) Le tableau II montre encore des variations très importantes dans le volume des galeries creusées en veines suivant le type de ces galeries de 1951 à 1959 : les galeries de niveau ont diminué de 35 %, cependant que les galeries en direction ont augmenté de 58 %. Il faut y voir une conséquence de la concentration structurelle des quartiers.

C'est l'apparition du convoyeur à bandes dans les plateaux qui a provoqué la très importante modification du découpage à laquelle nous avons assisté, et dont les deux schémas de la figure 8 donnent une idée. Son emploi a permis le développement des voies en direction, équipées de convoyeurs à bandes assurant une desserte continue ; le traçage du quartier apparaissait de plus en plus comme un quadrillage d'allure géométrique, contrastant fortement par sa simplicité apparente avec les anciens découpages basés sur les voies de niveau, équipées de berlines assurant une desserte discontinue.

Mais la desserte continue est un procédé coûteux ; il est apparu qu'il convenait d'utiliser au mieux sa forte capacité tout en limitant au strict nécessaire son extension. D'où le groupement des tailles en double-unités sur ces convoyeurs, et le groupement de ces convoyeurs sur un point unique de chargement à l'étage, bien débloqué.

CONCLUSIONS

Sur le graphique 9 est reporté pour les trois types de galeries étudiées spécialement, l'avancement

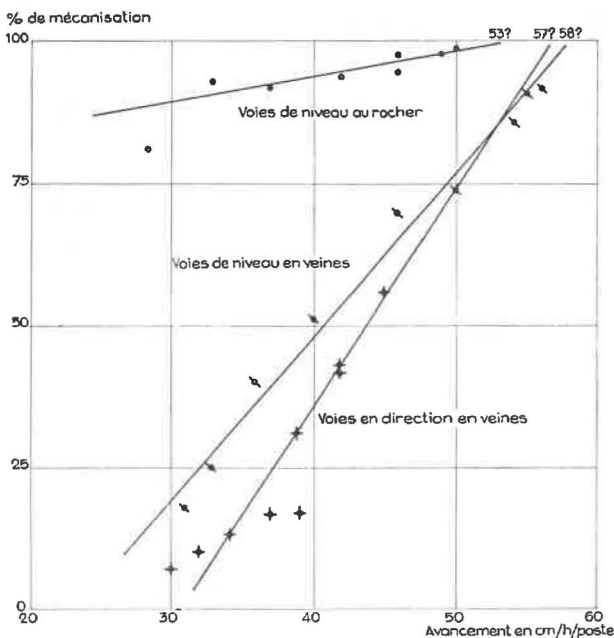


Fig. 9. — Mécanisation et avancements en cm/h/poste.

moyen en cm/homme/poste en fonction du degré de mécanisation, année par année, de 1951 à 1959.

Toutes choses égales par ailleurs, les points représentatifs de ces trois courbes devraient se situer sur des droites ; nous ne les obtenons pas rigoureusement ici car les autres conditions du travail ont évolué, telles que la section des galeries ou l'organisation du travail. Néanmoins, les grandes lignes de la technique ayant peu évolué, nous nous croyons autorisés à essayer de tracer ces droites. Elles font apparaître des limites à nos possibilités d'amélioration, que l'on peut chiffrer aux environs de 53 cm/homme/poste pour les galeries de niveau au rocher, 58 pour les galeries de niveau en veine, 57 pour les galeries en veine en direction.

Pour les voies en direction en veine, la courbe montre, si on a le droit de l'extrapoler, qu'en portant le taux de mécanisation à 90 %, on pourrait porter l'avancement en cm/homme/poste de 45 à 55 cm environ. Tout nous permet de croire que le gisement ne s'opposerait pas plus à un développement généralisé de la mécanisation dans les voies en direction en veines qu'il ne l'a fait pour les voies de niveau. On voit donc nos raisons d'espérer de nouvelles améliorations pour l'avenir. Développer la mécanisation des voies en direction, c'est un peu une question d'investissements ; c'est surtout une question d'utilisation correcte de tout le parc de treuils dont nous disposons pour effectuer du scrappage. Jusqu'ici on a mécanisé d'abord les chantiers les plus urgents, et les mieux placés pour la desserte.

Par contre, les taux de 98 % et 91 % atteints en octobre 1959 en galeries de niveau au rocher et en veines sont pratiquement des taux de saturation. Les résultats obtenus, s'ils sont excellents, marquent néanmoins la limite de nos possibilités si nous persévérons dans la voie classique du chargement mécanisé après abatage des produits du creusement à l'explosif. Ceci explique le peu de progrès obtenus depuis plusieurs années.

Nous ne pouvons pas admettre que cette limite technique soit une limite absolue. C'est pourquoi nous avons engagé nos études vers des machines conjuguant la mécanisation et la continuité de l'abatage avec celles du chargement, machines nous libérant de la notion du cycle.

Les essais du mineur continu Joy JCM 3 ont été décevants, en ce sens que cet engin ne convient pas à nos gisements irréguliers et essentiellement composés de veines minces ; c'est en effet un outil qui ne convient qu'en veine, incapable de s'attaquer économiquement aux terres d'épentes ou d'accidents.

Le mineur continu Marietta est par contre un excellent instrument de creusement des galeries en veines en direction. Les premiers essais ont commencé il y a près de 3 ans. La première machine a déjà creusé plus de 6.500 m de galeries, et paraît bien au point maintenant. Une 2^{me} machine a été

mise en service en octobre 1959 ; nous avons commandé encore 3 machines, que nous recevrons à la fin de 1960. Outre la veine, dont l'ouverture n'a souvent atteint que 60 cm, les terrains découpés par la machine peuvent être durs, mais ils doivent ne pas être gréseux.

La machine permet de creuser une galerie de 6 à 7 m² de section. Elle est constituée essentiellement par 2 bras tournants, creusant chacun 4 ou 5 saignées concentriques, le terrain entre ces saignées étant brisé par des rouleaux éclateurs. Une chaîne de coupe transforme cette première section de creusement en une section quasi-rectangulaire, de 1,80 m à 2 m de hauteur, 3,20 m à 3,50 m de largeur. La machine repose sur chenilles ; elle est munie de 3 moteurs 50 ch ; elle pèse environ 40 tonnes.

Pendant les 11 premiers mois de 1959, la machine a creusé 2.700 m, à l'allure moyenne de 15 m par jour de marche effectif, à 2 postes ; le rendement réalisé s'élève à 190 cm/homme/poste, ou 11,6 m³/homme/poste. L'avancement journalier est de l'ordre de 4 fois celui obtenu en moyenne avec la mécanisation par scrapage, le rendement en cm/homme/poste de l'ordre de 3 fois, le rendement en m³/homme/poste de 2 à 3 fois. On estime qu'une Marietta peut remplacer 3 traçages en direction équipés avec scrapage.

Une machine pouvant creuser commercialement 3.000 m par an (soit 200 jours de marche effectifs), nos 5 machines, existantes ou commandées, pourraient creuser 15.000 m par an, soit environ 7 % du total des galeries en direction.

Nous avons donc là de nouvelles raisons de croire à de nouveaux progrès, et nous admettons la possibilité, pour les années à venir, d'une évolution inverse de celle à laquelle nous avons assisté ces 10 dernières années, les travaux au rocher venant cette fois à la remorque des travaux en veine.

Mais nous ne voulons pas attendre la généralisation de cette révolution technique pour réaliser encore quelques progrès : une multitude d'améliorations de détails sont toujours possibles dans nos galeries de niveau, tenant par exemple à la desserte des chantiers, à l'organisation du chargement, au matériel de foration... Nous constatons encore des différences trop grandes entre les résultats obtenus dans des chantiers, pourtant très comparables au point de vue de leurs possibilités techniques.

Beaucoup de chantiers exigent encore une multitude de petites mises au point ; elles sont du ressort de l'ingénieur d'exploitation, dont le rôle ingrat est de s'attacher à l'application rigoureuse des modes opératoires mis au point par l'ingénieur du service des essais, orienté maintenant vers les méthodes d'avenir.