Congrès européen sur les mouvements de terrains

LEEDS, avril 1957

REVUE GENERALE DU PROBLEME DES MOUVEMENTS DE TERRAIN

par J. T. WHETTON,

Professeur à l'Université de Leeds,
Président du Congrès.

Dans son discours d'ouverture, le Président a fait un bref historique de la question des affaissements du sol en Grande-Bretagne jusqu'en 1929. C'est l'époque des théories disparates, des règles empiriques variables suivant les régions et d'ailleurs peu sûres.

A partir de 1934, un grand pas en avant dans la voie de nos connaissances a été réalisé par les observations méthodiques de nombreux nivellements périodiques très précis, faites en Allemagne et en Hollande. Ainsi est née la théorie de la cuvette d'affaissement surplombant l'aire déhouillée et la débordant largement dans tous les sens dans une zone dont l'étendue dépend de la profondeur et de l'angle limite. De là résultent des méthodes de calcul qui permettent de prévoir la grandeur des déformations de la surface, leurs effets probables et les moyens de les atténuer autant que possible.

Ces méthodes ont été portées à la connaissance des spécialistes de la Grande-Bretagne par les travaux de J. Sinclair et R. Wardell. Ils ont introduit une nouvelle terminologie : subcritical = affaissement partiel — critical = affaissement correspondant à l'aire d'action totale — supercritical = aire surabondante.

Il importe de noter que, quelle que soit l'exactitude avec laquelle les lois de l'affaissement peuvent être énoncées, il n'existe aucune certitude que le comportement des strates se conformera dans tous les cas aux règles prévues. On ne pourra arriver à ce résultat que lorsqu'on en saura suffisamment sur les modes de comportement normal pour qu'il soit possible d'en séparer les cas anormaux.

Il existe six points particuliers sur lesquels, jusqu'à présent, on connaît très peu de choses. Ce sont : 1) le facteur temps; 2) les relations entre les courbes d'affaissement et les courbes de convergence au front; 3) l'influence des vieux travaux; 4) l'épaisseur et la diversité des alluvions superficielles; 5) le mode de remblayage; 6) le cas des couches pentées.

1. — *Facteur temps.*

Il faut distinguer deux cas : celui du dépilage partiel et celui du dépilage par longues tailles continues.

Dans le premier cas, il est possible d'enlever une grande partie de la couche sans provoquer l'affaissement à la surface; le facteur temps n'a alors aucune signification. Mais, il se peut que l'équilibre des piliers soit précaire et vienne à être rompu par l'existence de travaux voisins et des pressions croissant avec la profondeur. Le temps nécessaire pour que l'affaissement en surface cesse s'accroît avec la profondeur.

Dans l'exploitation par longues tailles, l'affaissement à la surface n'est pas décelable tant qu'une aire minimum n'a pas été dépilée; il progresse ensuite avec la même vitesse que le front de taille. La continuation de l'affaissement après l'arrêt de l'exploitation peut avoir pour origines :

1) Là où le charbon ou le mur sont tendres, les pressions de culée font céder les parois en ferme pendant un temps important; 2) retard dans la convergence des bancs ou le décollement des bancs du haut toit; 3) variation dans le tassement des éboulis dans l'arrière-taille. Tous ces effets dépendent des pressions et de la profondeur.

Le temps nécessaire pour la transmission de l'affaissement à différentes profondeurs a fait l'objet de publications pour certaines régions de l'Allemagne, mais on ne dispose pas de renseignements comparables pour la Grande-Bretagne.

2. — *Relations entre courbes d'affaissement et de convergence.*

Le but de ces recherches est de faire saisir le mécanisme de la transmission des ébranlements entre le fond et la surface; elles sont très peu avancées et les mesures présentent de grandes difficultés d'exécution.

3. — *Influence des vieux travaux.*

Lorsque des vieux travaux existent au-dessus du niveau en cours d'exploitation, leurs effets se superposent aux affaissements normaux. Il semble que l'amplitude du mouvement vertical ne soit pas beaucoup modifiée, mais les allongements et les contractions en surface, tant en position qu'en direction, peuvent être affectés par la présence de vieux travaux. Il serait extrêmement intéressant de pouvoir disposer d'enregistrements des influences que les vieux travaux ont sur les effets en surface; c'est une variable de plus dont doit tenir compte l'ingénieur chargé du planning de l'exploitation simultanée de plusieurs couches.

4. — *Profondeur et variété des alluvions superficielles.*

Les résultats observés à la surface présentent de plus grands écarts que dans le cas du Houiller af-

Revue de l'Industrie Minérale. 1957, n° 10. — DRENT. Time curves and the thickness of overhanging strata. — ORCHARD. Prediction of the magnitudes of surface movements.

fleurant. L'auteur préconise des recherches par sondages et par des stations de mesure très rapprochées.

5. — *Effets des différents modes de remblayage.*

On a cité des chiffres moyens relevés en Allemagne sur les effets du remblayage à main ou mécanique, mais en pratique les écarts sont considérables et varient du simple au double. Il faut considérer la profondeur et par conséquent la pression, et surtout la convergence avant la mise en place du remblai, laquelle atteint parfois 30 %. La mise en place du remblai doit donc se faire aussitôt que possible.

6. — *Effet des couches pentées.*

Jusqu'à présent, il n'existe aucune méthode qui permette de prévoir les effets en surface de ces couches et le meilleur aménagement des travaux pour la protection de la surface. Pour une longueur de taille donnée, ces effets dépendent de la différence de profondeur entre le pied et l'amont de la taille; ils sont donc d'autant plus marqués que la profondeur absolue est plus faible. Il existe donc un champ de recherches à faire sur place chaque fois qu'on aura l'occasion de faire des observations au-dessus de couches en dressant ou semi-dressant.

Observations finales.

Les publications relatives aux observations sur le terrain, pour être utiles et comparables, ne doivent pas se borner à des coupes verticales, elles doivent être accompagnées de plans et de tous les renseignements utiles sur la géologie du gisement et la méthode d'exploitation.

Quant aux théories, il faut se garder des généralisations hâtives et du scepticisme quant à la possibilité d'établir une théorie unique.

MESURES D'AFFAISSEMENT SUR LE TERRAIN

par J. WHETTON, H. KING et H. JONES.

Les mesures sur le terrain nécessitent tout d'abord une base d'observations qui, en principe, doit être rectiligne et orientée. Il est pratiquement impossible de satisfaire à cette condition dans les localités bâties et même en pleine campagne. Le choix de l'emplacement est le point le plus délicat, surtout lorsque la zone influencée est très grande. Les stations doivent être marquées par des repaires immuables, ce qui est très difficile lorsqu'ils sont implantés dans un sol sujet à des influences climatiques ou à des remaniements accidentels. La conséquence de ces difficultés est que les observateurs sont enclins à placer leurs stations à l'emplacement le plus favorable au point de vue de la technique topographique. Le résultat de cette façon d'opérer est qu'une chaîne d'observations peut suivre une route, un chemin de fer, un sentier ou une clôture en ne se préoccupant, qu'au point de vue qualitatif, du sens de progression de la taille et de la position du front par rapport à la ligne d'observation.

On est ainsi renseigné sur le mouvement vertical absolu, mais lorsqu'il s'agit d'étudier les mouvements horizontaux, les allongements et les contractions, toute analyse est rendue extrêmement difficile, si les stations d'observation ne sont pas situées suivant l'axe principal de l'avancement, ou dans une direction perpendiculaire.

La meilleure explication qu'on puisse donner de ce fait est un diagramme des lignes d'égal affaissement, représentant l'influence à un instant donné d'une longue taille en cours de progression

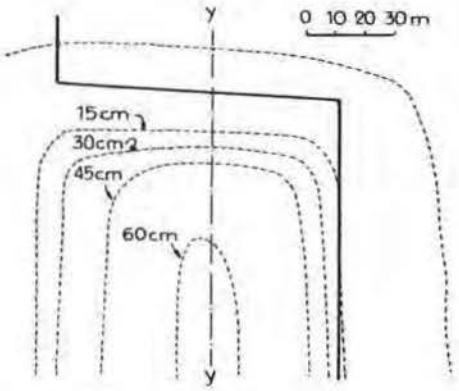

Fig. 1.

(fig. 1). Ces lignes s'infléchissent depuis les limites du panneau vers le front de taille en progression. Ce sont des courbes ajustées après lissage des mouvements erratiques dus aux irrégularités de la progression. Le mécanisme de l'évolution de ces courbes a peu retenu l'attention dans le passé, mais il apparaît que les lignes de niveau se déplacent avec la même vitesse que la taille à partir du moment où l'affaissement maximum est atteint en un point de la surface.

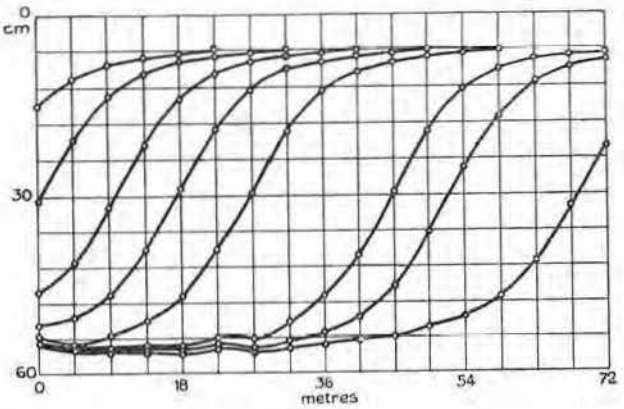

Fig. 2.

La coupe longitudinale YX représente les courbes d'affaissements en fonction de la distance de la taille, relevées à différents intervalles de temps. Les déphasages de ces courbes sont conformes aux avances du front de taille pendant les périodes correspondantes (fig. 2).

Dans la zone où l'affaissement est terminé, les lignes d'égal affaissement s'infléchissent autour du front de taille. Tout point de la surface à l'intérieur de cette zone suit son cycle de mouvement et de déplacement latéral.

Si une ligne d'observation a été nivelée avant qu'elle ne soit influencée et ensuite après cessation de tout mouvement, on aura les valeurs maxima de l'affaissement et du déplacement latéral.

On peut voir que, le long d'une ligne de stations, le déplacement maximum varie en direction depuis le début jusqu'à l'extrémité de la zone en question et cela rend très difficile l'estimation des allongements ou des contractions entre deux stations quelconques; le cas d'une station placée suivant l'axe de l'avancement fait exception.

Les lignes d'égale déformation conviennent pour caractériser les déformations qui se produisent à la surface.

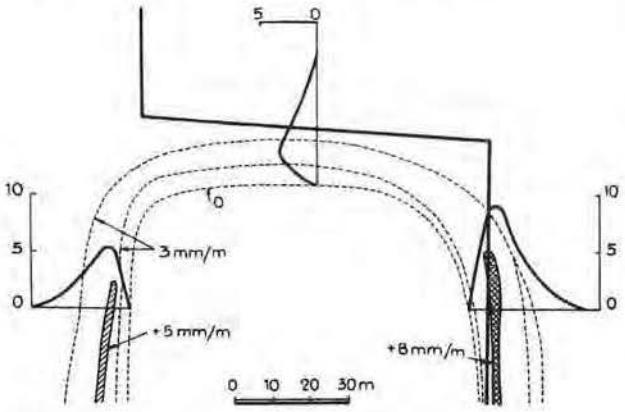

Fig. 3.

La figure 3 les représente dans le cas d'une exploitation peu profonde en cours de déhouillement. La zone entière pourrait, bien entendu, être l'objet de mesures si un quadrillage de stations la couvrait tout entière, mais cette méthode, lente, exigeant beaucoup de main-d'œuvre et des frais, est rarement employée. Les auteurs ont inventé une autre méthode qui ne nécessite qu'une chaîne transversale de stations de mesure. Ils font une application, hardie et discutable de la théorie de l'élasticité, aux mouvements du sol.

Si l'on considère un système de trois stations formant un triangle équilatéral et si l'on mesure les allongements et contractions le long de chaque côté, il est possible de déterminer la direction des axes principaux par rapport au centre de gravité du triangle, le minimum et le maximum de la déformation et de tracer le cercle de Mohr correspondant et, par suite, la déformation dans une direction quelconque. En procédant ainsi par des triangulations d'étendue assez courte et orientées suivant les axes du panneau en cours d'exploitation, on peut tracer les lignes d'égale déformation suivant l'état d'avancement de la taille.

Un cas d'application à une couche de 1,80 m d'épaisseur, à 135 m de profondeur, est représenté par deux graphiques mettant en parallèle les lignes d'égal affaissement vertical et d'égale déformation horizontale. Ces dernières, de configuration très bizarre dans les premiers temps, deviennent plus régulières quand on approche de l'affaissement maximum. On a trouvé que les allongements au-dessus du front de taille n'ont pas dépassé 4 mm/m, tandis qu'on a relevé des contractions de 12 mm/m.

Le mémoire se termine par des considérations sur la précision des mesures des déplacements horizontaux, la distance entre les stations et les erreurs de lecture sur la mesure des distances.

La distance entre les stations peut s'exprimer par (h tg Z)/10, h étant la profondeur et Z l'angle limite.

N.B. — Il est difficile de se rendre compte de la valeur de la méthode par un seul cas particulier. L'hypothèse des déformations élastiques du sol et des bâtiments est infirmée par M. Drap, et Niemczyk condamne l'expression « tension dans le terrain ».

LES DIAGRAMMES « AFFAISSEMENTS-TEMPS » ET L'EPAISSEUR DES MORTS-TERRAINS

par S. DRENT (*)

Cet article a pour objet les observations faites dans le sud du Limbourg hollandais.

Si l'on reporte les affaissements mesurés le long d'une base d'observation à intervalles de temps déterminés, on obtient le diagramme usuel. Si l'on mesure les différences premières dans les mêmes intervalles entre deux opérations et qu'on en trace le diagramme, on aura la courbe des vitesses de descente. On peut opérer de même pour les déplacements horizontaux et l'on aura la courbe dérivée des allongements et des contractions dans l'espace.

Il est possible d'étudier la loi du mouvement d'un point donné à partir du moment où l'exploitation est assez avancée pour faire sentir son influence à la surface jusqu'au moment où l'on atteint l'état de repos. En portant les temps en horizontale et les affaissements en verticale, on a le diagramme qu'on peut appeler dynamique et on peut en tracer la courbe dérivée (fig. 4). Cette méthode a été introduite dans le bassin houiller

(*) Traduit de « *Colliery Engineering* », juillet 1957.

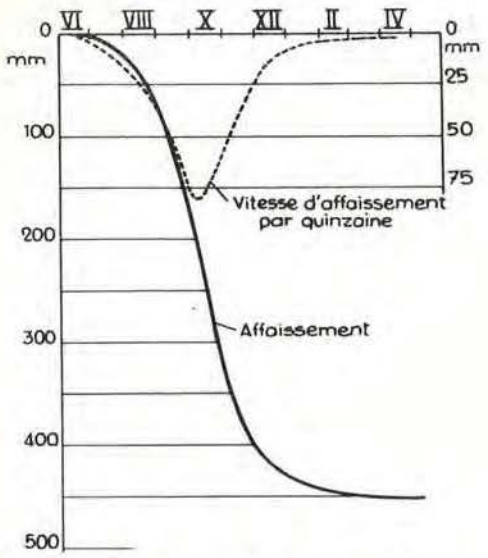

Fig. 4. — Diagramme montrant la vitesse d'affaissement par quinzaine.

du Limbourg par Meijers et a fourni des enseignements sur la relation entre le mouvement du point et différents facteurs. La précision de ces diagrammes est d'autant plus grande que les intervalles de temps entre deux mesures seront plus courts et il faut les indiquer dans les rapports sur chaque cas particulier.

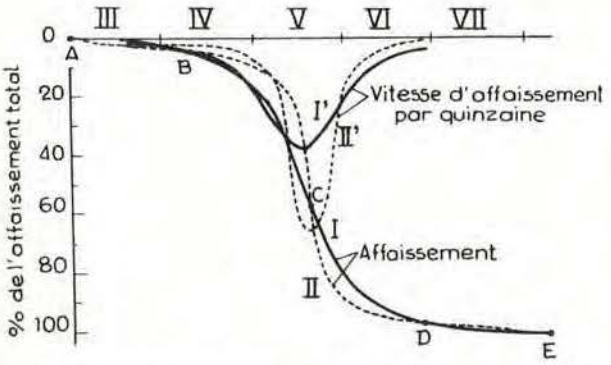

Fig. 5. — Variations des courbes de vitesse avec la fréquence des observations.

Ceci est illustré par la figure 5 qui se rapporte à l'affaissement du centre d'une taille avançant très lentement. Un premier levé a été fait à intervalles d'un mois et a fourni ABCDE et sa dérivée (tracés pleins I'). Partant de cette courbe, un collaborateur a calculé ce qu'auraient donné des levés bimensuels et il a trouvé les courbes tracées en pointillé (II'). La différence est parlante. Dans le second cas, la vitesse maximum de descente aurait été, pour un même affaissement mesuré (60 %), les 3/2me de celle indiquée par la première courbe.

Wardell a suggéré de représenter les abscisses du diagramme par des fractions de la valeur du rayon d'influence R du point considéré, ce qui élimine l'influence de la profondeur des exploitations et, pourvu que la taille avance régulièrement, le choix des intervalles de temps n'a plus autant d'importance. L'auteur a publié précédemment les résultats de mesures faites suivant cette méthode et il a montré que les courbes d'affaissement ont bien la même allure générale que celles de Wardell, mais alors que ces dernières dans les bassins anglais sont très uniformes, celles du Limbourg présentent des écarts individuels considérables (1).

Pour élucider la question, de nouvelles bases d'observation ont été réparties dans la région en sept endroits et à des profondeurs variant entre 38 et 598 m. A l'exception du n° 6, toutes les exploitations ont été faites par foudroyage.

On a d'abord vérifié que les courbes correspondant à différents points d'un même alignement sont bien parallèles et qu'il n'y a pas d'élément aberrant.

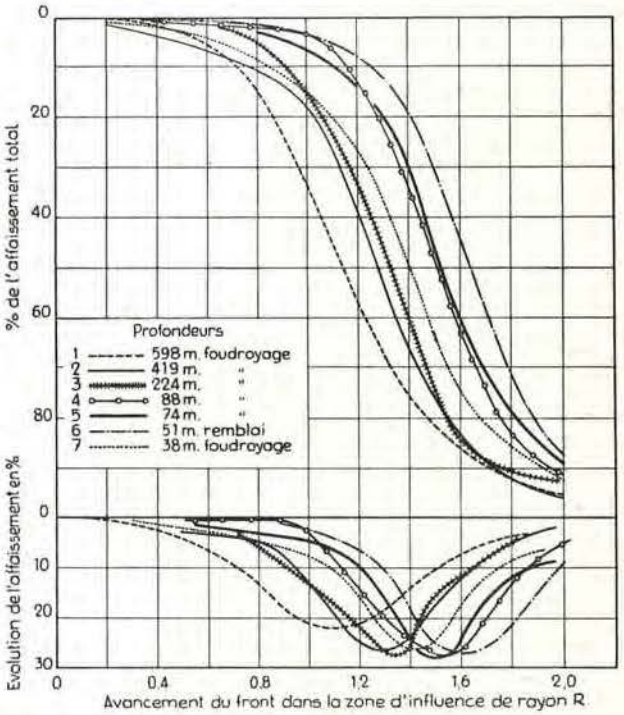

Fig. 6. — Avancement du front dans la zone d'influence de rayon R. Diagrammes d'affaissements en fonction de l'avancement dans différentes conditions (sur la fig. : Profondeurs — foudroyage — remblai).

La figure 6 représente les sept diagrammes d'affaissement et leurs dérivées en fonction de R. Ces figures présentent encore de grandes différences et elles s'écartent de la courbe type de Wardell. D'après celle-ci, les écarts entre les positions extrêmes du point à 1,5 R sont de 15 %, tandis que, dans les relevés de l'auteur, ils vont jusqu'à 50 % et, à l'exception du n° 7, ils sont manifestement en relation avec la profondeur. C'est ce que montre le diagramme figure 7.

(1) Voir A.M.B. 1954, novembre, p. 793/801, fig. 5.

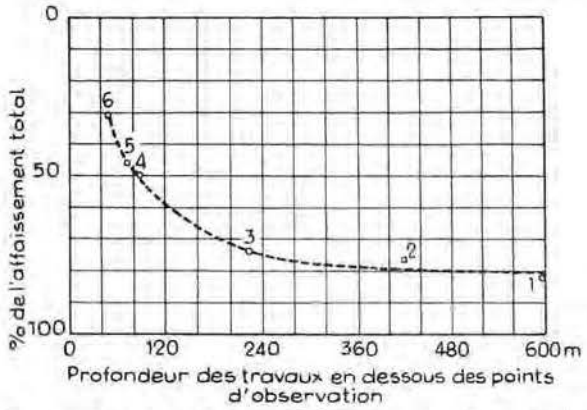

Fig. 7. — Variation du taux d'affaissement avec la profondeur (Affaissement en %).

Pour obtenir plus de précision, les courbes d'affaissement ont été transformées en supposant une avance régulière 0,2 R, c'est-à-dire le temps requis pour que la taille avance d'une longueur 0,2 R.

D'un examen serré résultent les faits suivants :

1. Le moment où l'accroissement d'affaissement atteint son maximum est en relation avec la profondeur.

2. A ce moment, le taux d'accroissement pendant l'intervalle de temps choisi est de 0,23 pour la ligne n° 1 et de 0,27 pour les autres. Ceci semble indiquer qu'il est uniforme et que l'intervalle a été bien choisi.

3. L'affaissement réalisé au moment où cette intensité maximum est atteinte varie entre 47 et 52 %, moyenne 49 %. Le fait que le cas n° 7 n'entre pas dans le cadre est à première vue déconcertant. Cependant, il peut s'expliquer. A 38 m de profondeur, 0,2 R correspond à trois jours. Si par hasard il y a un dimanche et un jour d'arrêt consécutifs, l'effet sera très considérable (fig. 8). Cet effet des jours de chômage (fig. 9) a été constaté même à des profondeurs plus grandes et la figure 9 en donne un exemple pour une profondeur de 400 m dont à peu près 100 de morts-terrains.

4. Il résulte des nivellements que dans plusieurs cas l'affaissement a tardé très longtemps à se manifester, phénomène déjà observé par Grond qui l'attribuait à la formation d'une voûte.

5. Il peut être intéressant, dans certains cas, de connaître le maximum d'affaissement par jour. Il dépend naturellement de l'intervalle entre deux mesures. Un tableau renseigne les valeurs calculées pour un intervalle de 5 jours et une vitesse d'avancement du front de 2 m. Ces valeurs s'échelonnent, suivant les profondeurs, entre 2 % à 600 m et 45 % à 30 m. Dans tous les cas, il s'agit du foudroyage. Il y a trop peu d'exploitations avec remblai pneumatique pour qu'on puisse en tirer des conclusions.

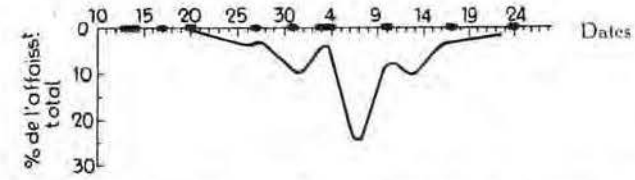

Fig. 8. — Influence des jours de repos sur l'allure de la courbe dans le cas d'une extraction à faible profondeur.

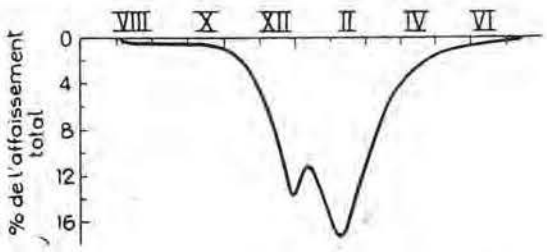

Fig. 9. — Influence d'un arrêt de quatre jours sur l'allure des courbes de vitesse dans le cas d'une extraction à 400 m de profondeur.

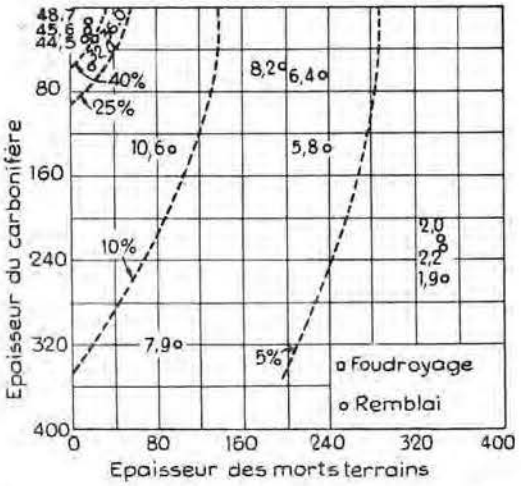

Fig. 10. — Diagramme montrant l'accroissement de l'affaissement pendant une période de 5 jours en % total (suivant les 2 axes — Epaisseurs des morts-terrains).

6. Pour mettre en évidence l'influence des morts-terrains, on a tracé le diagramme des lignes d'égal affaissement entre 5 % et 45 % pour les épaisseurs comprises entre 40 et 400 m (fig. 10). Notons aussi que l'angle limite varie entre 45 et 60°.

Etude des déplacements horizontaux dans le temps.

Cette étude a pour but d'établir les relations entre ces déplacements et l'avancement de la taille, ainsi que la dépendance du mouvement vertical et du mouvement horizontal. Il est évident que les mesures ne peuvent avoir la même précision que les nivellements et que l'écartement entre les stations a une grande importance. Il faut distinguer entre les mesures dans les plans parallèles ou perpendiculaires au front. Malheureusement, la base d'observation est souvent oblique, ce qui entraîne des confusions. La courbe des vitesses peut apporter des enseignements.

Considérons d'abord le cas d'une ligne perpendiculaire au front (ou très approximativement). On a constaté que le maximum d'accroissement de compression coïncide avec le maximum de vitesse d'affaissement. On en donne des exemples :

1° pour une ligne de 12,50 m de longueur mesurée tous les dix jours (profondeurs : 474 m, avance 1,5 R);

2° pour une exploitation à 487 m de profondeur; les maxima de vitesse d'affaissement et de contraction coïncident exactement;

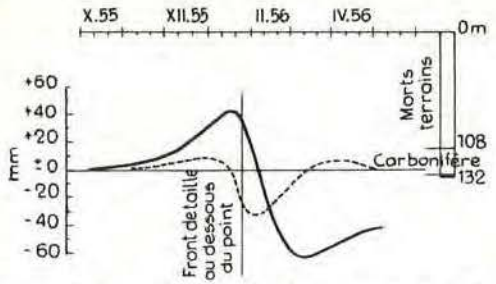

Fig. 11. — Evolution de la courbe des longueurs et de la courbe des vitesses par intervalles de 10 jours sur une ligne de 20 m approximativement perpendiculaire au front de taille.

3° (fig. 11) taille remblayée; on voit que le passage au point neutre se fait à l'aplomb du front de taille.

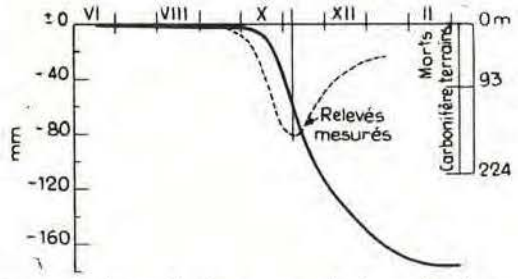

Fig. 12. — Evolution des longueurs et de la courbe des vitesses mensuelles sur une ligne de 20 m approximativement parallèle au front de taille. (sur la figure, lire « Relevés mensuels » au lieu de « relevés mesurés »).

Dans la coupe parallèle au front, les mesures ont été faites sur une ligne de 20 m de longueur et on a constaté les mêmes coïncidences (fig. 12). Enfin, on a relevé l'influence des jours fériés et le changement d'allure des courbes après l'arrêt du chantier ou lors du changement du foudroyage au remblayage.

En conclusion :

1) la méthode de représentation de Wardell est valable pour le Limbourg. Il y a une relation étroite entre la courbe des temps et la profondeur;

2) au moment où la vitesse de descente atteint son maximum, l'affaissement est de 50 %;

3) à des profondeurs de l'ordre de 250 m, à un avancement de 1,5 R correspond l'affaissement de 80 %;

4) le maximum de vitesse de descente est plus fortement influencé par l'épaisseur des morts-terrains que par celle du terrain houiller;

5) l'influence des jours de chômage se marque distinctement par un ralentissement de la vitesse d'affaissement;

6) l'introduction du remblayage se marque de la même façon en un temps très court;

7) la vitesse d'affaissement et celle des contractions ont leur maximum au même moment;

8) au moment du passage au point neutre, les mouvements ont leur maximum de vitesse.

Ces conclusions valent pour les conditions locales, elles ne sont pas définitives et les études continueront.

PREVISION DE L'AMPLITUDE DES MOUVEMENTS DE LA SURFACE

par R. ORCHARD (*)

Cet article n'a en vue que les couches plates des bassins anglais. Le plein effet de l'affaissement dépend du rayon d'influence, de la profondeur, de la surface exploitée. Jusqu'à présent, on n'a pas encore bien discerné les effets des exploitations peu profondes qui, par certains aspects, diffèrent notablement des autres parce que les stations d'observation étaient trop distantes. En conséquence, les courbes d'affaissement et des déplacements manquent de précision.

Effets du remblai.

La disposition des piles, spécialement de celles qui longent les voies de roulage, a une grande importance et des observations récentes ont permis de l'étudier conjointement avec d'autres facteurs.

Le premier exemple est celui d'une couche située à 60 m sous le sol, ayant 0,75 m d'ouverture, exploitée par tailles de 100 à 120 m de longueur, avançant d'environ 1 m par jour. La voie principale est au milieu du panneau et deux voies secondaires suivent les limites. La voie principale est protégée par deux dames de remblai compact de 2,50 m d'épaisseur. En plus, une fausse voie fournit des piles de taille. Les nivellements ont été faits en mars 1954 et le dernier en juillet 1956.

La coupe transversale indique les cuvettes d'affaissement successives, mais les déplacements horizontaux ne sont figurés que pour l'état final. On voit que la courbe des affaissements présente des ressauts notables (fig. 13) en tous les points à l'aplomb des voies bien remblayées et spécialement au-dessus du ferme entre deux panneaux limitrophes. Plus la zone remblayée est large, mieux se marque cet effet, surtout aux petites profondeurs. Un autre élément à considérer est la largeur de ces supports par rapport au vide total. C'est ce qui explique la différence entre la partie

(*) Traduit de « *Colliery Engineering* », novembre 1957.

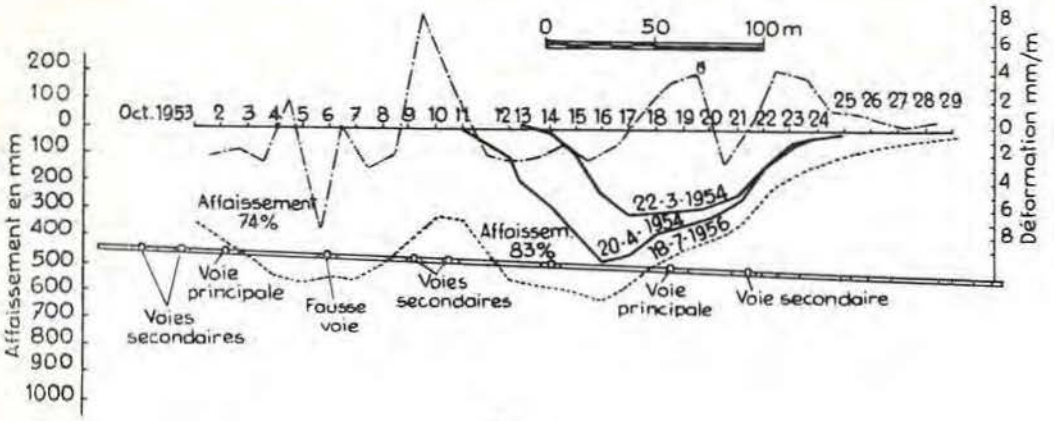

Fig. 13.

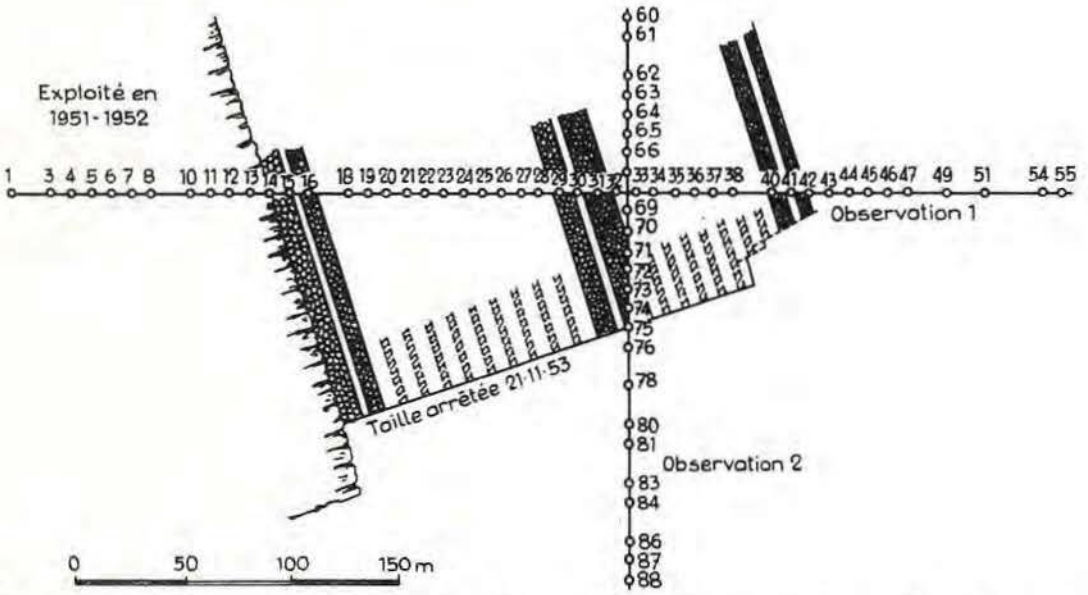

Fig. 14. — Courbe des variations de longueur et courbe des affaissements-temps pour un intervalle de 10 jours et une ligne de 20 m de long perpendiculaire au front.

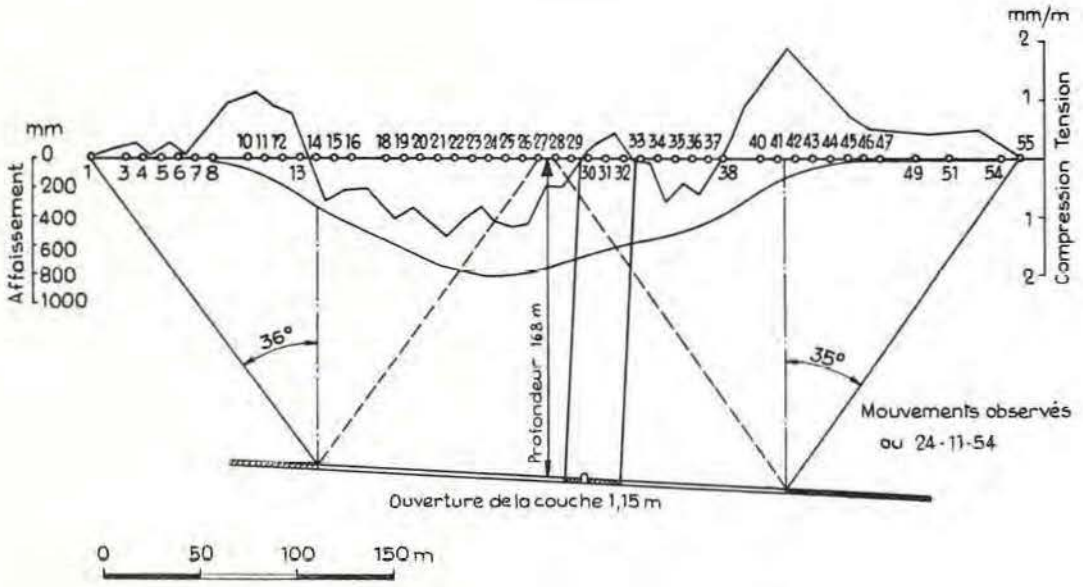

Fig. 15. — Variations de longueurs/temps pour une ligne de 20 m de long parallèle au front (relevés mensuels).

droite de la coupe d'affaissement maximum 83 % et la partie gauche (74 %).

On remarque qu'à chaque variation de la courbe de descente correspond une variation des déplacements horizontaux. Dans le second exemple cité par Beevers et Wardell et reproduit aux figures 14 et 15, le pilier central vaut 0,19 de la profondeur et il y a une inflexion visible dans la courbe d'affaissement et une petite zone d'extension.

Pour vérifier cette règle, on a fait des observations dans 36 cas répartis dans les divers bassins anglais, plus trois sur la rive gauche du Rhin et un en Tchécoslovaquie.

Un tableau détaillé indique les profondeurs (qui vont de 23 à 500 m), les dimensions des panneaux, les résultats calculés. Il peut y avoir des cas aberrants; le maximum de S mesuré n'est pas toujours le maximum possible. Celui-ci répond à une aire

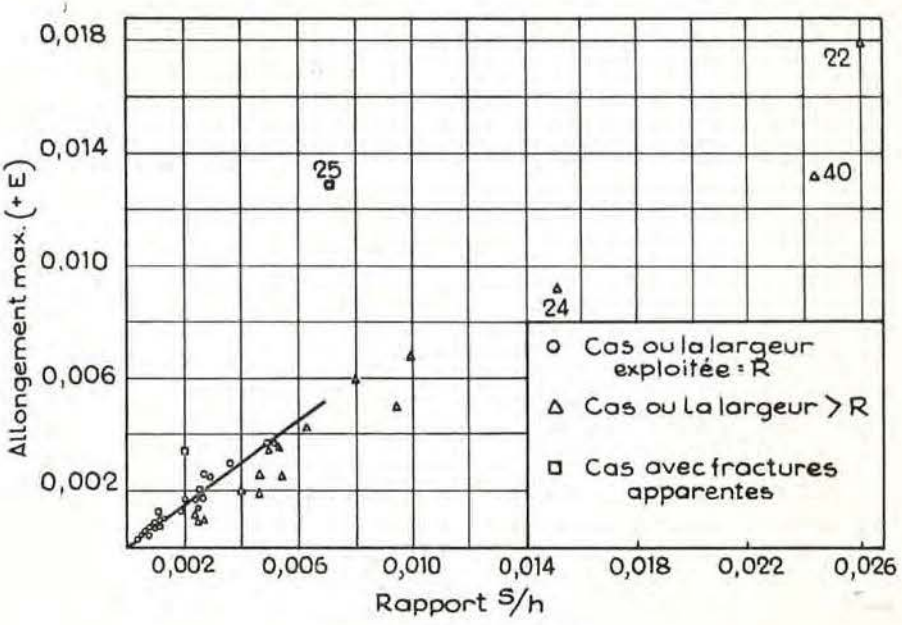

Fig. 16.

exploitée de rayon R et les dimensions des panneaux peuvent s'en écarter en plus ou en moins. Sur le diagramme (fig. 16), on a représenté, par des petits cercles, des cas où la largeur du panneau ne dépasse pas R et les autres par des petits triangles. On voit que les cercles se groupent assez bien le long de la ligne droite; le coefficient angulaire de cette droite est de 0,75. La figure 17 représente à plus grande échelle les écarts indivi-

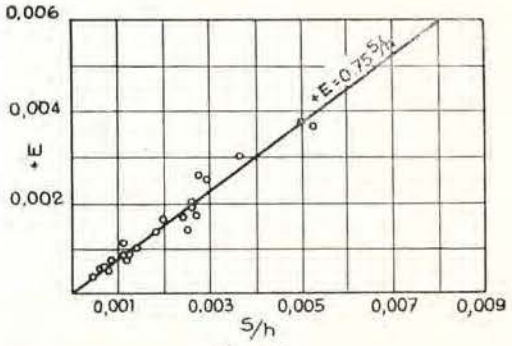

Fig. 17.

duels des cercles et, étant donné le degré de précision des mesures sur le terrain, on peut dire que les valeurs des coefficients d'extension ne dépassent pas 0,006 et qu'il est tout à fait exceptionnel

On pourrait citer encore d'autres cas de semblables irrégularités et on ne peut en tirer aucune loi. En conséquence, il faut admettre que, dans le calcul des prévisions, il faut tenir compte, en se basant sur l'expérience acquise, des écarts probables dus aux zones d'inégale convergence des épontes de la veine.

Relation entre la profondeur, l'affaissement et les déplacements horizontaux.

C'est un fait bien connu que la courbure de la surface est très accentuée au-dessus des travaux à faible profondeur parce que la zone influencée est courte. A cette courbure correspondent des déplacements horizontaux absolus ou relatifs dont on déduit ce qu'on appelle la tension dans le terrain (*). Cette tension est proportionnelle à l'affaissement et inversément proportionnelle à la profondeur. D'après les expériences de laboratoire faites à l'Université de Leeds par King et Smith, il y aurait une relation linéaire entre ces trois facteurs. Si E désigne le maximum d'allongement, S l'affaissement au point le plus bas de la cuvette et h la profondeur, alors on a : $\pm E = x(S/h)$.

(*) N.B. — On a déjà fait observer que cette expression est impropre.

d'atteindre 0,18 ou même 0,10. Ces derniers chiffres se rapportent à de faibles profondeurs (23 et 65 m) et peut-être à des erreurs sur l'estimation du vide du panneau.

Les triangles se rapportent à des panneaux de dimensions R à 2 R et leur dispersion est beaucoup plus grande. Dans les cas représentés par les carrés, on a observé des fractures visibles, mais dans une zone très restreinte.

Quand un panneau longe un autre exploité extérieurement, l'effet des vieux travaux est d'accroître l'étendue de la zone influencée et de diminuer les déplacements horizontaux.

Efforts de compression.

On a observé que cet effort est maximum au moment où la zone déhouillée a la dimension R

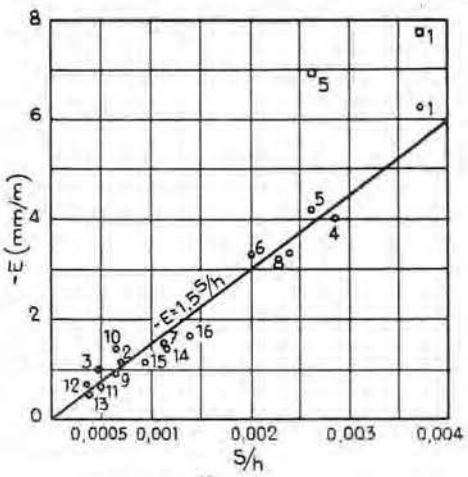

Fig. 18.

et alors l'affaissement n'a pas encore atteint son maximum possible de sorte que le rapport E : S en est fortement majoré. Un tableau numérique donne les résultats des observations dans les zones partielles (0,26 à 0,77) pour des profondeurs allant de 270 à 900 m. Les résultats calculés pour la contraction maximum varient énormément et sont représentés (fig. 18) par une droite — E = 1,5 S/h c'est-à-dire que les contractions sont deux fois plus fortes que les allongements et, ici encore, les valeurs extrêmes se rapportent aux petites profondeurs.

Relation entre la dénivellation et les tensions.

Le maximum d'inclinaison du fond de la cuvette se traduit par le hors-plomb des murs des bâtiments de surface, il est aussi proportionnel à l'affaissement et inversément proportionnel à la profondeur. A l'état final, il correspond aux points d'inflexion de la courbe d'affaissement, c'est-à-dire aux points de passage des tensions aux compressions. Les valeurs mesurées dans les mêmes postes d'observation que ci-dessus n'ont pas donné de résultats concluants parce qu'il y a trop peu de cas où l'on ait mesuré simultanément les valeurs de I et de E max. Un cas spécial où l'on a mesuré toutes les déformations de deux stations proches au cours de l'avance de la taille indique que les valeurs de I sont approximativement 4 fois plus fortes que celles de E en mm/m, mais il y a de grands écarts individuels .

En résumé, on peut prédire avec une probabilité suffisante, en supposant une connaissance acquise des conditions locales, le montant de l'affaissement et des déplacements horizontaux, mais pas encore celui des dénivellations.