



CANADA

Dept. Mines & Technical Surveys

MINES BRANCH

MAR 2 1966

LIBRARY

OTTAWA, CANADA.

MINISTÈRE DE  
L'ÉNERGIE, DES MINES ET DES RESSOURCES  
DIRECTION DES MINES  
OTTAWA

*OCCURRENCE, ÉTUDE ET CÔNTROLE  
DES DÉGAGEMENTS INSTANTANÉS  
DE CHARBON ET GAZ AU CANADA*

T. H. PATCHING

UNIVERSITÉ D'ALBERTA

J. C. BOTHAM

DIVISION DES COMBUSTIBLES ET DU GÉNIE MINIER

Conférence présentée au Congrès International sur des problèmes  
des dégagements instantanés de gaz et roche,

octobre 13-18, 1966, Leipzig

© Crown Copyrights reserved

Available by mail from the Queen's Printer, Ottawa,  
and at the following Canadian Government bookshops:

OTTAWA

*Daly Building, Corner Mackenzie and Rideau*

TORONTO

*Mackenzie Building, 36 Adelaide St. East*

MONTRÉAL

*Acterna-Vie Building, 1182 St. Catherine St. West*

or through your bookseller

A deposit copy of this publication is also available  
for reference in public libraries across Canada

Price 25¢    Cat. No. M38-8/29

*Price subject to change without notice*

ROGER DUHAMÉL, F.R.S.C.

Queen's Printer and Controller of Stationery  
Ottawa, Canada

1967

# OCCURRENCE, ÉTUDE ET CONTRÔLE DES DÉGAGEMENTS

## INSTANTANÉS DE CHARBON ET GAZ AU CANADA

par

T.H. Patching\* et J.C. Botham\*\*

Au Canada, ce n'est que dans des houillères que des dégagements instantanés (D.I.) se sont produits, et non pas dans des mines de sel ou de potasse. Cependant, puisque des D.I. de potasse et gaz se produisent dans d'autres pays, et que nous ouvrons actuellement plusieurs nouvelles mines de potasse, ces phénomènes nous intéressent à la fois dans le charbon et dans les roches salines. Nous sommes donc heureux de pouvoir participer à ce Congrès avec des chercheurs scientifiques et ingénieurs, connaissant les D.I. en gisements de sel et de potasse, de même qu'avec ceux qui les ont étudiés dans le charbon.

De nombreuses sortes de phénomènes de rupture des terrains ont eu lieu dans des houillères canadiennes. Des "coups de charge", qui sont le résultat d'une brusque défaillance avec libération violente de l'énergie élastique de déformation, se sont produits dans plusieurs mines, dont celles du district de Crowsnest Pass (sud-ouest de l'Alberta et sud-est de la Colombie-Britannique) et du district de Springhill en Nouvelle-Ecosse. Dans la plupart des cas au Canada, les D.I. ont été assez distincts des "coups de charge", avec les mêmes traits caractéristiques rapportés dans d'autres pays, notamment un important dégagement de gaz, la production de fines de charbon projetées sur une distance considérable du front de charbon, une cavité linguiforme, et relativement peu de dommage au toit ou au boisage. Dans quelques cas on a rapporté des "coups de charge" dans des mines où des D.I.

---

\*Professeur de Génie minier, Département des Mines et de la Métallurgie, Université d'Alberta, Edmonton, Alberta, Canada.

\*\*Chargé de recherche principal, Division des Combustibles et du Génie minier, Direction des mines, ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources, Ottawa, Canada.

avaient aussi eu lieu. D'autres phénomènes appelés "coups de poussée" semblent montrer des caractéristiques intermédiaires entre les "coups de charge" et les "soufflages". Le charbon est alors poussé ou pressé à l'extérieur du front en blocs peu fragmentés et quelquefois avec un faible dégagement de gaz, en général peu violemment. Dans d'autres cas, surtout au cours de l'exploitation de couches inclinées, épaisses et fragiles, une quantité modérée de gaz a été libérée par des chutes de charbon, mais on ne les a généralement pas considérés comme des D.I. Il y a eu aussi des cas où des D.I. ont été suivis d'éboulement et de rupture de couches, causant des vibrations et chocs ressentis à des distances considérables.

Les dégagements instantanés, et la menace de D.I., ont gêné les exploitations minières normales dans plusieurs districts au Canada et ont empêché l'emploi de méthodes d'exploitation économiques et efficaces. Des risques extrêmes de D.I. ont fait abandonner certaines couches et fermer quelques mines. Plusieurs accidents se sont produits.

La plupart des D.I. de charbon et gaz ont été observés dans trois districts dans l'ouest du Canada (figure 1). Ce sont le district de Nanaimo dans l'île Vancouver, les districts de Coal Creek et Morrisey dans la région de Crowsnest dans le sud est de la Colombie Britannique, et le district de Canmore près de Banff, en Alberta. En outre, dans le district de Nordegg, de nombreuses chutes et poussées de charbon ont semblé montrer quelques-unes des caractéristiques de faibles D.I., mais l'exploitation se faisait à des profondeurs assez faibles. Tous ces districts sont dans des régions de collines ou montagnes, où les couches de charbon sont très disloquées et cisailées par des mouvements tectoniques. On n'a noté aucun D.I. dans les couches de charbon en plateaux des régions des plaines de l'ouest du Canada ou dans les couches à faible pendage de l'est du Canada. Le seul district, où l'exploitation se fait actuellement dans des couches

sujettes aux D.I. est celui de Canmore en Alberta.

L'exploitation des mines dans ces trois districts s'est généralement faite par quelque variante de la méthode des chambres et piliers, dans les couches de 2 à 3 mètres d'épaisseur ordinaire. On creuse des galeries de traçage et de montage, de 2 à 5 mètres de large, pour découper le charbon en piliers rectangulaires ou carrés d'environ 15 mètres ou plus de grandeur. On peut extraire les piliers totalement ou partiellement, soit en les fendant en deux soit en les découpant en tranches depuis leurs cotés. Presque tous les D.I. se sont produits au cours du creusement des traçages; quelques uns se produisirent au début de l'exploitation des piliers, mais seulement dans des piliers de dimension peu commune. Dans la plupart des cas, les D.I. ont éclaté en avant, ou bien en faisant un angle en avant et vers le haut coté, des fronts de traçage. Dans quelques cas, la zone de D.I. n'a contenu que les couches supérieures du charbon de la veine.

Des D.I. de charbon se sont produits dans le district de Nanaimo dans l'île Vancouver, quand les mines étaient en activité jusqu'à la période de 1939. Ce charbon est d'âge Crétacé supérieur et classifié comme bitumineux à haute teneur en matière volatile A. Aux houillères Cassidy, 260 D.I. ont été rapportés, et des D.I. ont aussi été notés dans deux autres mines voisines (1). La couche à la mine Cassidy avait un pendage d'environ 18°, le toit était généralement régulier, et il y avait des variations d'épaisseur à cause d'ondulations et de petites failles dans le "mur" de la couche, là où était évident le mouvement latéral et gêné de la veine. La plupart des D.I. se sont produits soit pendant l'approche soit pendant l'exploitation dans des zones pincées par les ondulations. Dans deux cas mortels, des D.I. ont eu lieu sans indice précurseur dans de l'argile carbonneuse qui remplaçait le charbon dans des zones pincées. Dans cette mine, des D.I. se produisirent à des profondeurs allant de 180 à 600 mètres. Le gaz fut libéré en grands volumes par certains D.I. et fut presque

absent dans d'autres. A la mine voisine No. 10, on a rapporté que presque tous les D.I. se sont produits après la mise à feu de tirs, en particulier le second coup d'une série, à des profondeurs dépassant 300 mètres de la surface.

Dans la région de Crowsnest, les premiers D.I. se sont produits à la houillère Carbonada (Morrisey) durant la première décennie du siècle (1, 2). En 1903, un D.I. projeta plus de 1500 tonnes, et six semaines plus tard un autre projeta 800 tonnes et tua quatre hommes. En 1904, après que la mine eut été fermée pendant deux semaines, un D.I. se produisit à la reprise du travail, et environ 3500 tonnes de charbon furent projetées, avec dégagement de 60,000 à 140,000 mètres cubes de méthane en 30 minutes, asphyxiant ainsi 14 hommes.

À Coal Creek, environ 7 milles au nord de Morrisey, le premier D.I. se produisit en 1917, et par la suite ils eurent lieu régulièrement. En 1928 s'est produit le plus violent D.I. de ce district, et l'on rapporta que 120 tonnes de poussière, 200 tonnes de roche et 1400 tonnes de charbon furent chargées. À cette époque, plus de 200 D.I. avaient été rapportés dans ce district.

Les couches de charbon dans la région de Crowsnest furent déposées à la période du Crétacé inférieur, et la formation carbonifère dans le district occidental se trouve dans un bassin, dont le centre est recouvert d'une grande épaisseur de roches plus récentes, sauf aux endroits coupés par des vallées escarpées. Il y a eu plus ou moins de failles et plissements, qui ont rendu le charbon souvent extrêmement cisailé et très friable. Ce charbon est généralement classé comme bitumineux à teneur volatile moyenne, quoique la classification et la qualité du charbon varient suivant la couche et l'emplacement.

A Canmore, le charbon est aussi d'âge Crétacé inférieur, et la formation carbonifère est un synclinal asymétrique dont le flanc sud-ouest est en partie retourné par la poussée de formations

Paléozoïques plus anciennes du sud-ouest. Le charbon varie depuis le semi-anthracite dans les couches inférieures jusqu'au bitumineux à basse teneur en matière volatile dans les couches supérieures. Des mouvements tectoniques pendant le plissement du bassin houiller ont fait de nombreux petits plis et failles dans les veines de charbon et dans les strates voisines. L'épaisseur des couches varie à cause de ces plissements et failles, et aussi à cause du dépôt original irrégulier des gisements de charbon.

Des D.I. se sont produits dans deux des couches à Canmore, la couche n<sup>o</sup> 4 et la couche Upper Marsh (3). On les a d'abord observés dans la couche n<sup>o</sup> 4 en 1944 pendant le fonçage du plan incliné principal à une profondeur d'environ 200 mètres, et plus de 25 se produisirent durant le traçage de cette couche, dont le charbon est relativement solide avec quelques indices de la stratification originale. Cependant il y a de fréquentes preuves de mouvement différentiel dans la masse de charbon, surtout au voisinage des plissements et de quelques-unes des failles. D'un autre côté, la couche Upper Marsh, où de nombreux D.I. commencèrent à se produire peu après son ouverture en 1950, est constituée de charbon très tendre, qui est tellement cisailé et brisé qu'il ne reste presque pas d'indice de la structure originale du charbon. Le toit et le "mur" des deux couches sont constitués de schistes solides ou de schistes sableux. De nombreuses petites failles coupent les formations du toit et du mur, mais dans la plupart des cas il n'y a pas de correspondance entre celles du toit et celles du mur.

Lorsqu'il fut admis que l'exploitation dans certaines des couches de Canmore pourrait continuer à être dangereuse à cause de D.I., on entreprit plusieurs programmes d'études quant à leur contrôle et leurs causes. Ces études impliquèrent la participation du personnel de la société minière, des inspecteurs de mines provinciaux, du ministère des Mines et des Relevés techniques du gouvernement fédéral, et de quelques membres du personnel universitaire (4, 5, 6, 7, 8).

Les recherches commencèrent par une étude et revue des D.I. et des méthodes courantes de contrôle dans plusieurs des districts miniers européens, ainsi que par la mise à l'épreuve et l'application de "tirs d'ébranlement" à Canmore, où cette méthode devint une pratique normale dans les couches sujettes à D.I.

Tout en empêchant des accidents, le tir d'ébranlement a conduit dans certains cas à une augmentation du nombre des D.I. causant la détérioration du toit par suite de la perte du soutènement fourni par les parois de charbon massif des chantiers de mine: cette situation a fait augmenter les coûts d'exploitation.

Dans les conditions canadiennes décrites ci-dessus, il n'y a pas eu d'occasions d'exploiter des couches protectrices en exploitation en série. Dans la plupart des premières tentatives minières de drainage du gaz, les trous de faible diamètre forés à l'avance n'ont pas réussi. La nature fragile et contrainte du charbon a donné peu d'espoir pour la réussite du forage de gros trous pour le drainage. Dans les années récentes, le besoin d'économie a incité les directions de mines à choisir des zones de couches sous 300 mètres de mort-terrain pour l'exploitation par machines d'abattage combinées (mineur continu). L'usage sans restriction de machines à grande production ne deviendra pratique normale que lorsque les directions de mine seront convaincues qu'aucun D.I. ne se produira ou bien qu'on a trouvé des méthodes sûres pour contrôler ou éliminer ce danger quand de telles machines sont utilisées.

Une étude de géologie structurale a souligné l'importance de la déformation des couches carbonifères où des D.I. se sont produits. On a tenu le plissement et la compression avec outre passage pour responsables de la condition intensément fracturée et faillée des formations houillères. On a trouvé qu'environ 90% des failles indiquées sur les cartes dans les districts de

montagnes étaient dues à l'expansion et à peu près 10% à la compression. Cette étude a noté que les D.I. n'étaient pas associés caractéristiquement aux failles dans les parties accessibles des mines à l'étude, bien que les autorités minières déclarent généralement que les grands D.I. se produisent en coïncidence ou raisonnablement près de failles.

Un programme de cartographie et d'enregistrement en détails des phénomènes de D.I. fut exécuté de 1957 à 1959 et il montra plusieurs relations. La figure 2 montre un plan d'une région de la mine n° 3 à Canmore où les D.I. causaient beaucoup d'ennuis. On remarqua que la plupart des D.I. mais pas tous, se produisaient au voisinage d'une faille ou d'une poussée dans le toit ou le mur. La relation de la profondeur avec la fréquence et l'importance des D.I. dans ce secteur de la mine est indiquée sur la figure 3.

On a mesuré la convergence du toit et du mur dans plusieurs avancements au cours de leur progression dans une région de D.I., et aussi dans des endroits stationnaires voisins, en utilisant des enregistreurs Davis. Ces mesures montrèrent une convergence continue de la couche avant les D.I., mais il n'y eut aucune indication d'augmentation du taux de convergence juste avant les D.I. Cependant il n'était pas possible de placer les enregistreurs près des fronts de chantiers où les D.I. se produisirent, de telle sorte que la convergence au front ou en avant du front peut avoir échappé à l'observation. Après un D.I., tous les enregistreurs au voisinage ont montré une convergence accentuée du toit et du mur, atteignant parfois plusieurs pouces, et ensuite le taux de convergence a graduellement diminué pendant environ une journée jusqu'à ce que le taux normal lent ait été de nouveau rétabli. On a pensé que la convergence supplémentaire enregistrée après un D.I. était à peu près la même que celle prévisible dans le cas où le charbon projeté aurait été exploité par des méthodes classiques, eu égard au délai de mise en place du soutènement pendant le chargement du charbon expulsé. Des courbes de convergence typiques sont montrées sur la figure 4.

On a étudié la résistance du charbon à divers endroits dans les mines de Canmore, en prenant des échantillons de couches sujettes ou non aux D.I., des différents horizons dans chaque couche, d'endroits près ou loin des lieux de D.I., ainsi que d'endroits proches ou éloignés de failles et plissements. L'indice de résistance au choc tel qu'il a été mis au point par Pomeroy (9) s'obtient en laissant tomber à plusieurs reprises, dans des conditions normalisées, un poids donné sur un échantillon de charbon calibré, et en adoptant comme indice le pourcentage en poids du charbon de dimension inférieure ainsi produit. Cette étude a montré des différences appréciables de résistance (ou dureté) entre les diverses formations ou bandes de charbon dans toutes les couches, généralement en accord avec les observations des mineurs sur ces différences. Cependant, on ne put trouver aucun appui en faveur de l'hypothèse qu'il y avait un affaiblissement marqué de la résistance au voisinage d'ondulations ou de failles, sauf dans les zones d'écrasement restreintes, de même qu'aucune structure de résistance ne put être reliée aux zones où des D.I. s'étaient produits. Dans cette étude, cependant, aucun échantillon ne fut obtenu de zones qui eurent ensuite des D.I., et il est reconnu que les échantillons de charbon lors de leurs essais avaient perdu la plupart du gaz qu'ils contenaient, de sorte que les résultats des essais ne représentent peut-être pas bien la résistance "in situ" du charbon en jeu dans un D.I.

On a fait une série d'essais de compression tri-axiale sur des fragments de charbon de sources diverses pour déterminer si l'on pouvait trouver des différences dans la résistance du charbon enfermé qui pourraient être liées au comportement quant aux D.I. Aucune différence caractéristique ne peut être trouvée dans l'angle de friction interne des charbons sujets ou non aux D.I. Durant la mise en charge des spécimens, on observa que le volume brut des spécimens diminua d'abord à mesure que la charge était appliquée

et puis, en approchant le point de rupture, le volume des échantillons commença à augmenter (se dilater). On considère que cet effet se produit aussi quand une masse de charbon friable est en charge différentiellement jusqu'au point de rupture, et que la dilatation se produisant juste avant la rupture permet aux surfaces de fracture dans le charbon de s'ouvrir de sorte que le gaz contenu peut devenir désorbé et libéré. La dilatation n'a pas été vérifiée pour des spécimens massifs de charbon.

Des essais furent faits pour obtenir des noyaux massifs de charbon dans les régions sujettes aux D.I. en vue d'essais de compression triaxiale. La nature friable du charbon, la libération inégale de la contrainte sur les échantillons pendant leur libération par découpage, et peut-être l'effet du gaz à l'intérieur du charbon ont rendu impossible l'obtention de carottes sans cassures.

Dans une autre approche pour déterminer la solidité ou le degré de fracture du charbon de diverses couches, on fit une série d'essais sur la distribution granulométrique de fragments produits lorsque divers charbons étaient cassés à une dimension maximum de 4 mailles (5 mm). On se doutait que le charbon qui avait été cisailé par des forces tectoniques se casserait avec une plus grande proportion de fines dimensions quand un échantillon serait soumis à une force écrasante. On trouva que c'était généralement vrai, et des courbes de distribution granulométrique typiques sont montrées dans la figure 5 pour le charbon tendre et cisailé d'Upper Marsh et pour le charbon dur et non cisailé de la couche Cairnes. On suggère que si l'on brise un échantillon de charbon jusqu'à - 4 mailles (-4.76 mm) en un seul broyage, alors le pourcentage qui passe à travers un tamis de 28 mailles (-0.60 mm) peut servir d'indice du cisaillement fin qui a eu lieu dans le charbon avec l'Index brut comme proposé par Pomeroy et aussi avec l'Index de Broyage de Hardgroves.

Un projet de mesure de la résistivité électrique du charbon en avant de la face d'abattage fut entrepris dans l'espoir que quelque identification pourrait être faite des zones potentielles de D.I. On pensait que soit des zones de contrainte soit des zones contenant de l'humidité de différentes teneurs pourraient être liées aux D.I. et pourraient être identifiées. Des trous d'à peu près 5 cm de diamètre furent forés jusqu'à 8 mètres en avant du bout des galeries de traçage, et au moyen d'une sonde à deux électrodes la résistivité du charbon sur toute la longueur du trou fut mesurée. Des changements de 4 ou 5 ordres de grandeur, à l'intérieur de la gamme générale allant de  $10^5$  à  $10^{11}$  ohm-cm, furent trouvés dans des intervalles de quelques mètres. Il se révéla impossible d'obtenir des corrélations utiles entre la résistivité électrique du charbon et l'histoire subséquente des D.I., et le projet fut abandonné.

La tenue du charbon pendant le forage des trous de résistivité indiqua son état de contrainte d'une façon qualitative. Généralement plusieurs mètres de charbon détaché ou "mort" ont été rencontrés, puis d'à peu près 1.2 mètres à 4.5 mètres de profondeur le charbon était ordinairement très serré et dur à pénétrer, et après il était souvent plus tendre mais tendant à s'effondrer et à fermer le trou. Souvent il était impossible de percer des trous plus profonds que 3 à 4.5 mètres. Ce schéma général, malgré des variations considérables d'un trou à un autre, indiqua l'existence de zones de conditions de pressions différentes et de résistances différentes du charbon suivant la distance en avant du front. Parfois de petites quantités de gaz furent libérées pendant le forage des trous, mais ceci n'a pas persisté ordinairement après l'arrêt du forage.

Dans les études suivantes de la teneur en gaz, on passe en revue deux charbons canadiens de caractéristiques contrastantes - la couche Upper Marsh de Canmore, un charbon peu volatil de l'âge crétacé inférieur, et le Springhill, un charbon très volatil

de l'âge carbonifère. Le premier charbon a une histoire de D.I. tandis que le deuxième même s'il est exploité à des profondeurs avec plus de 1300 mètres de mort-terrain n'a jamais éprouvé un D.I. de charbon suivant la définition ci-dessus.

Des échantillons de gaz de trous de sonde dans la couche Upper Marsh se révélèrent composés principalement de méthane, mais il était toujours accompagné d'à peu près 6 à 12 pour cent de bioxyde de carbone et ordinairement de quelques unités pour cent d'azote. De l'éthane fut relevé dans deux échantillons. On a remarqué que le gaz extrait d'échantillons de charbon à diverses profondeurs de trous de sonde donnait jusqu'à 20 pour cent de bioxyde de carbone à Canmore et très peu à Springhill. D'autre part il y avait moins d'éthane dans les charbons de Canmore.

On a essayé de mesurer la pression de gaz dans des trous de sonde en couches grisouteuses, mais seulement de très basses pressions furent enregistrées. On croit qu'il n'était pas possible de sceller assez fermement les trous pour empêcher la fuite du gaz au-delà des scellements et que les pressions de gaz étaient en fait considérablement plus élevées que celles observées.

On a fait des mesures de la quantité de gaz dans plusieurs couches à Canmore. Des échantillons de charbon furent pris de trous de sonde à diverses profondeurs et rapidement scellés dans des cellules spéciales, écrasés et chauffés à environ 95°C, et le gaz libéré fut recueilli et mesuré. Une quantité inconnue de gaz fut certainement perdue après que les échantillons de charbon furent exposés et avant qu'ils puissent être scellés dans les cellules (45 à 60 secondes); ainsi la quantité enregistrée fut moindre que la quantité originale de gaz dans le charbon. En guise de comparaison, le charbon de Springhill, tout en étant de rang inférieur et ayant une moindre capacité d'adsorption de gaz produisit des teneurs en gaz "résiduel" d'approximativement le même ordre que celui de Canmore. Ceci est attribué à un nombre plus grand de petits pores produisant une structure plus

"serrée". Le charbon de Springhill, au contraire de Canmore, montra une distribution remarquablement uniforme du gaz de divers endroits. Les quantités obtenues indiquèrent que très peu de gaz avait été perdu pendant l'échantillonnage. Des échantillons pris en profondeur augmentèrent progressivement mais ne montrèrent aucune différence significative depuis la surface du front jusqu'à des profondeurs de trou de sonde de 3.6 mètres. Jusqu'à 11.3 mètres cubes de gaz (à pression et température normales) par tonne furent récupérés (à peu près 16 volumes de gaz par unité de volume de charbon). On trouva peu de différence dans la quantité maximum que ce soit de couches sujettes ou non aux D.I. Des échantillons pris à des fronts immobiles ont contenu jusqu'à 5.6 mètres cubes de gaz par tonne, la quantité dépendant de la durée de temps d'exposition de la face et de la dureté apparente et perméabilité du charbon. Des différences appréciables furent notées entre des échantillons du même endroit, peut être à cause de défauts dans la procédure d'échantillonnage et d'essai, mais peut être aussi indiquant des différences dans la capacité ou teneur en gaz de différents échantillons de charbon. Un graphique typique des résultats est montré dans la Fig. 6.

Quelques-uns des échantillons de trou de sonde qui ont été obtenus pendant la détermination des teneurs en gaz furent d'abord essayés pour la vitesse d'émission de gaz dans un appareil portatif inventé par le professeur A. Hargraves d'Australie. Des graphiques de la vitesse d'émission de plusieurs des échantillons qui sont inclus dans la figure précédente sont donnés dans la figure 7. On peut noter que la vitesse d'émission de gaz d'un des échantillons était très lente en comparaison d'autres du même endroit, bien que le rendement ultime fût semblable. Quoiqu'il fût impossible, à cause de la séquence du travail dans la mine, de faire une investigation complète des vitesses de désorption dans des couches

sujettes ou non aux D.I., et que les schémas d'émission aient varié d'un échantillon à l'autre, des vitesses d'émission plus grandes furent généralement observées pour des échantillons de couches à D.I.

Un programme d'essais de laboratoire fut commencé pour étudier les vitesses de désorption sous des conditions contrôlées, spécialement durant les quelques secondes initiales après la libération, puisque c'est là l'intervalle où l'émission est significative pendant un D.I. Des graphiques typiques sont montrés dans la figure 8. L'investigation de laboratoire n'a pas été menée à son terme et les résultats ne sont pas concluants. On se propose dans les travaux futurs de comparer les résultats par cette méthode avec des essais de  $\Delta P$  comme on fait en Europe.

Afin d'étudier les facteurs qui contrôlent le gradient de concentration du gaz, dans le charbon en avant du front, et la vitesse de dégagement du gaz au moment d'un D.I., des investigations de laboratoire furent faites sur la perméabilité du charbon au gaz (8,10). Il fut démontré que le mouvement de gaz à travers le charbon se faisait essentiellement le long des fractures, qu'aucune quantité significative de gaz ne pouvait se mouvoir à travers le charbon sans cassures, et donc que l'imperméabilité effective du charbon dépendait de la fréquence et de l'ouverture des fractures. Ainsi la perméabilité du charbon in situ varie fortement avec le degré de cisaillement et de perturbation du charbon.

Des essais de la perméabilité d'échantillons de charbon soumis à une pression enveloppante jusqu'à 3000 livres par pouce carré (200 atmosphères) montrèrent des diminutions très marquées de perméabilité lorsque la pression enveloppante augmentait (fig. 9). Aucune différence significative dans la perméabilité due à l'adsorption de gaz dans le charbon ne fut observée. Il est manifeste que les mesures de perméabilité in situ, ou les estimations du mouvement de gaz au travers du charbon in situ,

doivent tenir compte des conditions de contrainte mécanique dans la couche aussi bien que des pressions de gaz qui peuvent exister.

A présent on semble avoir quelque succès dans la mesure des conditions de "contrainte" in situ dans le charbon et le roc massifs, mais ces techniques n'ont pas encore été adaptées pour leur usage dans le charbon disloqué. Jusqu'à ce que ce soit possible, il est difficile d'estimer les changements de perméabilité et les changements de pression de gaz dans le charbon en avant de la face.

Des études expérimentales ont été faites au laboratoire pour déterminer, dans des conditions de laboratoire fixées, la capacité relative d'absorption (8) d'échantillons de charbon du Canada, de France, de Belgique et d'Australie; les résultats obtenus en employant du méthane sont résumés graphiquement dans la figure 10. Comme on peut l'observer, un isotherme en chaînette est obtenu quand les capacités sont indiquées en fonction du rang de classification du charbon exprimé en pourcentage de carbone total; le bioxyde de carbone a aussi été utilisé, et sa valeur se révéla être approximativement trois fois celle du méthane. La relation s'accorde, généralement, avec celle d'autres investigateurs et suit le même schéma que les mesures de surface interne de charbons de rang différent. Les deux charbons canadiens contrastants, Canmore et Springhill, sont comparés dans le Tableau 1 qui donne des indications sur le rang, les propriétés physiques et les capacités relatives d'adsorption des charbons. Les isothermes de capacité d'adsorption furent déterminés pour le charbon de Canmore et de Springhill en employant des particules de charbon grosses et fines. Dans le cas du charbon de Canmore, l'équilibre pouvait être atteint et les résultats pouvaient être reproduits avec le charbon gros et le fin pendant une période d'adsorption de 24 heures; le gros charbon de Springhill ne pouvait pas être saturé pendant cette courte période. Des résultats

typiques sont donnés dans la figure 11 pour le méthane à diverses pressions de gaz et à une température de 24°C.

Les vitesses initiales de la désorption de gaz se révélèrent beaucoup plus grandes pour le charbon de Canmore que pour celui de Springhill indiquant un accès plus facile aux surfaces internes du premier charbon. Il est intéressant de noter que cette différence contrastante entre les charbons de Springhill et de Canmore relative à l'adsorption et la désorption de charbons gros et fins ne fut pas remarquée au même degré dans aucun des charbons Européens.

Dès 1953 une série de listes comparatives fut établie pour essayer de démontrer la mécanique des D.I. à l'échelle du laboratoire (8). Des spécimens d'essai furent préparés en formant avec des échantillons de charbon massif des disques de 5 cm de diamètre et 1.8 cm d'épaisseur placés dans une cellule pour essayer le charbon sous diverses atmosphères gazeuses et dans des épreuves avec une charge axiale additionnelle. Après des périodes prolongées de conditionnement, l'atmosphère de gaz sous pression était libérée instantanément et le degré de désintégration du charbon était observé. Trois charbons dissemblables furent choisis pour les essais; les données pertinentes à ces charbons sont compilées dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Charbons étudiés

Identification	Canmore (D.I.)	Springhill (pas de D.I.)	Elk River (D.I.)
Province	Alberta	Nouvelle Ecosse	Colombie Britannique
Région	Cascade	Springhill	Kootenay Est.
Rang (ASTM)	Bitbas vol.	Bit. haut vol. "A"	Bit. vol. moy.
Index de vol. spec.	204	168	195
% Carbone (dmmf)	90	85	88
% Hydrogène (dmmf)	4.6	5.4	5.5
Index de broyage (ASTM)	73	84	100
Pourcentage de - 1/8 pouce de l'analyse du tout venant de la mine	44	22	29
Pourcentage de porosité (approximativement)	8	2	7
Capacité relative d'adsorption de méthane (pieds cubes par tonne)	600	300	500
Mesures de surface interne* (mètres carrés par gramme)	32	18	25

\*Déterminations faites par Dr. N. Berkowitz, Conseil de recherche de l'Alberta; chaleur de mouillage par le méthanol.

Du nombre limité d'essais les conclusions générales suivantes furent faites:

(a) Le charbon fin, projeté de l'appareil d'essai, avait une analyse granulométrique semblable au charbon fin ("folle farine"), qui est caractéristique d'un véritable D.I.

	D.I. de mine charbon fin	Essai de laboratoire charbon projeté
Moins 100 mailles	90%	90%
Moins 325 mailles	40%	34%

(b) Le degré de désintégration du charbon était proportionnel à la concentration molaire du gaz adsorbé, et aussi à la friabilité du charbon.

(c) L'application d'une charge mécanique dans l'essai parut réduire la tendance à la désintégration du charbon.

(d) On observa une augmentation de pression du gaz libre quand la charge appliquée fut augmentée à un spécimen avec gaz libre et adsorbé en équilibre.

Sur les points (c) et (d) ci-dessus, on suppose qu'une charge mécanique appliquée réduit la capacité d'adsorption du charbon. D'un autre côté le gaz adsorbé pourrait être converti en gaz libre avec une charge croissante. Ces observations sont en accord avec Khodot (12).

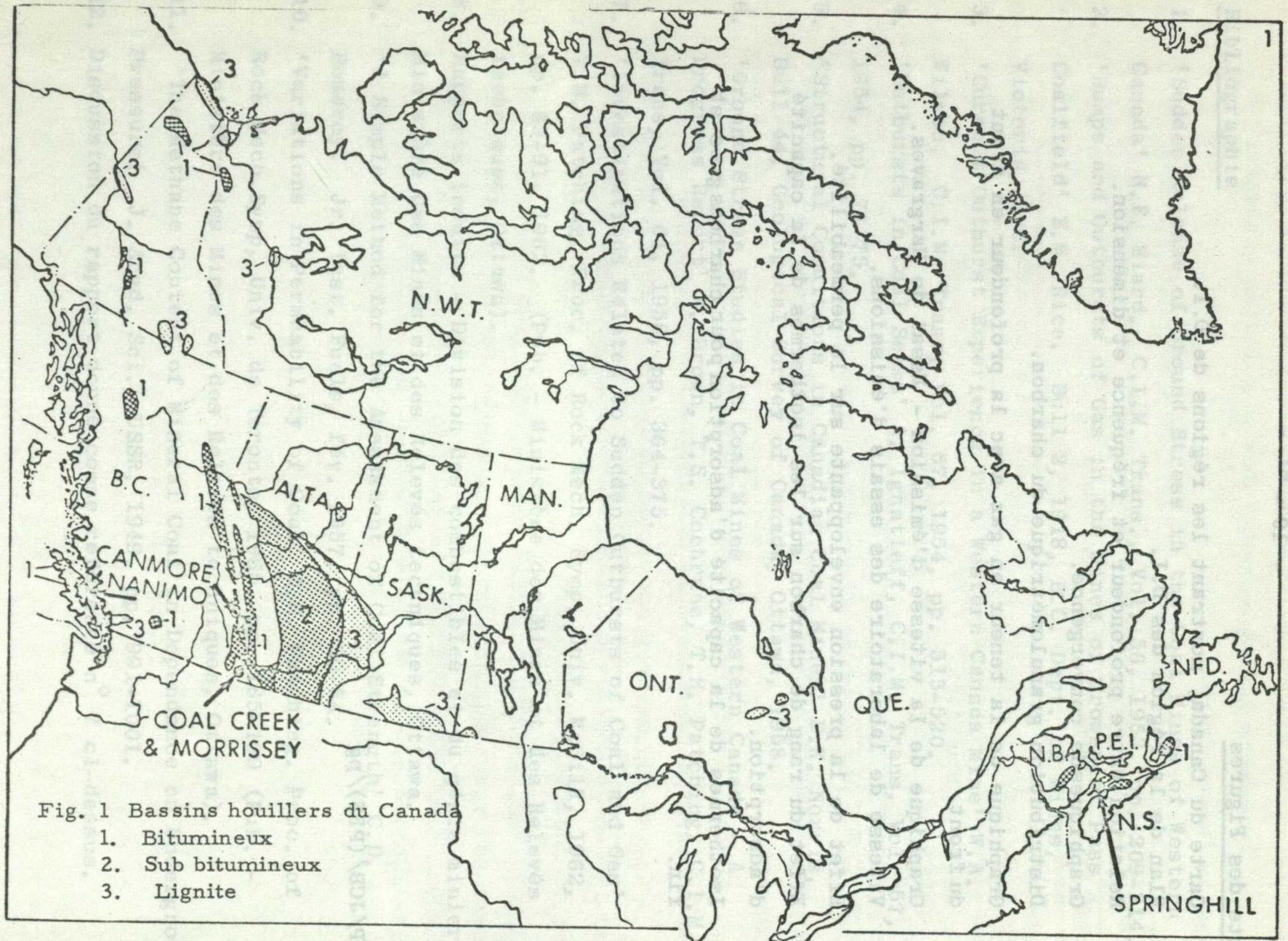
Bibliographie

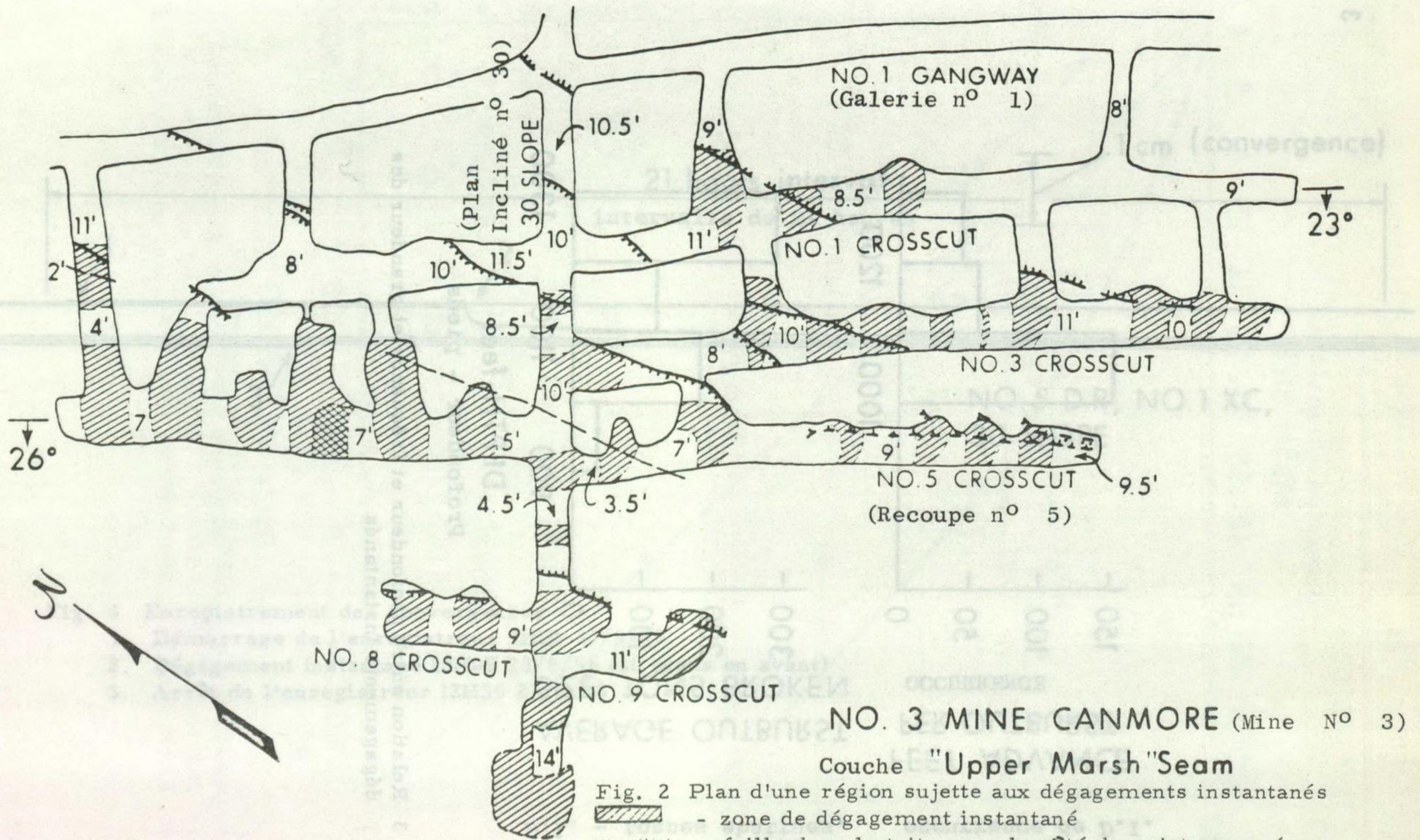
1. 'Sudden Release of Ground Stress in the Coal Mines of Western Canada' H.E. Miard. C.I.M. Trans., Vol. 56, 1953, pp. 209-214.
2. 'Bumps and Outbursts of Gas in the Mines of Crowsnest Pass Coalfield' E.M. Rice. Bull 2, 1918, B.C. Dept. of Mines, Victoria, B.C.
3. 'Current Outburst Experience in a Western Canada Mine' W.A. Wilson. C.I.M. Trans, Vol. 57, 1954, pp. 515-520.
4. 'Outbursts in Coal Seams' A. Ignatieff, C.I.M. Trans, Vol. 57, 1954, pp. 71-75.
5. 'Structural Conditions in Canadian Coal Mines' D.K. Norris, Bull 44, Geological Survey of Canada, Ottawa, 1958.
6. 'Ground Stress Studies in Coal Mines of Western Canada - A Progress Report' A. Brown, T.S. Cochrane, T.H. Patching, C.I.M. Trans, Vol. 61, 1958, pp. 364-375.
7. 'Investigations Related to Sudden Outbursts of Coal and Gas' T.H. Patching. Proc. of Rock Mech. Symp. Univ. McGill, 1962, pp. 69-91, 1962. (Pub. - Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa).
8. Rapports inédits - Division des combustibles et du génie minier, Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.
9. 'A Simple Method for the Assessment of Coal Strength' C.D. Pomeroy. Jr. Inst. Fuels, fév. 1957, pp. 50-54.
10. 'Variations in Permeability of Coal' T.H. Patching. Proc. of Rock Mech. Symp, Univ. de Toronto, 1965, pp. 185-199 (Pub. - Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa).
11. 'The Methane Content of Mineral Coal in Dependence on Underground Pressure' J. Acad. Sci., USSR, 1949, pp. 991-1001.
12. Discussion du rapport donné comme référence n<sup>o</sup> 7 ci-dessus.

Liste des Figures

1. Carte du Canada, montrant les régions de D.I.
2. Plan de la région des D.I.
3. Relation entre profondeur et fréquence et dimension.
4. Graphiques de convergence.
5. Distribution granulométrique du charbon.
6. Graphique de la teneur en gaz avec la profondeur en avant du front.
7. Graphique de la vitesse d'émission - Essai de Hargraves.
8. Vitesse de laboratoire des essais d'émissions.
9. Effet de la pression enveloppante sur la perméabilité.
10. Effet du rang de charbon sur les isothermes de la capacité d'adsorption.
11. Isothermes de la capacité d'adsorption pour charbons gros et fin.

THP/JCB/(PES)/pg



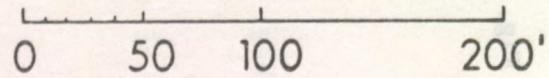


NO. 3 MINE CANMORE (Mine N° 3)

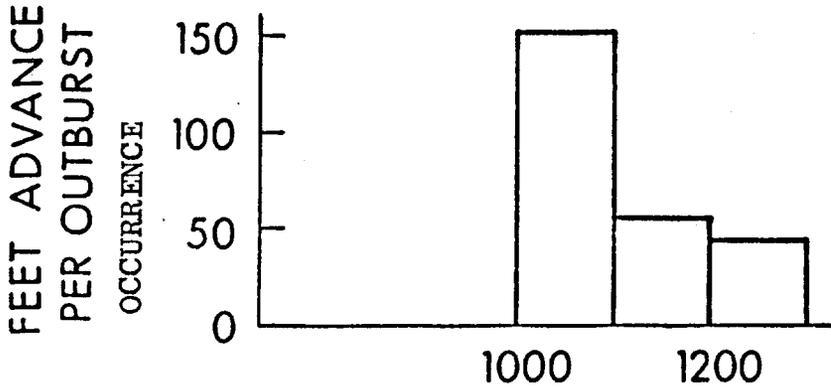
Couche "Upper Marsh" Seam

Fig. 2 Plan d'une région sujette aux dégagements instantanés

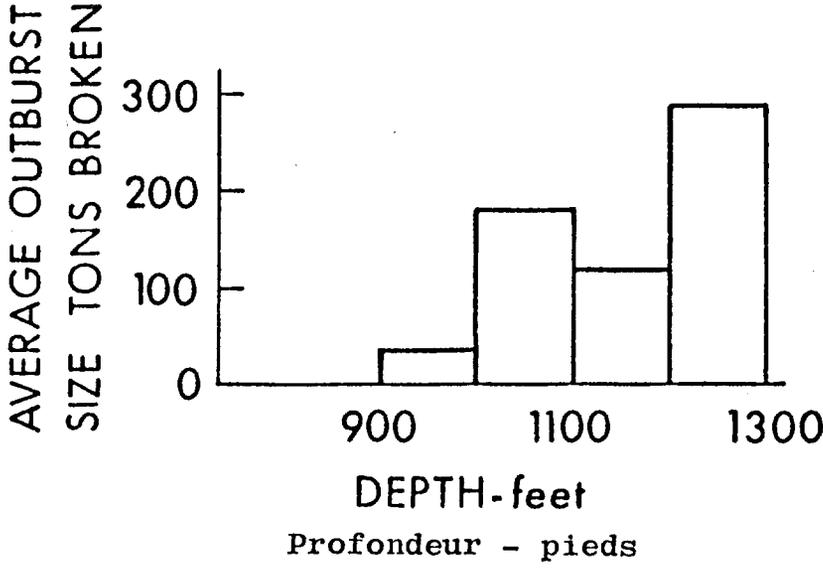
- zone de dégagement instantané
- faille dans le toit, avec le côté du rejet marqué
- pointe de la poussée dans le mur
- 8' (etc) - puissance de la couche en pieds
- pendage de la couche en degrés



Avancements en pieds par occurrence de D.I.



Grandeur moyenne des D.I. - tonnes abattues.



DEPTH-feet  
Profondeur - pieds

Fig. 3 Relation entre profondeur et fréquence et grandeur des dégagements instantanés

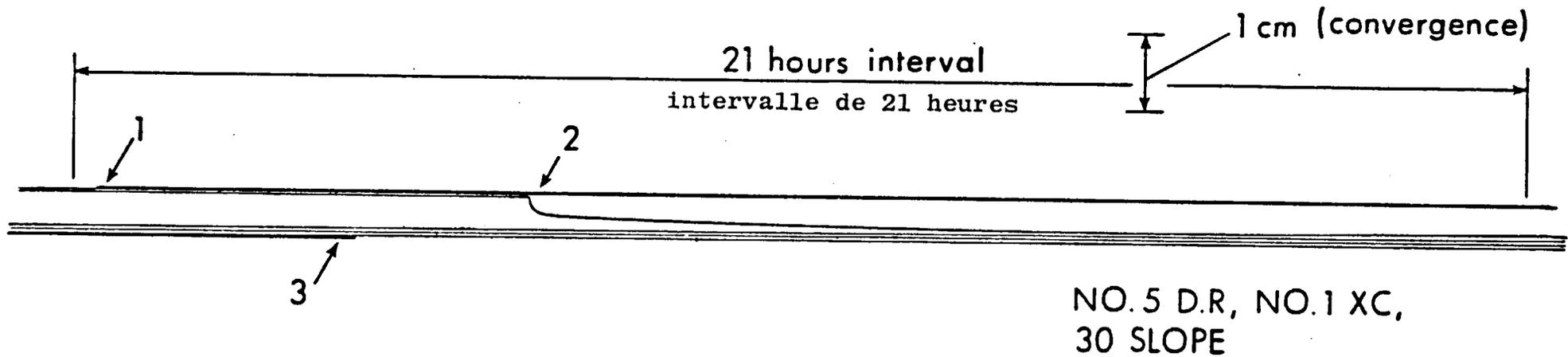


Fig. 4 Enregistrement des convergences

1. Démarrage de l'enregistreur 9H10 21/8/56
2. Dégagement instantané 15H05 23/8/56 (30 pieds en avant)
3. Arrêt de l'enregistreur 12H35 27/8/56

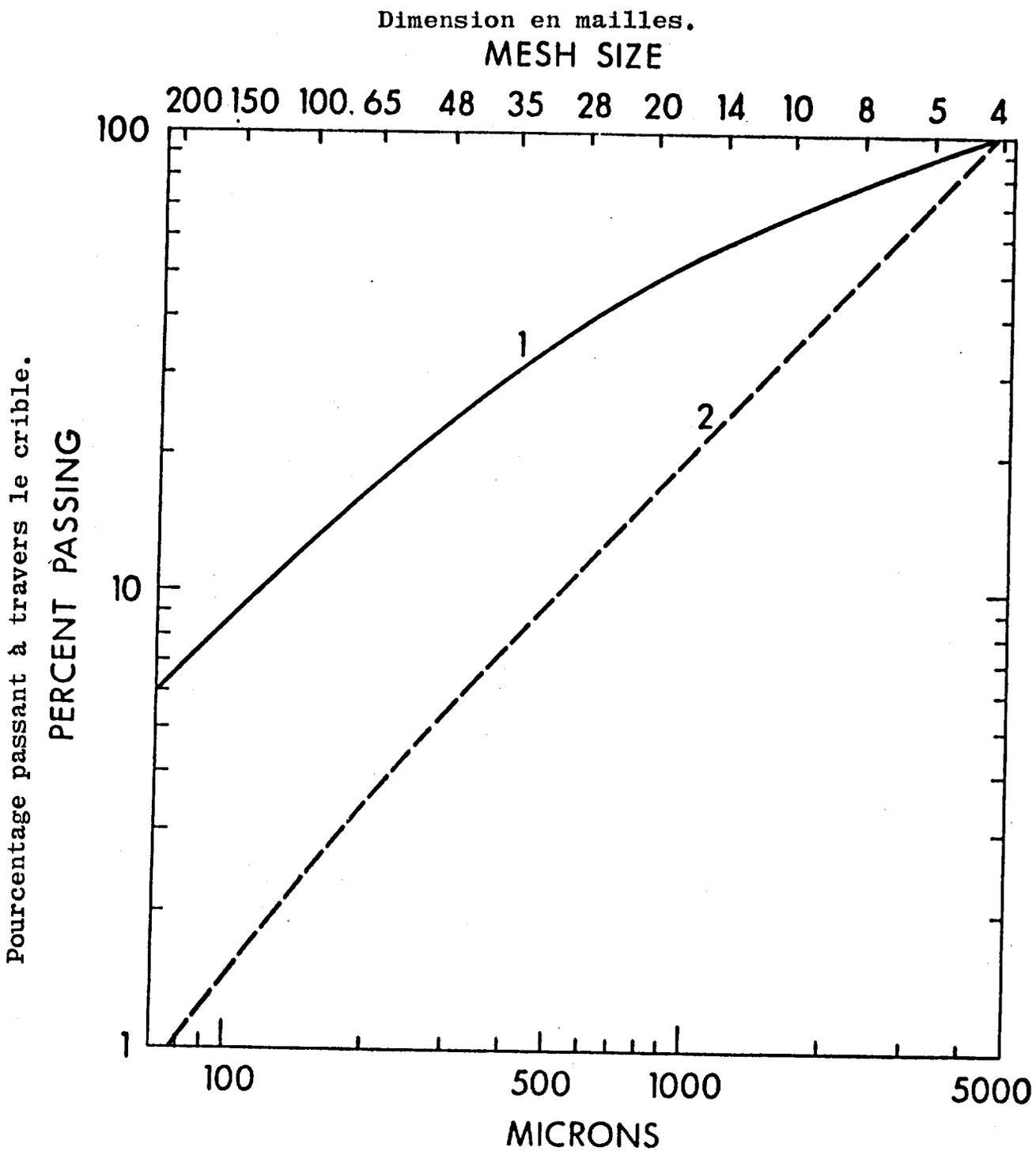
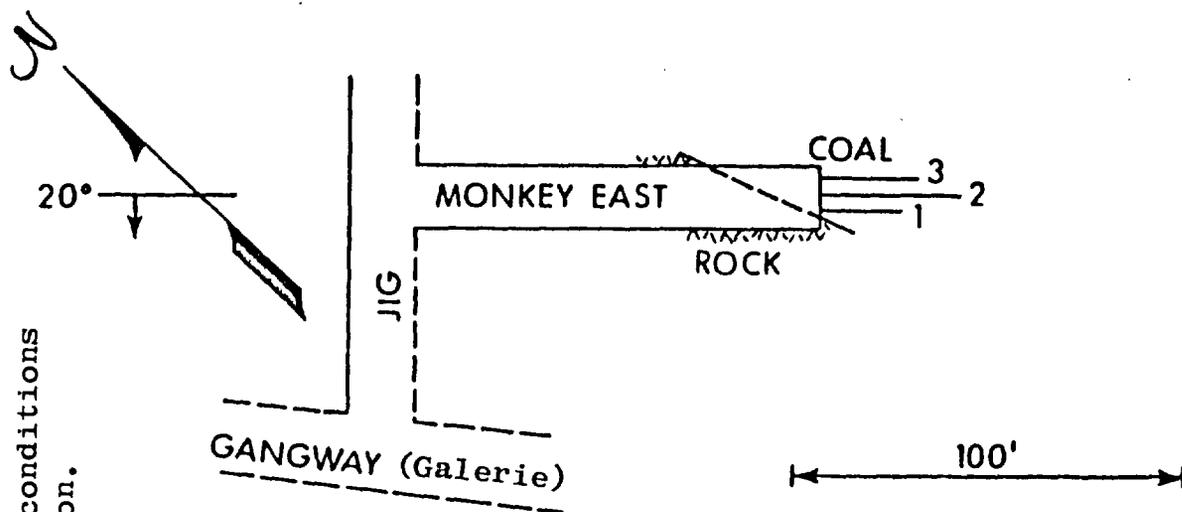
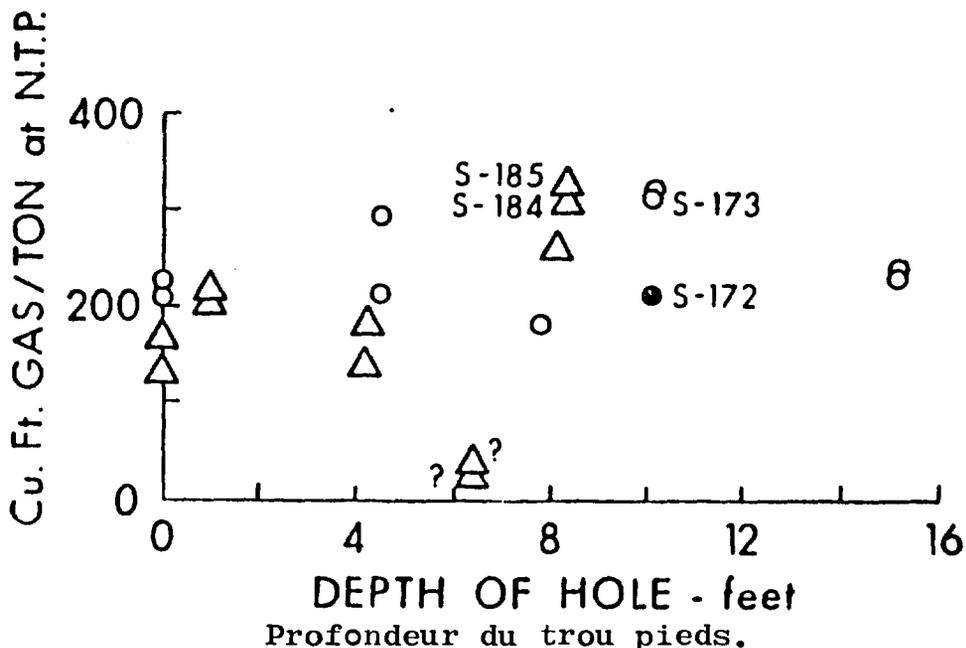


Fig. 5 Distribution granulométrique du Charbon.  
1. Charbon de "Upper Marsh", Canmore.  
2. Charbon de la couche Cairnes, Canmore



PLAN

Pieds cubes de gaz par tonne aux conditions normales de température et pression.



Profondeur du trou pieds.

Fig. 6 Teneur en gaz du charbon - Couche Lower Marsh

- Echantillons des trous n<sup>o</sup> 1 et 2
- Δ Echantillons du trou n<sup>o</sup> 3

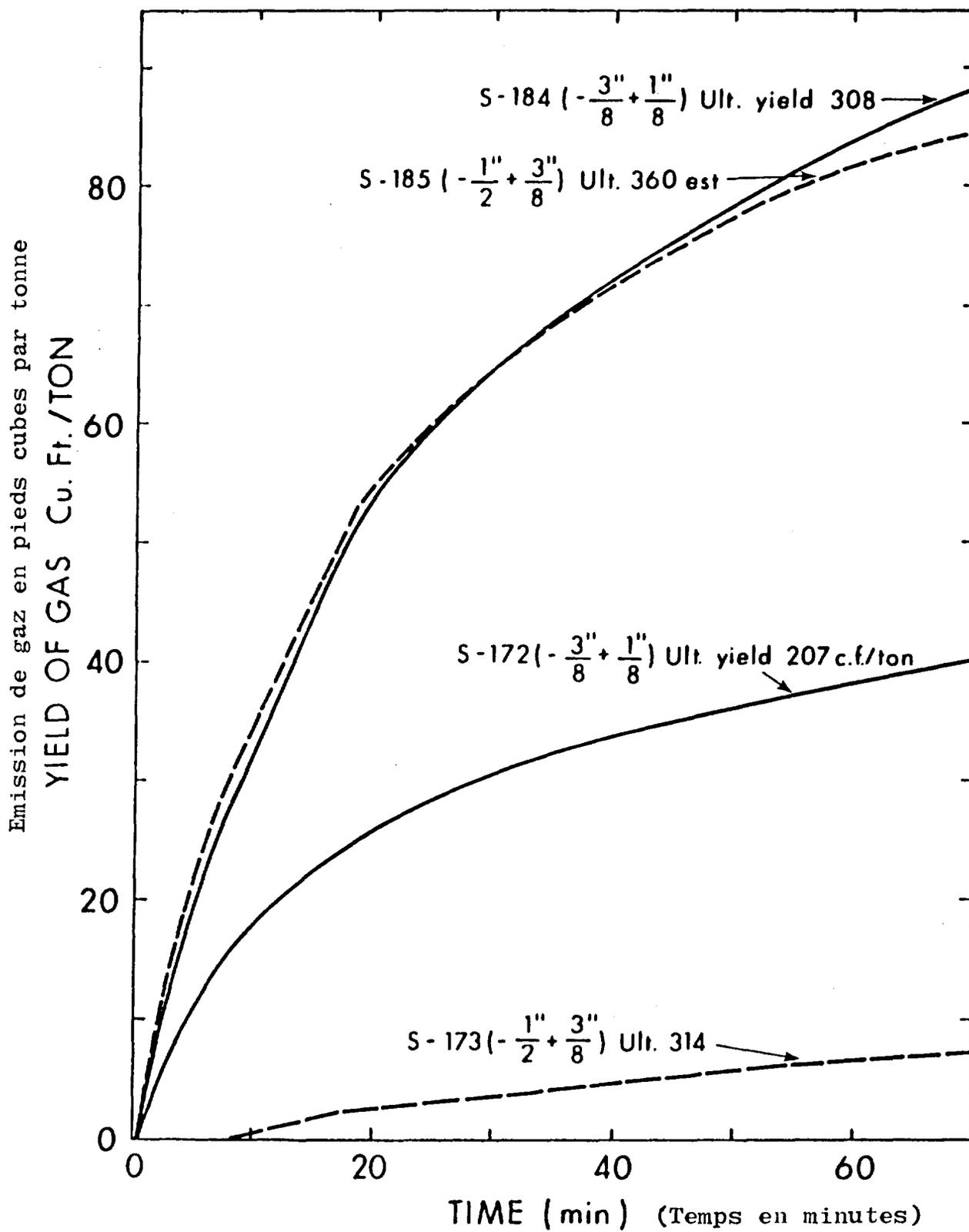
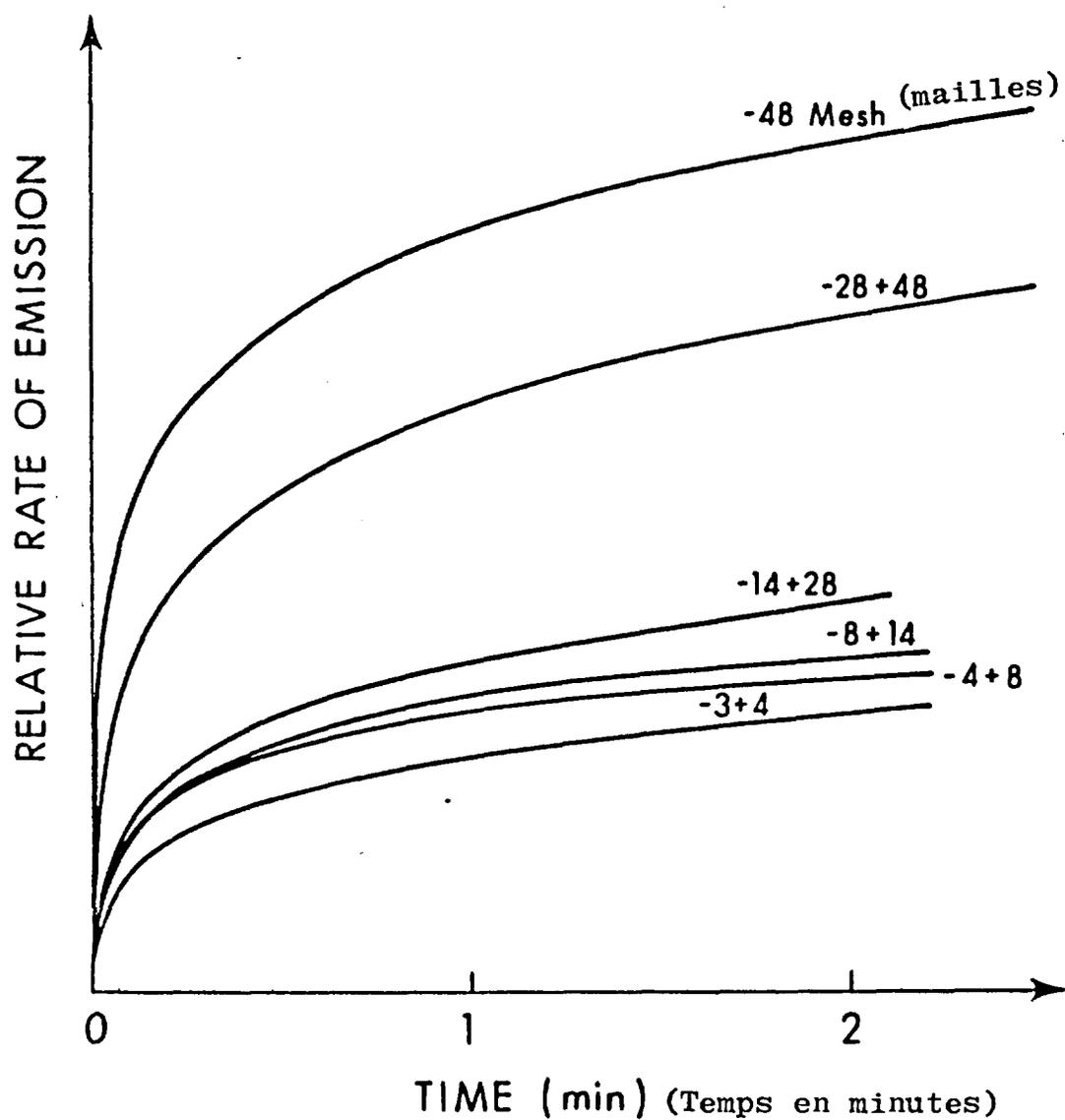


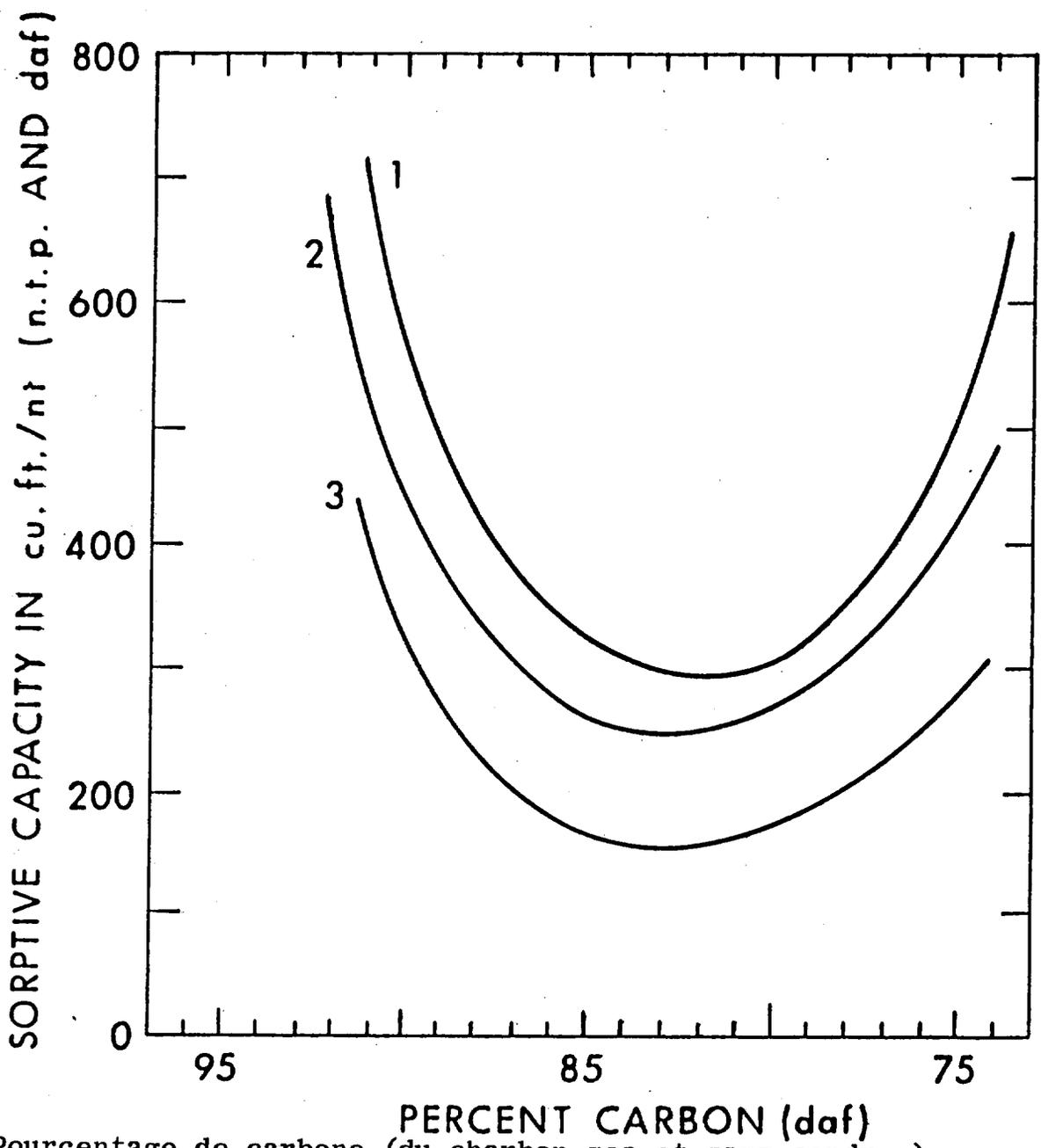
Fig. 7 Vitesses d'émission de gaz du charbon.



### COMPOSITE PLOT RATES OF GAS EMISSION UPPER MARSH COAL - DIFFERENT SIZES

Fig. 8 Vitesses relatives d'émission de gaz.

Capacité d'adsorption en pieds cubes par tonne nette (aux conditions normales de température et de pression et pour charbon sec et sans cendres).



PERCENT CARBON (daf)  
Pourcentage de carbone (du charbon sec et sans cendres)

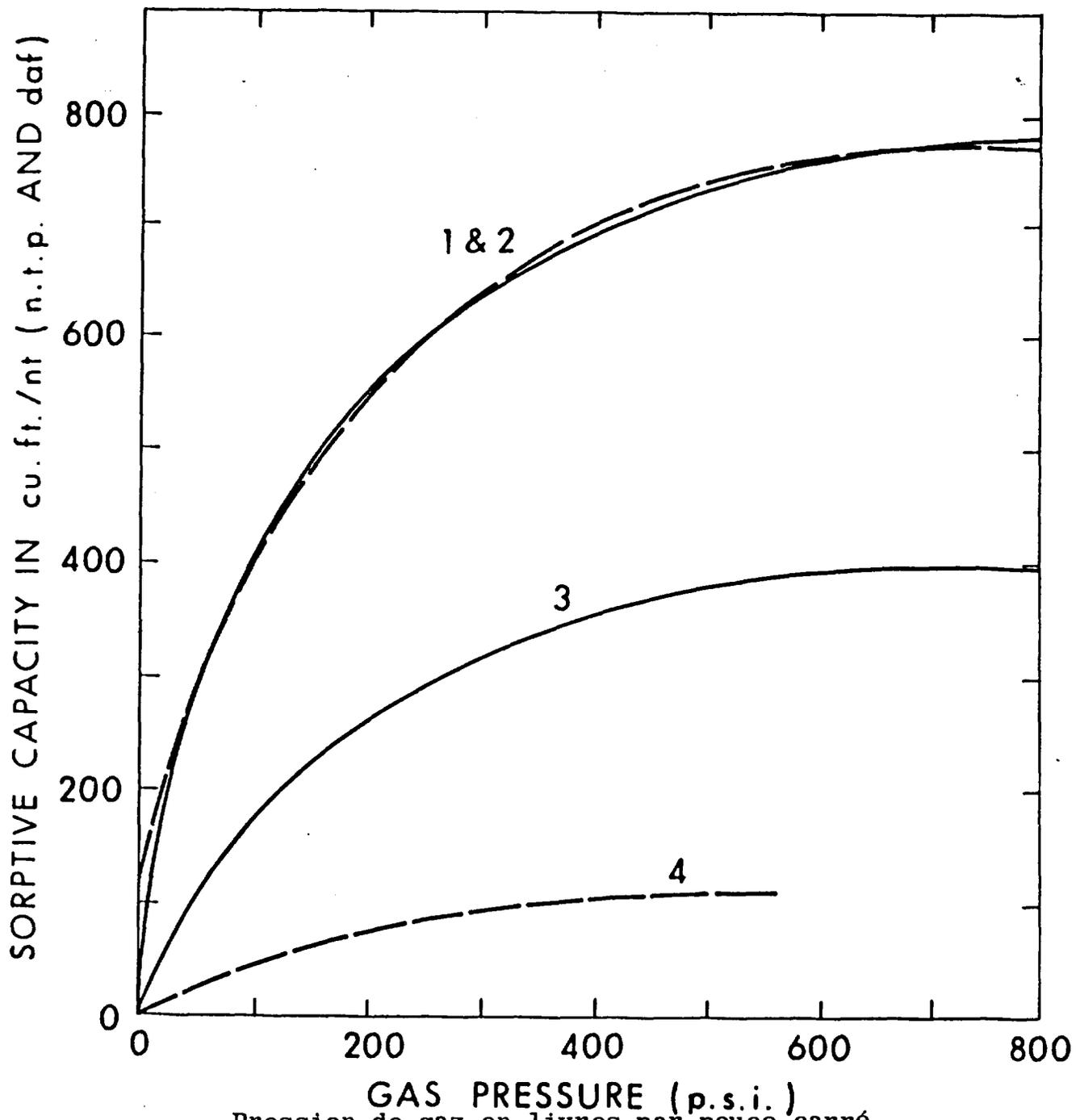
Fig. 9 Effet du rang de classification sur les isothermes de capacité d'adsorption.

Basé sur 52 échantillons de 14 différentes sources.

Gaz - Méthane, Température 24°c

- 1. A la pression de gaz de 100 livres par pouce carré
- 2. A la pression de gaz de 300 livres par pouce carré
- 3. A la pression de gaz de 500 livres par pouce carré

Capacité d'adsorption en pieds cubes par tonne nette (aux conditions normales de température et de pression et pour charbon sec et sans cendres).



Pression de gaz en livres par pouce carré.

Fig. 10 Isothermes de capacité d'adsorption pour du charbon fin et gros.  
 Gaz - Méthane, Température 24°C  
 1 et 2 charbon fin et gros de Canmore  
 3. charbon fin de Springhill (-60 mailles)  
 4. charbon gros de Springhill (de 4 à 42 mailles)

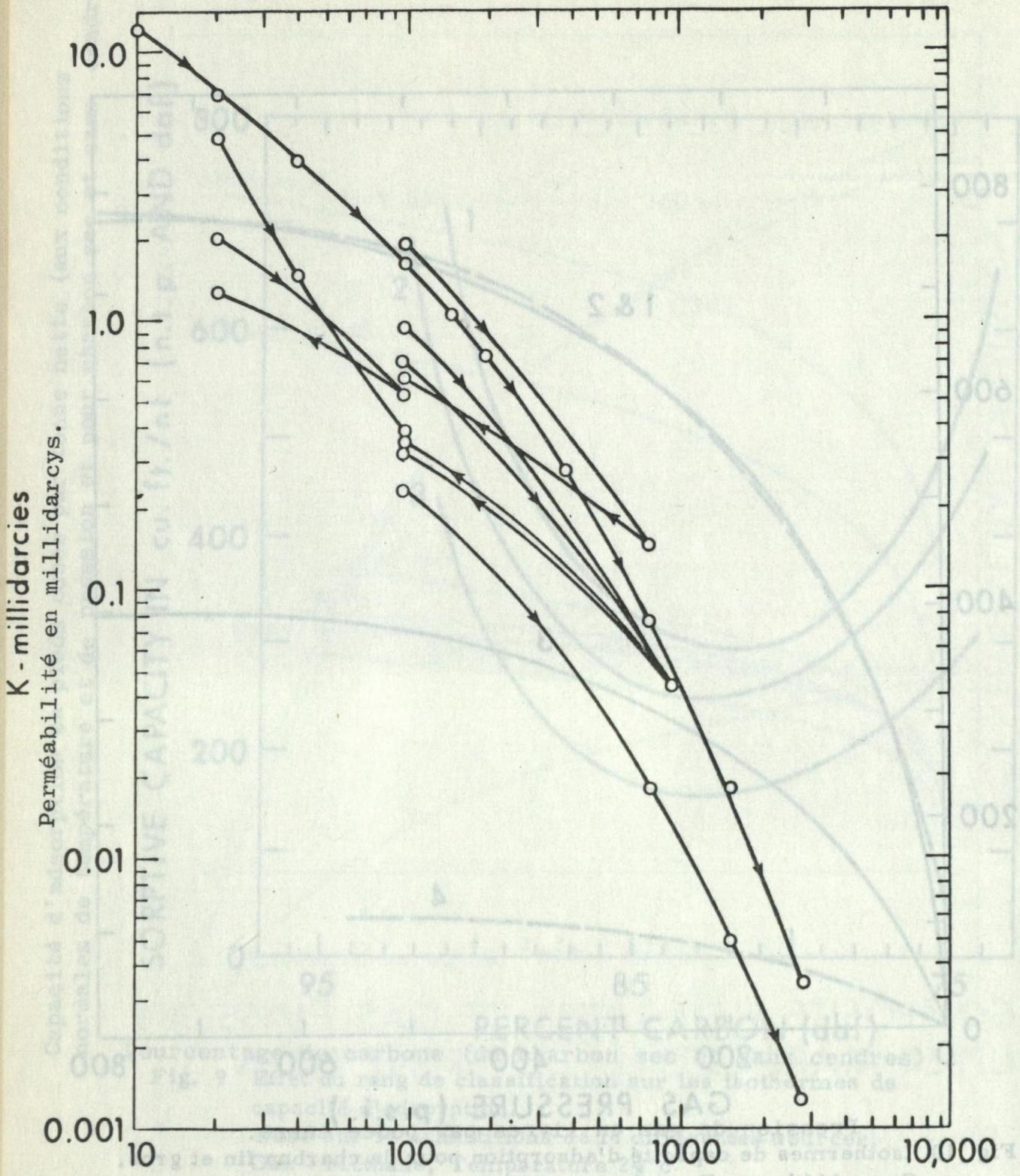


Fig. 11 Effect de la pression enveloppante sur les échantillons de Perméabilité de la couche "Upper Marsh"  $\sigma_3$  p.s.i. -Contrainte en livres par pouce carré.