

Quelques considérations au sujet de l'admission d'une teneur en grisou de 2 % dans le retour d'air des chantiers (*)

Dr. W. MAAS,

Traduit de « De Mijnlamp »

par R. VANDELOISE,

Ingénieur à Inchar.

SAMENVATTING

Met de nieuwe kennis betreffende de lagen en het vrijkomen van het mijngas, is het mogelijk te zeggen dat een mijngasconcentratie van 2 % in de hoofdluchtstroom van een pijler als bovenste grens veilig is.

Een mengsel van mijngas en lucht beneden 5 % is niet brandbaar en dus is 2 % veilig. Gevaar ontstaat niet als we dit mengsel transporteren; gevaar ontstaat daar waar 100 % mijngas in een luchtstroom komt. Dit is voor ons niet nieuw. Echter, is nieuw de kennis hoe groot de luchtsnelheid moet zijn om te voorkomen, dat gaslagen langs het dak optreden en tevens om de mengzone zo klein mogelijk te houden. De analyse van een vijftigtal ondergronds opgetreden explosies in landen waar 1 % als grens geldt, toont aan dat te lage luchtsnelheden op plaatsen, waar gas, speciaal langs het dak, in de hoofdluchtstroom treedt, de belangrijkste oorzaak van de te hoge gasconcentraties is. De kennis van de plaats van mogelijke gasbronnen en de kennis van de snelheid om het gas uit die gevaarlijke gasbronnen, speciaal die in het dak, snel te verdunnen is dus een extraveiligheidsmaatregel.

Regelmatige metingen in de pijlers waar 2 % als grens aangenomen is, zullen laten blijken dat de ontgassing in deze pijlers een heel ander beeld te zien geeft dan wat we bij de oude grens van 1,5 % hebben gevonden; misschien ook geven ze het volle vertrouwen om nog in de toekomst de bovenste grens te verhogen.

RESUME

Grâce aux connaissances nouvelles sur les modes de gisement et de dégagement du grisou, il est possible de montrer qu'une teneur limite en CH_4 de 2 % dans le retour d'air d'un chantier est admissible.

Un mélange de grisou et d'air à moins de 5 % de CH_4 n'est pas inflammable et donc la limite de 2 % est sûre. L'écoulement d'un tel mélange ne présente aucun danger; le danger existe là où du grisou à 100 % pénètre dans le courant d'air. Ceci n'est pas nouveau. Cependant on ne connaît que depuis peu de temps l'importance de la vitesse de l'air pour empêcher que des couches de gaz ne se forment le long du toit et pour réduire autant que possible la longueur des zones de mélange. L'analyse d'une cinquantaine d'explosions de grisou souterraines survenues dans des pays où la teneur limite est fixée à 1 % montre que ce sont les trop faibles vitesses de l'air aux points où le gaz pénètre dans le courant d'air, spécialement le long du toit, qui sont la cause principale des concentrations de gaz trop élevées. La localisation des sources de gaz possibles et la détermination de la vitesse apte à abaisser rapidement la teneur à proximité de ces sources dangereuses, spécialement celles qui se situent dans le toit, sont donc des mesures de sécurité excellentes.

Des mesures régulières dans les tailles où la teneur limite de 2 % est admise permettront de voir si les lois du dégagement sont les mêmes que celles connues pour une teneur limite de 1,5 % et éventuellement de relever encore par la suite la teneur limite.

(*) Cet article du Dr. W. MAAS, Centraal Proefstation Staatsmijnen, a paru sous le titre « Enige beschouwingen tot toelating van 2 % mijngas in de hoofdluchtstroom » dans le numéro du 15 mai 1961 de « De Mijnlamp », pages 559/563. Nous en donnons la traduction avec l'aimable autorisation du Dr. Maas et de la rédaction de la revue.

1. Introduction.

Il y a quelques mois la direction des Mines d'Etat néerlandaises a demandé à l'Inspecteur Général des Mines une dérogation à l'article 87, paragraphe 1, du règlement des mines de 1939, où il est prescrit que la teneur en grisou dans l'air de ventilation ne peut dépasser 1,5 %. Cette dérogation a été accordée sur la base de l'article 87, paragraphe 2, moyennant l'observation de conditions déterminées, la principale étant que la teneur limite de 2 % ne peut être dépassée.

Une première question se pose : « Pourquoi sollicite-t-on un relèvement de la teneur limite ? » La réponse est brève et péremptoire : « Depuis longtemps on a désiré ce relèvement vu ses avantages économiques ; ces dernières années, on a progressé dans la connaissance des modes de libération du grisou et des méthodes pour le diluer et l'évacuer avec certitude ; aussi estime-t-on qu'une teneur limite de 2 % se justifie du point de vue sécurité ».

2. Aspect économique.

Comme c'est le dégagement de grisou qui limite la production de charbon d'un quartier, il est clair que, si l'on tolère un dégagement de gaz plus important, la production pourra être plus élevée puisque dans une taille le dégagement de gaz augmente ou diminue en gros avec la production.

Une production plus grande exige certainement un accroissement sensiblement proportionnel du personnel en taille mais le personnel qui dessert le rabot, les machinistes de courroie et les chargeurs, s'ils existent encore, n'augmentent pas, si bien que la production plus élevée est atteinte avec un personnel qui au total n'a pas augmenté en proportion. D'où des prix de revient « salaires » plus faibles.

Deuxième point : du fait que le panneau est exploité plus rapidement, le soutènement, les engins d'abatage et de transport sont moins longtemps immobilisés et les frais d'amortissement par tonne sont moindres. Du reste, le même raisonnement fut valable lorsque l'on introduisit le captage de grisou ; le captage de grisou augmente le dégagement total sans que toutefois la teneur en grisou dans le retour d'air augmente.

3. Aspect sécurité.

Une deuxième question se pose : « Pourquoi considère-t-on aujourd'hui qu'une teneur de 2 % est sûre alors qu'autrefois, comme maintenant encore en bien des endroits, on estime que la limite de sécurité est atteinte pour une teneur de 1,5 % ? » La réponse à cette question fait l'objet du rapport ; elle ne suivra donc pas immédiatement ; nous allons d'abord répondre à deux autres questions.

31. Quand le grisou est-il dangereux ?

Le grisou est combustible comme l'hydrogène, la benzine, l'huile, l'alcool et les composés constitués principalement de carbone et d'hydrogène. La combustion dépend de la présence d'oxygène et, comme l'oxygène est nécessaire à toute combustion, il faut voir si celui-ci se trouve dans l'air de la mine. Mais cela ne signifie pas que tout mélange de grisou et d'air brûle sans plus dès qu'il est enflammé. Prenons une lampe à benzine et plaçons-la dans un mélange air-grisou. Si la teneur en grisou est de 0,5 %, nous n'observons rien ; si elle est de 1,5 %, nous apercevons une auréole bleue au-dessus de la flamme, ce qui signifie que le mélange air-grisou brûle en ce point chaud situé au-dessus de la flamme ; toutefois au voisinage immédiat, là où il fait plus froid, le mélange air-grisou à 1,5 % de CH_4 ne brûle pas et, si nous éteignons la lampe, la combustion du mélange cesse même au-dessus de la flamme. Autrement dit : un mélange à 1,5 % de grisou dans l'air peut brûler (si la température est suffisante), mais il ne peut brûler indépendamment puisqu'une flamme est nécessaire pour entretenir la combustion. Un mélange comprenant de 5 à 14 % de grisou dans l'air est explosif : cela veut dire que, si une source d'inflammation est introduite dans un tel mélange, le volume total du mélange s'enflamme ; en d'autres termes, pour une teneur comprise entre 5 et 14 %, le grisou brûle dans l'air même si la flamme d'allumage est déjà éteinte ; un mélange comprenant de 5 à 14 % de CH_4 peut donc brûler indépendamment.

Pour une teneur de plus de 14 % de grisou dans l'air, la combustion indépendante ne se produit à nouveau plus. Toutefois, si un mélange à 20 % vient en contact avec une plaque portée à 1.000°C , le mélange s'enflamme au contact de la plaque mais la combustion reste limitée à la plaque, de même que la combustion d'un mélange à 1,5 % dans la lampe à benzine reste limitée à une surface située au-dessus de la flamme.

En résumé, le grisou est combustible. La combustion après inflammation est indépendante si la concentration dans l'air est comprise entre 5 et 14 % ; en-dessous de 5 % et au-dessus de 14 %, le grisou brûle si la température est suffisamment élevée. Là où cette température ne règne plus, la combustion cesse. Par exemple, si une cartouche de dynamite explose dans un mélange air-grisou à 7 %, elle allume ce grisou et la combustion se propage partout où la teneur en méthane est supérieure à 5 % et inférieure à 14 %. D'autre part, si nous allumons la cartouche dans un mélange à 4 % de grisou, la température s'élève à un point tel que le grisou s'enflamme encore certainement ; toutefois, si la cartouche s'éteint, la combustion du mélange à 4 % de grisou dans l'air s'arrête également.

En résumé, dans la mine, un mélange air-grisou dont la teneur en méthane est comprise entre 5 et

14 % est dangereux car il peut s'enflammer et la combustion peut se propager ; un mélange à moins de 5 % et à plus de 14 % ne brûle pas indépendamment.

Nous précisons à nouveau que nous appelons explosion une combustion indépendante.

32. *Comment en arriva-t-on à choisir la valeur de 1,5 % comme teneur limite alors que le danger d'explosion n'apparaît à peine qu'à 5 % ?*

Le danger du grisou est aussi ancien que les charbonnages ; avant que Davy ne construisit sa lampe de mine, des explosions de grisou s'étaient déjà produites. Lorsque l'on connut les limites d'explosibilité du grisou et qu'on put le détecter avec la lampe à benzine, des explosions se produisirent encore de temps à autre.

Les premières prescriptions exigèrent donc normalement de « Prendre des mesures adéquates dès que du grisou était décelé par la lampe, par exemple évacuer le chantier ». Plus tard, la prescription est naturellement devenue : « A 1 % de grisou dans l'air, interrompre le travail puisque la lampe permet de détecter nettement le pourcent ». Il n'y avait aucune raison de fixer cette limite plus bas puisque la lampe de mine ne permettait pas de déceler une teneur inférieure tandis qu'en la relevant, on augmenterait le danger d'explosion. Historiquement, la teneur de 1 % présente une grande importance car elle fut fixée sur la base des possibilités de la lampe à benzine. On retrouve cette valeur dans de nombreux pays. Il existe quelques exceptions : les Pays-Bas qui depuis 1939 ont comme limite 1,5 %, la Belgique qui tolère jusqu'à 2 % et en certains endroits jusqu'à 3 %, la Sarre où il existe une tolérance jusqu'à 2,5 %. J'ignore comment ces pourcentages plus élevés ont été fixés.

En résumé, la teneur maximum en grisou admissible de 1 %, établie sur la possibilité de déceler nettement cette teneur avec certitude au moyen de la lampe à benzine, de même que la prescription pour le boutefeux de ne pas miner dès qu'il constate du gaz à la lampe, ont été fixées selon les mêmes critères.

33. *Si l'on n'avait pas découvert de lampe à benzine et si l'on avait directement adopté un interféromètre comme ceux qui sont en service actuellement, quel pourcentage aurait-on choisi comme limite ?*

Cette question découle d'une autre : que peut-on tolérer dans la mine sans rien savoir de plus que la limite inférieure d'explosibilité se situe à 5 % ou, autrement dit, quelle marge de sécurité doit-on appliquer ?

Pour les constructions en acier, on utilise parfois un coefficient 5 ; pour les avions moins ; certains auteurs affirment même que les Japonais appli-

quaient pour leurs appareils de guerre un facteur de sécurité extrêmement faible qui leur permettait précisément d'emporter plus de carburant et de munitions que les Américains. Ces appareils japonais pouvaient ainsi abattre les appareils américains construits plus solidement et rentrer chez eux en toute sécurité.

La leçon de ces faits est la suivante : il faut d'abord réfléchir au but et poser les exigences avec ce but devant les yeux.

La teneur maximum admissible doit être fixée en fonction des possibilités d'évacuer le grisou à coup sûr. Cela signifie que, pour pouvoir résoudre le problème de la limite de sécurité, il faut connaître le mode de libération, de mélange et d'évacuation du grisou. Au cours des dernières années, on a acquis tant de connaissances sur ces deux derniers points qu'il fut décidé de demander à l'Inspecteur Général un certain nombre d'autorisations jusqu'à 2 %, lesquelles furent accordées assorties d'un ensemble de conditions.

4. Connaissances nouvelles sur le dégagement, le mélange et l'évacuation du grisou.

41. *Dégagement de grisou.*

Nous pouvons résumer comme suit nos connaissances antérieures sur le dégagement de gaz dans les tailles.

Le déhouillement d'une couche provoque le dégagement du gaz de la couche elle-même et des couches qui subsistent dans la stampe du toit et du mur. En plateure, le gaz de la couche se dégage en pratique totalement dans la taille et, en dressant, en grande partie. Pratiquement, le gaz des couches du toit et du mur se dégage totalement dans la voie de retour d'air et, pour mieux dire, se mélange au courant d'air dans les 40 à 100 premiers mètres en arrière du front. Si la ventilation est descendante, une quantité de grisou plus faible se dégage dans la voie de retour d'air et une quantité un peu plus élevée dans la taille. Le gaz des couches du toit et une petite partie du gaz de la couche elle-même peuvent être aspirés hors du toit dans une conduite de captage et être ainsi évacués séparément de l'air de ventilation.

En plus de cette connaissance sur la provenance du grisou, on a recherché le « moment » et la « vitesse » du dégagement. Dans ce but, des méthanomètres ont été installés dans le courant de retour d'air de toute une série de tailles à plus de 100 m de la tête de taille ; ces méthanomètres enregistrent la teneur en grisou toutes les minutes. Les mesures furent poursuivies pendant plusieurs mois dans chaque taille. On en a extrait des moyennes par tranches de deux heures, ce qui donne donc 12 valeurs par jour et 84 par semaine. Ensuite, on a calculé les teneurs moyennes du dimanche de 0 à 2 heures

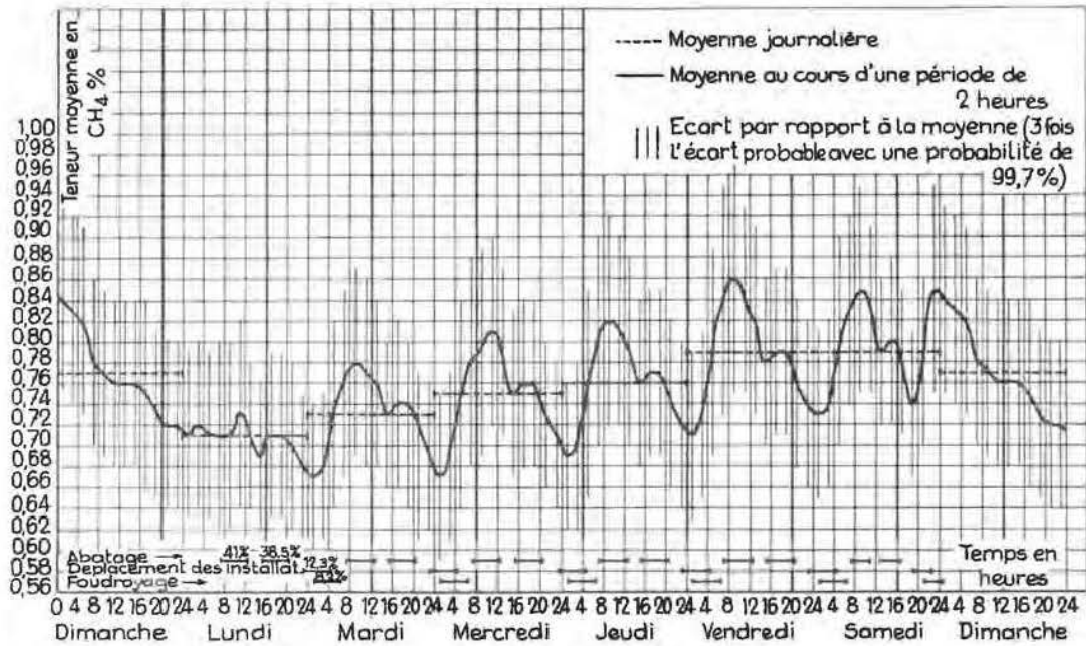


Fig. 1. — Evolution de la teneur en CH_4 de l'air de ventilation dans le quartier L^{II} - couche D - H* pendant la période du 18-7-54 au 31-12-55.

Courbe hebdomadaire moyenne de la teneur en grisou dans le courant de retour d'air d'une taille avec abatage manuel. Abatage du charbon le matin et l'après-midi. Déplacement des installations et foudroyage la nuit.

Le trait vertical qui se prolonge au-dessus et en dessous de chaque point de mesure représente $3 \times$ l'écart moyen, c'est-à-dire que sur 1.000 observations, 3 se situent en dehors (au-dessus et en dessous) de ces traits.

pour l'ensemble des semaines, puis du dimanche de 2 à 4 heures et ainsi de suite. De la sorte, on a pu tracer une courbe hebdomadaire moyenne. Puis l'écart à la valeur moyenne a été déterminé ; cela a donné un résultat très intéressant si l'on pense que nous nous limitons toujours à 1,5 % pour ne jamais atteindre 5 %.

La figure 1 montre la courbe obtenue dans une taille foudroyée avec déplacement des installations de transport. Aux postes du matin et de l'après-midi (7 h à 13 h et 15 h à 21 h), on fait l'abatage ; au poste de nuit, on change les installations et on fait le foudroyage de 1 h à 7 h du matin. Le samedi, on ne travaille que 6 h ; les postes à charbon sont décalés, ils durent de 7 h à 11 h et de 13 h à 17 h ; le foudroyage se fait entre 19 h et 23 h. Si nous analysons la courbe, nous voyons que la teneur maximum en grisou est atteinte le matin entre 8 h et 12 h ; puis, bien que l'on fasse de l'abatage au deuxième poste, la teneur décroît jusqu'au-delà de minuit pour remonter ensuite rapidement. Le grisou du chantier provenait de deux sources : grisou de la couche qui se dégage pendant l'abatage et grisou des couches adjacentes qui dans le cas présent était très abondant. En effet, aucune exploitation n'avait eu lieu auparavant tant au-dessus qu'en-dessous de la couche. A cause du foudroyage, les roches du toit et du mur sont fracturées et le gaz des couches adjacentes est libéré. Dans ce cas, ce gaz était plus abondant que celui de la couche elle-même. Le sa-

medi, tout se passe de la même manière mais plus rapidement et, le dimanche, la teneur en grisou décroît. Cette chute se poursuit jusqu'au lundi mais est un peu freinée par le gaz qui se dégage du charbon abattu. Le lundi au poste de nuit, quand le foudroyage commence, le dégagement de gaz recommence à croître rapidement.

La figure 2 montre une autre courbe pour une taille rabotée où l'abatage et le foudroyage sont exécutés à deux postes (7 h - 15 h et 15 h - 21 h) ; le poste de nuit est réservé aux opérations accessoires. Tout le gaz est libéré aux postes à charbon. Le même phénomène se produit le samedi mais avec une amplitude moindre et pendant une durée plus courte, tandis que le dimanche la teneur en grisou diminue de manière continue.

Si nous mettons en œuvre tous les moyens pour éviter un écart de 3,5 % dans les mesures décrites ci-dessus, la teneur ne passera jamais de 1,5 à 5 %. D'après les écarts trouvés, on peut calculer la fréquence avec laquelle un écart déterminé se présentera. Tout au long de la semaine, nous avons représenté par des traits verticaux les écarts qui n'ont été dépassés que 3 fois sur 1.000. La courbe de la figure 1 donne l'allure moyenne de l'évolution de la teneur au cours de la semaine. Le jeudi à 8 h, les traits verticaux ont, de part et d'autre de la courbe moyenne, une longueur correspondant à 0,1 % environ, c'est-à-dire que sur 1.000 lectures effectuées à ce moment, il y en avait 3 seulement qui présen-

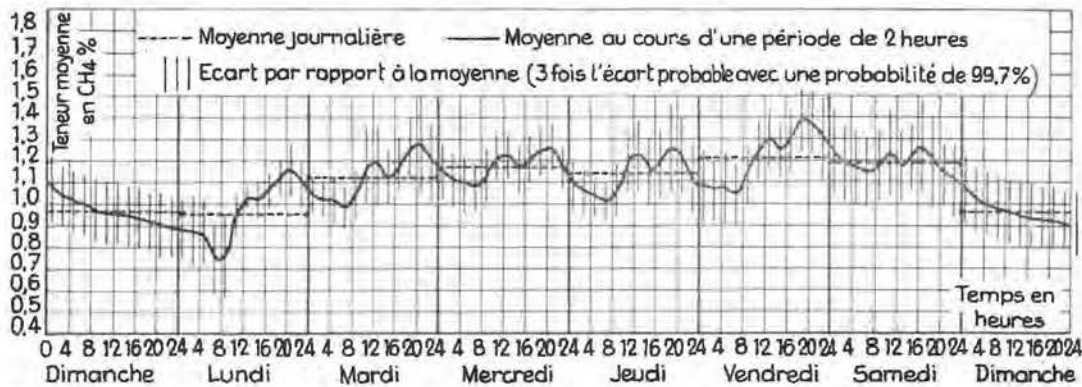


Fig. 2. — Evolution de la teneur en CH₄ de l'air de ventilation dans le quartier B^{II} ouest - couche G pendant la période du 12-5-57 au 21-7-57.

Courbe hebdomadaire moyenne de la teneur en grisou dans le courant de retour d'air d'une taille exploitée mécaniquement et foudroyée. Abatage et foudroyage se font aux postes du matin et de l'après-midi, la nuit ont lieu les travaux accessoires. Pour l'explication des traits verticaux autour de la moyenne, voir la légende de la figure 1.

taient un écart supérieur à 0,1 %. Si nous admettons que les écarts vers le bas (c'est-à-dire vers 0 %) sont sans importance, il ne se présente alors que 3 cas sur 2.000 pour lesquels la teneur est supérieure à 0,82 + 0,1 le jeudi à 8 heures, c'est-à-dire extérieurs et au-dessus de la bande de dispersion autour de la valeur moyenne. Cela résulte de ce que, 5 fois par 2.000 × 2 heures ou 1 fois par 8 semaines, la moyenne calculée sur 2 heures est de 0,1 % supérieure à la valeur moyenne représentée par la courbe de la figure 1.

Si nous calculons sur cette base la probabilité d'atteindre une teneur explosive dans toutes les tailles de l'Europe occidentale, on est loin de 1 cas par 10.000 années.

Cela signifie que, pour les tailles contrôlées, la probabilité d'atteindre une teneur explosive est de 1 cas par 100.000.000 d'années, à condition naturellement que la ventilation ne soit pas différente de ce qu'elle était au cours des nombreuses semaines où les mesures ont eu lieu. De plus, cela signifie que, dans les endroits où des explosions ont lieu, un autre phénomène doit se produire qui ne s'est précisément pas produit dans les chantiers où nous avons fait ces mesures. Ce phénomène semble être le mélange.

42. Mélange et évacuation du grisou.

La découverte la plus récente en ce domaine, nous la devons à nos collègues de la station d'essai anglaise pour la sécurité dans les mines de Sheffield. Si nous avons contrôlé leurs idées dans nos mines, ils n'en furent pas moins les premiers à attirer notre attention sur le phénomène suivant.

Le grisou est beaucoup plus léger que l'air ; cela signifie que, si du grisou se dégage par le mur, il monte et parvient ainsi dans le courant d'air. Mais s'il se dégage par le toit, il reste de préférence au-dessus et les cavités au-dessus des chapeaux de

cadres, qui ne sont pas bien ventilées du fait d'un bon garnissage, sont toujours remplies de grisou à proximité du front de taille.

Si le gaz vient du toit par un conduit horizontal dans le courant d'air, pour obtenir un bon mélange, le gaz plus léger doit être entraîné vers le bas contre la pesanteur et l'air plus lourd doit être poussé vers le haut. Cela suppose une dépense d'énergie qui doit être fournie par le courant ventilateur. La conclusion la plus importante des mesures et calculs des Anglais est, à l'heure actuelle, qu'un bon mélange n'est pas réalisé si une vitesse déterminée minimum n'est pas atteinte dans l'ensemble de la section d'une galerie. Pour mélanger beaucoup de gaz, il faut dépenser beaucoup d'énergie et, pour en mélanger peu, il en faut moins ; mais pour chaque source de grisou du toit, on peut calculer, à l'aide d'une formule proposée par les Anglais, la vitesse minimum sans laquelle le grisou ne se mélange jamais avec l'air.

S'il existe une fissure dans le toit à 30 m en arrière du front dans la voie de retour d'air, fissure par laquelle du gaz d'une couche sus-jacente se dégage, par exemple avec un débit de 1 m³/min, la concentration en CH₄ du mélange pour un débit d'air de 500 m³/min vaut 0,2 %. Mais, et ceci est nouveau, le mélange ne se forme que si le facteur défini ci-dessous est supérieur à 2.

Ce facteur est

$$\frac{v}{\sqrt[3]{g \times 0,45 \times V : D}}$$

où v est la vitesse de l'air ; dans notre cas où le débit vaut 8,3 m³/s dans une galerie de section égale à 5,2 m², v vaut 1,6 m/s ;

g est l'accélération de la pesanteur, c'est-à-dire 9,8 m/s² ;

V est la quantité de grisou qui se dégage par la fissure, c'est-à-dire 1 m³/min (ou 0,016 m³/s) et

D est la largeur de la galerie sous les couronnes ; dans notre cas 2 m.

Le facteur vaut alors :

$$\frac{1,6}{\sqrt[3]{4,4 \times 0,016 \times 0,5}} = \frac{1,6}{\sqrt[3]{0,035}} = \frac{1,6}{0,32} = 5$$

si bien que le mélange est réalisable. Si par contre la quantité de gaz dégagé par la fissure était 16 fois plus grande, donc égale à 16 m³/min (0,26 m³/s), le facteur vaudrait :

$$\frac{1,6}{\sqrt[3]{4,4 \times 0,26 \times 0,5}} = \frac{1,6}{\sqrt[3]{0,57}} = \frac{1,6}{0,82} = 1,95$$

Dans ce cas, selon la théorie anglaise et les mesures, le mélange n'est pas réalisable ; le grisou s'écoule parallèlement à l'air ainsi qu'une couche flottant sur l'air. Si une flamme est introduite à la surface de séparation de l'air et du grisou, elle allume le gaz dans la zone de transition ; sous l'effet de la chaleur, le mélange se forme et le grisou s'enflamme sur toute la longueur de la galerie. Il se produit alors au-dessus de nos têtes le même phénomène que lorsqu'on jette une allumette sur une flaque de pétrole ; la surface supérieure tout entière s'enflamme jusqu'à ce que le pétrole soit consommé. Naturellement, il est faux de dire que, si le facteur vaut 2, le mélange ne se forme pas du tout et que, s'il vaut 2,1, il se fait bien. Si le facteur vaut 3, le mélange ne se produit encore que lentement ; le courant parcourt une longueur de 12 m environ avant que le grisou à 100 % de CH₄ ne soit mélangé à l'air et que la teneur ne descende en dessous de 5 %. Quelle doit être la valeur du facteur, quelle est la vitesse de formation du mélange et le mélange est-il réalisé sur quelques mètres pour un facteur égal à 6. A l'endroit où le gaz pénètre dans le courant d'air, il y a toujours une zone de transition entre la teneur à 100 % et une teneur inférieure à 5 %. Si une flamme vient malheureusement au contact d'une fissure, le gaz qui s'en échappe s'allume même s'il se trouve en faible quantité.

L'aspect nouveau du problème est que, si la vitesse de l'air est suffisante, la longueur de la zone dangereuse peut être réduite. Simultanément, il apparaît que la longueur de cette zone reste faible même si à l'occasion un peu plus de gaz s'échappe de la fissure du toit. L'augmentation de débit intervient au dénominateur sous une racine cubique. Si la quantité de gaz est doublée, le dénominateur est à multiplier par $\sqrt[3]{2}$, soit 1,25 ; le facteur tombe alors par exemple de 6 à 4,8, mais il reste bien supérieur à la valeur critique de 2.

Remarque.

En pratiquant le captage du grisou dans le toit, le dégagement de gaz des roches sus-jacentes dans la galerie de retour d'air diminue considérablement.

On comprend dès lors que l'Inspecteur Général ait souligné qu'à côté de la vitesse minimum de l'air le captage du gaz du toit soit important, car c'est de ce captage qu'il faut attendre des résultats ; ainsi deux précautions sont prises dans le même but : l'immunisation du gaz du toit en le captant et la dilution rapide du gaz qui se dégage encore malgré tout grâce à une vitesse d'air suffisante.

43. *Toutes ces idées, mesures et calculs paraissent maintenant bien établis, mais existe-t-il aussi des indications de la pratique montrant que seuls un mélange et une stratification du grisou au toit par suite d'une vitesse d'air trop faible soient les causes des explosions survenues dans les exploitations ?*

Pour répondre à cette question très pertinente, les causes d'un certain nombre d'explosions de grisou citées dans un rapport anglais sur les explosions survenues ces dernières années, ont été rassemblées dans le tableau I. Comme il y a toujours deux causes à une explosion, à savoir une concentration de gaz trop élevée et une cause d'inflammation, ces deux causes ont été indiquées dans le tableau bien que la seconde n'intéresse pas directement l'étude actuelle.

Les causes d'inflammation sont réparties comme suit :

- a) Electricité.
- b) Emploi des explosifs.
- c) Lampe à benzine.
- d) Feu ouvert, allumettes, cigarettes, etc...
- e) Étincelles de toutes natures comprenant :
 - e1) étincelles d'aluminium et
 - e2) étincelles d'acier sur pierre, fer, pyrite, etc...

Les causes de trop hautes concentrations de gaz sont réparties comme suit :

- 1) Ventilation temporairement pas en ordre, par exemple : portes d'aéragé ouvertes, ventilateur auxiliaire arrêté, etc...
- 2) Ventilation localement trop faible, c'est-à-dire ventilation normale mais insuffisante le long de vieux travaux, à proximité d'un dérangement, à l'endroit de grandeurs en couches ; la vitesse de l'air est si faible que le mélange ne se fait pas bien et qu'en certains endroits du grisou fut décelé qui put s'enflammer lors de l'explosion. Ces causes sont celles qui nous intéressent.
- 3) Cavités dans le toit. Dans deux cas, des cavités de 4 à 7 m de hauteur et de 3 à 4 m de diamètre ont été constatées ; ces cavités étaient remplies de gaz dont la partie inférieure s'est enflammée.
- 4) Autres causes ; soufflard instantané.

TABLEAU I.

	Causes d'inflammation						Causes de concentrations en CH ₄ trop élevées			
	a	b	c	d	e ₁	e ₂	1	2	3	4
Nombre d'explosions	4	1	2	2	2	5	3	10	2	1

Parmi les 16 explosions, 10 résultent de la cause 2 qui nous intéresse, c'est-à-dire une vitesse d'air trop faible (localement). Cependant la cause 1, c'est-à-dire une faute temporaire dans la ventilation, conduit également à une trop faible vitesse d'air ; 13 des 16 explosions sont donc imputables à des vitesses locales trop faibles alors que, par une vitesse suffisamment élevée, on aurait pu diluer le gaz, même peut-être celui du soufflard. En résumé, il résulte du tableau qu'il est très important que la vitesse de l'air soit suffisante partout où du grisou se dégage.

Il convient d'analyser de la même manière un certain nombre d'explosions de grisou survenues en Allemagne. Celles-ci n'ont pas été décrites dans la littérature avec autant de détails que les explosions anglaises ; il a donc fallu introduire dans le tableau 2 une colonne « causes inconnues » (o), tandis que dans la colonne f supplémentaire sont rangées des explosions dont les causes sont différentes.

Le tableau II est relatif aux explosions survenues de 1953 à 1958.

TABLEAU II.

	Causes d'inflammation								Causes de concentrations en CH ₄ trop élevées				
	a	b	c	d	e ₁	e ₂	f	o	1	2	3	4 ⁽¹⁾	o
Nombre d'explosions	5	10	1	11	7	—	1	4	9	12	5	5	8

(1) Ces 5 cas ne sont pas décrits ici.

A nouveau les nombreux cas classés dans la colonne 2 sont dus à des vitesses locales trop faibles ; si nous les ajoutons aux cas de la colonne 1, défaut temporaire de la ventilation, on arrive à plus de 50 % (21 sur 39) du nombre total et à 70 % (21 sur 31) du nombre de cas déterminés.

En résumé, il semble qu'une vitesse d'air localement trop faible ait souvent entraîné des explosions de grisou (plus de 70 % des cas considérés) ; par conséquent, l'influence de la vitesse minimum de l'air pour obtenir un mélange à moins de 5 % de grisou dans l'air est très importante.

44. Résumé.

De nombreux enregistrements mensuels dans de nombreuses tailles ont montré la régularité du dégagement de gaz. Malgré cette grande régularité, les explosions de gaz survenues sont imputables à des vitesses d'air localement trop faibles. Grâce au facteur défini plus haut, les Anglais ont apporté une solution au problème de la grandeur de la vitesse de l'air apte à prévenir la formation de couches de grisou le long du toit.

5. Conclusions

Grâce à ces connaissances nouvelles, il est possible de préciser la portée de la question fondamentale posée au point 5, à savoir si la valeur de 2 % est sûre comme limite de teneur admissible.

Un mélange de grisou et d'air à moins de 5 % de CH₄ n'est pas inflammable et donc la limite de 2 % est sûre. L'écoulement d'un tel mélange ne présente aucun danger ; le danger existe là où du grisou à 100 % pénètre dans le courant d'air. Ceci n'est pas nouveau ; aussi maintenant suspend-on des éjecteurs le long des vieux travaux, en direction des fissures du toit et de l'orifice des petits canaux. On ne connaît que depuis peu de temps l'importance de la vitesse de l'air pour empêcher que des couches de gaz ne se forment le long du toit et pour réduire autant que possible la longueur des zones de mélange. L'analyse d'une cinquantaine d'explosions de grisou souterraines survenues dans des pays où la teneur limite est fixée à 1 % montre que ce sont les trop faibles vitesses de l'air aux points où le gaz pénètre dans le courant d'air, spécialement le long du toit, qui sont la cause principale des concentrations de gaz trop élevées. La localisation des sources de gaz possibles et la détermination de la vitesse apte à abaisser rapidement la teneur à proximité de ces sources dangereuses, spécialement celles qui se situent dans le toit, sont donc des mesures de sécurité excellentes.

Nous ne savons jusqu'à quel point cette connaissance supplémentaire est intéressante. C'est pourquoi on ne demande provisoirement qu'une simple fixation de la teneur limite à 2 %, et des mesures régulières dans les tailles où la dérogation a été octroyée. Ces mesures seront poursuivies afin de contrôler l'apparition éventuelle d'écarts plus importants que ceux donnés sur les figures 1 et 2 et si malgré cela des couches de grisou peuvent se former le long du toit. Après l'expérience, il apparaîtra peut-être que le dégagement dans les tailles où la teneur limite est de 2 % répond à une tout autre loi que celle que nous avons trouvée lorsque la limite était de 1,5 % ; peut-être aussi pourrons-nous suivre nos collègues de la Sarre jusqu'à 2,5 % ou, après une expérience plus riche encore, nos collègues belges jusqu'à 3 %.