

La dépression du ventilateur principal lors d'un incendie dans un courant d'air ascendant

par H. BYSTRON,

Directeur de la mine expérimentale polonaise Barbara.

Traduction résumée par R. STENUIT,

Directeur divisionnaire des Mines.

SAMENVATTING

Ter gelegenheid van een uitgebreide mijnbrand die meer dan één jaar geduurd heeft, heeft de schrijver een persoonlijke thesis onderzocht, die hij heeft afgeleid van de fundamentele vergelijking van Budryk $h_i : h_e < R_i : R_e$ volgens dewelke het toegelaten is de depressie h_e van de hoofdventilator te verminderen op voorwaarde dat men voordien een dam met zeer grote weerstand R_i heeft opgericht aan de ingang van de gang waarin zich de brand bevindt.

Zijn theorie en de toepassing ervan leveren de bevestiging van het grondbeginsel van Budryk betreffende « de noodzaak om steeds te beschikken over een veiligheidsafsluitdeur aan de ingang van de vertakkingen met geringe weerstand, en deze deur onmiddellijk te sluiten in geval van brand in genoemde gangen, welke ook de depressie van de hoofdventilator is ».

Daarenboven vindt men in dezelfde nota verschillende formules voor de berekening van het luchtdebiet dat door afsluitdeuren gaat, van het minimum debiet dat vereist is om een ontploffing van de rookgassen te voorkomen, en van de hoeveelheid brandbaar materiaal die tijdens een brand per dag verkoolt.

Het beschreven voorbeeld had betrekking op een ingewikkeld ventilatiestelsel, dat langs rekenkundige weg kan teruggebracht worden tot het normale en eenvoudige systeem van Budryk, te weten een inwendige kringloop, een uitwendige kringloop en een zijdelingse kringloop met stijgende luchtstromen.

Door zelf deel te nemen aan het bestrijden van de brand heeft de auteur de gelegenheid gehad om persoonlijk waarnemingen te verrichten en wetenschappelijke gegevens te verzamelen, en dat gedurende ongeveer 2.000 uren.

RESUME

Au cours d'un vaste incendie de mine qui a duré plus d'une année, l'auteur a vérifié une thèse personnelle dérivée de l'équation fondamentale de Budryk $h_i : h_e < R_i : R_e$, à savoir qu'il est permis de diminuer la dépression du ventilateur principal h_e si l'on a construit au préalable un barrage R_i de très haute résistance à l'entrée de l'artère en feu.

Sa théorie et son application confirment le principe fondamental de Budryk quant à la « nécessité de maintenir en permanence une porte obturatrice de sécurité à l'entrée des voies en dérivation ayant une faible résistance et de fermer immédiatement cette porte obturatrice en cas d'incendie dans de telles voies, quelle que soit la dépression du ventilateur principal ».

On trouvera en outre, dans cette note, plusieurs formules permettant de calculer le débit d'air passant par des portes obturatrices de ventilation, le débit minimal requis pour éviter l'explosion des gaz d'incendie et la quantité de matériaux combustibles brûlés au cours d'une journée d'incendie.

Le cas vécu comportait un système complexe de ventilation qui put être ramené par voie de calculs au système normal et simple de Budryk comportant un circuit intérieur, un circuit extérieur et un circuit latéral, avec aérages ascendants.

En prenant part à la lutte contre l'incendie, l'auteur a pu faire des observations directes et rassembler des données scientifiques au cours d'environ 2.000 heures.

INHALTSANGABE

Ein grosser Grubenbrand, der länger als ein Jahr dauerte, gab dem Verfasser Gelegenheit, eine von der grundlegenden Gleichung Budryks

$$h_i : h_e < R_i : R_e$$

abgeleitete Theorie zu überprüfen, nämlich, dass man die Depression des Hauptlüfters h_e herabsetzen darf, wenn man vorher am Eingang der brennenden Strecke eine Sperre R_i mit hohem Widerstand errichtet.

Die von dem Verfasser entwickelte Theorie und ihre Anwendung bestätigen das Grundprinzip Budryks, nämlich, dass man « am Anfang von Zweigstrecken mit einem geringen Widerstand stets eine Absperrtür einbauen muss, die bei einem Brand in diesen Strecken sofort zu schliessen ist, gleich, wie hoch die Depression des Hauptlüfters ist ».

Weiter entwickelt der Verfasser einige Formeln für die Berechnung der Wettermenge, die durch die Wettertüren hindurchgeht, der Mindestmenge, die zur Unterbindung einer Explosion der beim Brand auftretenden Gase erforderlich ist, und der Menge brennbarer Stoffe, die an einem Tage verbrennen.

Bei dem hier betreffende Fall handelt es sich um eine Grube mit einem komplizierten Bewetterungssystem, das man durch Berechnungen auf das normale und einfache System Budryks mit einem inneren, einem äusseren und einem seitlichen Wetterstromkreis mit steigender Bewetterung zurückführen kann.

Die Teilnahme an den Brandbekämpfungsarbeiten ermöglichte dem Verfasser im Laufe von 2.000 Stunden unmittelbare Beobachtungen anzustellen und wissenschaftliche Unterlagen zu sammeln.

Un exemple vécu a permis à l'auteur de vérifier une thèse personnelle dérivée de l'équation fondamentale de Budryk. Il répond en même temps aux questions que lui ont posées à Varsovie, en octobre 1961, les délégués néerlandais et belges qui assistaient à la Conférence des Directeurs des Stations d'Essais.

I. INTRODUCTION

Bien que depuis longtemps l'on étudie des méthodes sûres de lutte contre les incendies souterrains, c'est en 1930 que, pour la première fois, Budryk a donné les bases scientifiques d'une telle lutte, bases qui ont été éprouvées en Pologne et à l'étranger. Entretemps, Budryk a complété sa théorie et ouvert la voie à son développement.

Un des éléments importants de la théorie de W. Budryk est la valeur de la dépression du ventilateur

SUMMARY

During an extensive mine fire which lasted over a year, the author checked a personal theory derived from Budryk's fundamental equation

$$h_i : h_e < R_i : R_e,$$

namely that it is possible to reduce the lowering of pressure of the main ventilator h_e if a dam R_i of very high resistance has previously been constructed at the entrance of the fire channel.

This theory and its application confirm Budryk's fundamental principle regarding « the need for the permanent maintenance of a safety shutter to seal off the entrance of side-roads with low resistance and for immediately closing this shutter in the case of fire in such roads, no matter what the lowering of pressure of the main ventilator ».

Furthermore, in this report will be found several formulae for calculating the output of air passing through the safety shutters, the minimum output required to avoid explosion of fire gases and the amount of combustible material burned in one day of fire.

The actual case included a complex system of ventilation which can be reduced by calculation to Budryk's simple normal system consisting of an inner circuit, an outer circuit and a lateral circuit with upward ventilations.

While taking part in the fight against the fire, the author was able to make direct observations and collect scientific data over a period of about 2,000 hours.

principal lors d'un incendie en général et, en particulier, dans un courant d'air ascendant. Au moment où l'on combat l'incendie, cette dépression devrait être maximale et on ne pourrait en principe la diminuer que dans des cas tout particuliers.

Cependant, l'auteur a exposé en 1957, par une méthode graphique, qu'il était possible, dans certains cas de lutte contre incendie en courant d'air ascendant, de réduire sans danger la dépression du ventilateur principal. Un vaste incendie, survenu ultérieurement dans une mine polonaise en décembre 1959, lui a permis de vérifier sa théorie. Il en a exposé les grandes lignes à Varsovie, en octobre 1961.

II. LA THEORIE

II.1. Supposons un système normal simple de ventilation, représenté à la figure 1 :

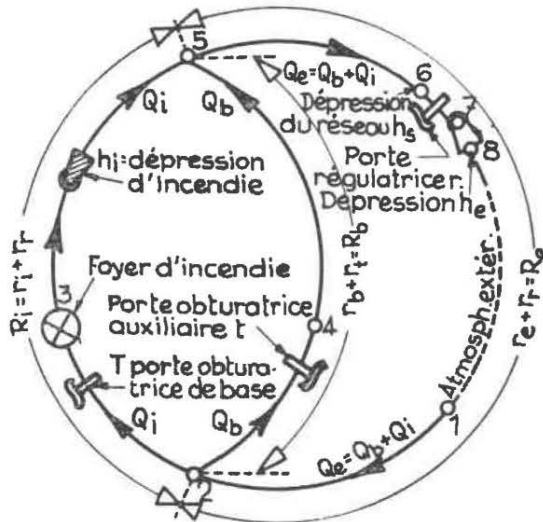


Fig. 1. — Système normal et simple de ventilation.

débits : Q_b, Q_i, Q_e m³/s
 dépressions h_i, h_e kg/m²
 résistances R_b, R_i, R_e kg . m⁻⁸ . s².

Dans la théorie de Budryk, R représente une résistance d'ensemble du tronçon considéré, y compris la résistance des portes. Dans la présente étude, on distinguera les résistances des portes et celles des voies.

Dans le circuit intérieur :

$$R_i = r_i + r_T;$$

dans le circuit extérieur :

$$R_e = r_e + r_r;$$

dans le circuit dérivé :

$$R_b = r_b + r_t.$$

Pour assurer un sens normal aux courants d'air (fig. 1), il faut que :

$$h_i = (r_i + r_T) Q^2 - (r_b + r_t) Q_b^2 \quad (1)$$

$$h_e = (r_e + r_r) Q_e^2 + (r_b + r_t) Q_b^2 \quad (2)$$

Ce qui conduirait Budryk à

$$h_i : h_e < (r_i + r_T) : (r_e + r_r) \quad (3)$$

ou à son équation fondamentale

$$h_i : h_e < R_i : R_e \quad (4)$$

II.2. Admettons que l'on soumette le système à une dépression extérieure positive h_{e_1} inférieure à h_e d'une quantité $\Delta h_e > 0$, autrement dit que

$$h_{e_1} = h_e - \Delta h_e, > 0 \quad (5)$$

Les valeurs des résistances des voies de circuits en dérivation r_b, r_i et r_e sont en principe stables dans un système de ventilation. Par contre, les valeurs des résistances de la porte obturatrice principale T , de la porte obturatrice auxiliaire t , et de la porte régulatrice r dans la galerie de ventilation (fig. 1) peuvent être choisies dans un intervalle assez grand, c'est-à-dire de 0 jusqu'à quelques centaines de kilogrammes (kg m⁻⁸ s²).

On suppose que, pour la dépression $h_i =$ constante et pour les résistances de portes $r_T = r_{T_1}$ et $r_r = r_{r_1}$, les conditions (3) sont accomplies, c'est-à-dire

$$h_i : h_e < (r_i + r_{T_1}) : (r_e + r_{r_1}) \quad (6)$$

De cette inégalité (6) on déduit la valeur limite de la résistance de la porte obturatrice de base T .

$$r_{T_1} > (h_i : h_e) (r_e + r_{r_1}) - r_i \quad (7)$$

Exemple 1. — Si $h_i = 10, h_e = 100$ (kg/m²), $r_{T_1} = 0, r_e = 0,20, r_i = 0,002$, il faut, pour remplir la condition (6), placer une porte obturatrice de base T de résistance

$$r_{T_1} > 0,018 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}$$

Exemple 2. — Si $h_i = 50, h_e = 100$ (kg/m²), $r_{T_1} = 0, r_e = 0,20, r_i = 0,30$, la condition (6) est remplie sans application de porte obturatrice de base T c'est-à-dire pour $r_{T_1} = 0$.

En effet, l'équation (6) donne

$$r_{T_1} > - 0,20 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}$$

Exemple 3. — Si $h_i = 50, h_e = 600$ (kg/m²), $r_{T_1} = 0, r_e = 0,20, r_i = 0,30$ la condition (6) implique une porte obturatrice de base T de résistance

$$r_{T_1} > 0,0147 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}$$

Les conclusions de Budryk sont donc confirmées par les équations (6) et (7), dérivées de sa formule fondamentale (4). Les exemples 1, 2, 3, soulignent plus clairement encore la nécessité de maintenir en permanence une porte obturatrice de sécurité à l'entrée des voies en dérivation ayant une faible résistance. Dans le cas d'un incendie dans de telles voies, quelle que soit la dépression du ventilateur principal, il faut immédiatement utiliser cette porte obturatrice comme porte obturatrice de base T (fig. 1).

Ces explications sont une réponse aux questions de M. Maas (Hollande) posées à l'auteur lors de la

Conférence de Varsovie pendant la discussion ayant trait au mémoire susévoqué.

II.3. Admettons ensuite que, dans le système de ventilation figuré, pour une dépression d'incendie $h_i = \text{constante}$, pour une dépression du ventilateur h_e , (équation (5)) ainsi que pour des résistances de portes $r_T = r_{T_2}$ et $r_r = r_{r_2}$, on ait toujours, conformément à l'équation (3)

$$h_i : h_{e_1} < (r_1 + r_{T_2}) : (r_e + r_{r_2}) \quad (8)$$

Désignons respectivement par S_1 et S_2 les rapports gauche et droit de chacune des inégalités (6) et (8) :

$$1 < [(r_1 + r_{T_2}) : (r_e + r_{r_2})] / (h_i : h_e) \equiv S_1$$

$$1 < [(r_1 + r_{T_2}) : (r_e + r_{r_2})] / (h_i : h_{e_1}) \equiv S_2$$

On voit que, tout en respectant le principe fondamental de Budryk, on peut réaliser la condition (5), à savoir : réduire la dépression extérieure, à condition que :

$$S_1 > 1 \quad \text{et} \quad S_2 > 1$$

En d'autres termes :

si $S_1 > 1$ et $S_2 > 1$, le sens des courants du système n'est pas perturbé ;

si $S_1 = 1$ et $S_2 = 1$, le courant latéral 2 ÷ 4 ÷ 5 est nul ;

si $S_1 < 1$ et $S_2 < 1$, ce courant latéral est inversé.

Conformément à la théorie de W. Budryk, on doit, au cours de l'action menée pour combattre l'incendie, tendre à obtenir les plus grandes valeurs de S_1 et S_2 . D'après les investigations de l'auteur, il n'y a pas de raison d'essayer d'obtenir des valeurs excessives, surtout quand les conditions d'extinction de l'incendie exigent l'application de moyens dépressifs pour diminuer la quantité d'air affluant vers l'incendie (par. III.6 plus loin).

On peut traiter S_1 et S_2 comme des coefficients de sécurité. La définition des valeurs de sécurité de ces coefficients demande une étude spéciale.

Pour réaliser $1 < S_1 \leq S_2$, il faut

$$[(r_1 + r_{T_1}) : (r_e + r_{r_1})] / (h_i : h_e) \leq [(r_1 + r_{T_2}) : (r_e + r_{r_2})] / (h_i : h_{e_1})$$

d'où découlent les conditions :

$$h_{e_1} \geq h_e \cdot [(r_1 + r_{T_1}) : (r_e + r_{r_1})] \cdot [(r_e + r_{r_2}) : (r_1 + r_{T_2})] \quad (9)$$

$$r_{T_2} \geq (h_e : h_{e_1}) \cdot [(r_1 + r_{T_1}) : (r_e + r_{r_1})] (r_e + r_{r_2}) - r_1 \quad (10)$$

Par l'équation (9), on peut trouver la grandeur de la dépression h_{e_1} , que devrait produire le ventilateur principal, afin qu'en appliquant les résistances de portes r_{T_2} et r_{r_2} , on obtienne la condition (8) à un degré au moins équivalent à celui qu'exige la condition (6).

Par l'équation (10), on obtient la grandeur de la résistance r_{T_2} que devrait posséder la porte obturatrice de base T, afin qu'en appliquant la dépression h_{e_1} du ventilateur principal on obtienne la condition (8) à un degré au moins équivalent à celui qu'exige la condition (6).

Exemple 4 — Dans le système de ventilation (fig. 1), lors de la dépression d'incendie $h_i = 50$, de la dépression du ventilateur principal $h_e = 200$ (kg/m^2), les résistances des voies de circuits en dérivation $r_1 = 0,01$, $r_e = 0,10$ ($\text{kg m}^{-8} \text{s}^2$), afin de garder les sens de courants d'air non perturbés, on a ouvert entièrement le barrage régulateur dans la galerie de ventilation, c'est-à-dire $r_{r_1} = 0$, et on a appliqué la porte régulatrice de base T avec résistance $r_{T_1} = 0,10$ ($\text{kg m}^{-8} \text{s}^2$).

Dans ces conditions, la résistance de la porte de base, d'après l'équation (7), devrait satisfaire à $r_{T_1} > 0,015$. L'application de la résistance $r_{T_1} = 0,10$ est donc suffisante.

Si l'on suppose que dans le système précité on porte la résistance de la porte obturatrice de base T à $r_{T_2} = 1,0$ ($\text{kg m}^{-8} \text{s}^2$), il apparaît d'après l'équation (9) que la dépression du ventilateur principal peut être réduite en toute sécurité à $h_{e_1} \geq 22$ kg/m^2 .

Mais avant d'appliquer une dépression de ventilateur principal $h_{e_1} = 100$ kg/m^2 au lieu de la dépression $h_e = 200$ kg/m^2 , on doit, en vertu de l'équation (10), placer une porte obturatrice de base T ayant une résistance

$$r_{T_2} > 0,21 \text{ (kg m}^{-8} \text{s}^2)$$

II. 4. Débits.

Dans les équations (3) à (10) n'apparaît pas la résistance r_1 de la porte obturatrice auxiliaire t placée dans le courant latéral (fig. 1), car cette porte n'influe pas sur le sens du courant d'air dans lequel

elle se trouve. Mais elle agit sur la répartition de l'air dans le système de ventilation.

Pendant que l'on combat l'incendie, c'est non seulement la stabilité des courants d'air qui a une grande importance, mais aussi la grandeur du débit du courant d'air Q_i (fig. 1) qui passe par le foyer d'incendie. Pour arriver à éteindre plus rapidement le feu, le débit du courant d'air principal Q_i devrait être minimale; par contre, afin d'éviter des explosions de gaz d'incendie dans le foyer même, surtout dans des mines contenant du gaz, le débit Q_i devrait assurer une dilution des gaz explosibles (par. II.6).

TABLEAU I.

Pour $r_i = 0,10$, $r_b = r_e = 0,01$,
 $r_T = 0$ et $h_i = 50 \text{ kg/m}^2$.

Données de base			Résultats de la résolution des équations (1) et (2) combinées		
h_e	r_T	r_t	Q_i	Q_b	Q_e
kg/m^2	$\text{kg m}^{-8} \text{s}^2$		m^3/s		
300	0,0	0,0	39,1	101,4	140,5
		0,1	51,0	43,7	94,7
		1,0	54,9	15,7	70,6
	0,1	0,0	28,8	107,3	136,1
		0,1	37,5	45,8	83,3
		1,0	39,9	16,3	56,2
	1,0	0,0	12,9	115,9	128,8
		0,1	16,7	48,4	65,1
		1,0	17,5	16,9	34,4
150	0,0	0,0	31,4	69,5	100,9
		0,1	39,0	30,4	69,4
		1,0	41,5	11,0	52,5
	0,1	0,0	22,9	74,4	97,3
		0,1	28,6	32,1	60,7
		1,0	30,2	11,5	41,7
	1,0	0,0	10,3	81,5	91,8
		0,1	12,8	34,1	46,9
		1,0	13,3	12,0	25,3
50	1,0	0,0	8,0	46,0	54,0
		0,1	9,1	19,5	28,6
		1,0	9,4	6,9	16,3
	10,0	0,0	2,70	48,60	51,30
		0,1	3,06	20,12	23,18
30	1,0	1,0	3,14	6,97	10,11
		0,0	7,5	35,0	42,5
		0,1	8,3	15,2	23,5
	10,0	1,0	8,4	5,3	13,7
		0,0	2,52	37,84	40,36
	0,1	2,76	15,58	18,34	
	1,0	2,82	5,41	8,23	

Afin de pouvoir représenter quantitativement l'influence de la dépression du ventilateur principal h_e , de la résistance r_T de la porte obturatrice principale T et de la résistance r_t de la porte obturatrice auxiliaire t, sur la répartition de l'air, on a résolu de manière paramétrique le système d'équations (1) et (2) en supposant

$$h_e = 300, 150, 50, 30 \text{ (kg/m}^2\text{)}$$

$$r_T = 0,0 \quad 0,1 \quad 1,0 \quad 10,0 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}$$

$$r_t = 0,0 \quad 0,1 \quad 1,0$$

dans le système de ventilation figuré, dans lequel on a admis comme permanentes: la dépression d'incendie $h_i = 50 \text{ kg/m}^2$ et les résistances

$$r_b = r_e = 0,01 \quad r_i = 0,10 \quad \text{et} \quad r_T = 0 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}$$

Les résultats de ces calculs ont été rassemblés au tableau I et il en ressort que, pour obtenir un faible débit Q_i de courant d'air allant vers le feu, il faut diminuer la dépression h_e du ventilateur principal et la résistance r_t de la porte obturatrice auxiliaire t, mais il faut augmenter la résistance r_T de la porte obturatrice de base T.

II.5. Pour calculer le débit Q_i (m^3/s) d'air qui passe par les portes obturatrices de ventilation, W.B. Komarow et SZ. Ch. Kilkiejew conseillent de se servir de la relation de M.A. Patruszew.

$$Q_i = K P \sqrt{W/b} \quad (11)$$

où

k = facteur caractérisant la non-herméticité de la porte obturatrice, c'est-à-dire la facilité d'infiltration de l'air,

P = la circonférence de la porte obturatrice (m),
 w = la chute totale de pression à la porte obturatrice (kg/m^2),

b = l'épaisseur de la porte obturatrice (m).

Sur la base d'un examen d'environ 1.000 portes obturatrices dans 55 charbonnages du Donetz. M.A. Patruszew a établi les valeurs du coefficient k , données au tableau II.

TABLEAU II.
Valeurs du coefficient k .

Type de porte obturatrice de ventilation	Roches environnantes	
	fissurées	non fissurées
Coefficient k		
Porte obturatrice en béton	0,00165	0,00090
Idem en briques maçonnées	0,00215	0,00120
Idem en pierres	0,00280	0,00160
Idem en blocs	0,00430	0,00260
Idem en planches	0,00630	0,00360

En rapprochant de la relation (11) celle de Szwyrkow, l'auteur a obtenu la relation

$$Q_i = 4,16 K \sqrt{W \cdot S/b} \quad (12)$$

dans laquelle S indique la surface (m²) de la porte obturatrice, les autres facteurs gardant la signification de la relation (11). Pour un contrôle approximatif de la valeur du débit Q_i (m³/s), calculé sur la base des équations (11) ou (12), la relation (13) établie par l'auteur est valable et a d'ailleurs été utilisée lors d'un incendie combattu dans le charbonnage A :

$$Q_i = \frac{(O^b_2 \cdot CO^e_2) - (O^e_2 \cdot CO^b_2)}{(O^b_2 \cdot CO^i_2) - (O^i_2 \cdot CO^b_2)} \cdot Q_e \quad (13)$$

où

- Q_i = débit du courant principal intérieur m³/s ;
- Q_e = débit du ventilateur m³/s ;
- O^b₂, Oⁱ₂, O^e₂ = teneurs en oxygène des courants latéral non enfumé (b), principal enfumé (i) et extérieur (e), en pour cent ;
- CO^b₂, COⁱ₂, CO^e₂ = teneurs en pour cent de bioxyde de carbone dans le courant latéral non enfumé (b) ainsi que dans le courant enfumé principal intérieur (i) et extérieur (e).

Les recherches faites par M.A. Patruszew ont démontré que l'afflux d'air par les portes obturatrices de ventilation est turbulent, et peut obéir presque strictement à la relation :

$$r = W/Q_i^2 \quad (14)$$

où

r = résistance de la porte obturatrice (kg m⁻⁸ s²).
w et Q_i - comme dans les relations (11) et (12).

Exemple 5. — A travers une porte obturatrice (sourde) en bois d'une épaisseur de b = 0,025 m et de surface S = 10 m² construite dans une taille entourée de roches fissurées (k = 0,00630 - tableau II), si la chute de pression est de w = 10 kg/m², il passe d'après l'équation (12) une quantité d'air Q_i = 1,66 m³/s. La résistance de cette porte obturatrice d'après l'équation (14) s'élève à

$$r = 3,6290 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}.$$

II.6. Danger d'explosion.

On calcule dans les charbonnages polonais, pour évaluer le danger d'explosion des gaz d'incendie, l'indice :

$$L = \frac{CO}{13} + \frac{CH_4}{5} + \frac{H_2 + C_m H_n}{4} \quad (15)$$

où CO, CH₄, H₂, C_mH_n sont les teneurs en pour cent d'oxyde de carbone, de méthane, d'hydrogène et d'hydrocarbures lourds dans les gaz d'incendie.

Le plafond de sécurité de l'indice L correspond à 0,6. On peut donc définir, d'après l'auteur, le débit minimum requis pour éviter l'explosion des gaz d'incendie (par. II.4).

$$Q_i \text{ min} = \frac{\frac{CO}{13} + \frac{CH_4}{5} + \frac{H_2 + C_m H_n}{4}}{0,6} \cdot Q_i \quad (16)$$

Q_i = débit effectif (m³/s) du courant principal, dans lequel on prélève des échantillons de gaz d'incendie pour l'analyse chimique.

Il existe d'autres valeurs de Q_i min.

Exemple 6. — Dans les gaz d'incendie issus du foyer par un courant principal de débit Q_i = 10 m³/s, l'analyse chimique a donné les teneurs suivantes : CO = 1,30, CH₄ = 0,50, H₂ = 0,30 et C_mH_n = 0,10 %. Pour ces teneurs, l'équation (15) donne L = 0,30 et l'équation (16) Q_i min = 5 m³/s. Afin d'éviter d'attiser le feu, on devrait donc diminuer le débit de Q_i = 10 m³/s à Q_i = 5 m³/s.

II.7. L'évolution de l'incendie dans son foyer peut être estimée quand on connaît la quantité de matériaux combustibles brûlés (bois, charbon) durant une journée, calculée par exemple d'après une équation approximative (employée d'ailleurs par l'auteur au cours de l'action contre incendie dans le charbonnage A) :

$$G = 0,0144 \frac{Q_e}{c} (2,220 \gamma CO^e_2 + 1,050 \gamma CO \cdot CO^e) \quad (17)$$

où G = le poids de la matière consommée durant la journée (tonnes/journée),

Q_e = le débit du ventilateur (m³/min),

c = la chaleur de combustion de cette matière (kcal/kg),

CO^e₂ et CO^e = teneurs en pour cent du bioxyde de carbone et de l'oxyde de carbone dans le courant d'air passant par le ventilateur principal,
γ CO₂ et γ CO = les poids spécifiques du bioxyde de carbone et de l'oxyde de carbone dans ce courant (kg/m³).

L'expérience due à la pratique de l'auteur indique que l'extinction directe d'un incendie souterrain, au cours duquel il se consume durant une journée quelques dizaines de tonnes de bois et de charbon, est vouée à un échec et même qu'elle conduit à une grande extension du feu dans la mine. Par contre, il est fondé de procéder le plus rapidement

à un endiguement des tailles en feu en créant en même temps des conditions dépressives favorables et sûres.

III. L'INCENDIE DANS LE CHARBONNAGE A.

III.1. Le 22 décembre 1959, un incendie éclate dans une couche à charbon fortement auto-combustible et prend rapidement une grande extension, d'autant plus que les terrains sont fissurés entre la zone en feu et l'entrée d'air générale, distante de 20 mètres en verticale.

La mine est aérée au moyen d'un ventilateur aspirant hélicoïde de dépression $h_e = 90$ mm eau. Malgré l'utilisation, dès le 26 décembre 1959, d'un ventilateur de réserve Rateau de dépression plus que moitié moindre, on dut recourir, le 28 janvier 1960, à une méthode d'équilibrage de la dépression du feu par ventilateur auxiliaire (1). Le 8 mars 1960, la dépression du feu étant tombée de 71 à 36 mm eau, on remit en marche, à dépression réduite, le ventilateur principal habituel puis, par le jeu des deux ventilateurs (principal et auxiliaire) dicté par l'interprétation des analyses de gaz faites régulièrement aux barrages de sortie, on parvint à maîtriser le feu. Du 1^{er} août 1960 au 1^{er} octobre 1960, on augmenta progressivement la dépression du ventilateur principal jusqu'à sa valeur initiale de 90 mm eau : on n'observa plus aucun indice de reprise du feu. Le 7 mars 1961, on arrêta le ventilateur auxiliaire.

Au cours de ces 15 mois de lutte, l'auteur appliqua les principes exposés au chapitre II et put en vérifier le bien-fondé.

Le feu s'étant déclaré le 22 décembre 1959, vers 14 h 15, on freina la ventilation à 18 h 30 au moyen d'un barrage régulateur r_1 établi dans la galerie du ventilateur hélicoïde WOK 4j dont la courbe caractéristique est donnée à la figure 2 (voir aussi figure 1).

Le tableau III donne, du 22 au 26 décembre 1959, les valeurs mesurées de

- h_e dépression dans la galerie du ventilateur,
 - h_s dépression dans le puits de retour, appelée dépression du réseau,
 - W_{r_1} chute de pression au barrage régulateur,
- ainsi que les points correspondants de fonctionnement A_1 à A_7 du ventilateur, pendant que l'on érigeait de nombreux barrages.

On observe que, à tout moment, on avait

$$h_e = h_s + W_{r_1}$$

Sur proposition de l'auteur, le 26 décembre 1959 à 4 heures, on arrêta le ventilateur WOK 4j et on

(1) cfr. Annales des Mines de Belgique - avril 1963 - note de R. STENUIT.

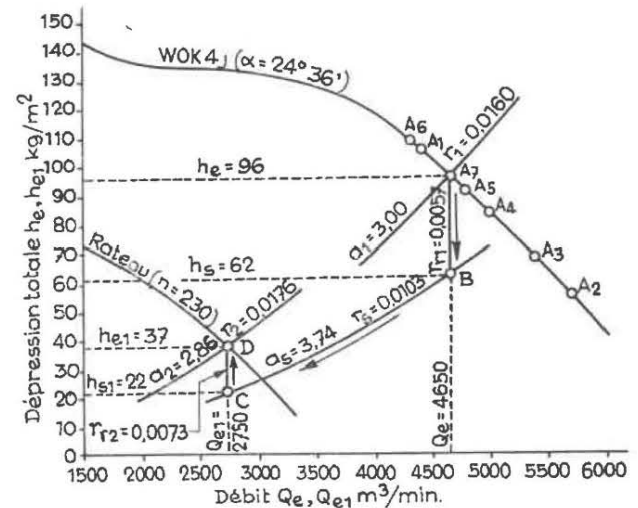


Fig. 2. — Caractéristiques des ventilateurs WOK 4j et Rateau.

mit en marche le ventilateur centrifuge Rateau qui après 1/4 d'heure, fonctionna normalement (voir sa courbe caractéristique à la figure 2).

Le tableau IV donne, du 26 au 31 décembre 1959, les valeurs mesurées de

- h_e dépression dans la galerie du ventilateur,
- h_s dépression du réseau dans le puits de retour,
- W_{r_2} perte de charge de la galerie du ventilateur Rateau, celle-ci sans barrage régulateur, ainsi que le point de fonctionnement D, correspondant à $h_e = 37$ kg/m².

On observa que le fonctionnement du ventilateur Rateau ne modifiait pas le sens des courants d'air dans la mine tout en réduisant l'intensité du feu. La lutte s'avéra plus efficace que lors du fonctionnement du ventilateur WOK 4j (tableau V).

III.2. Revenons au 26 décembre 1959. Quelques heures avant l'arrêt du ventilateur WOK 4j, son point de fonctionnement était en A_7 (tableau III), c'est-à-dire :

$Q_e = 4,650$ m³/min et $h_e = 96$ kg/m², ce qui correspondait à un orifice équivalent $a_1 = 3$ m², soit à une résistance $r_1 = 0,0160$ (kg m⁻⁸ s²).

Pour le même débit et l'ordonnée $h_s = 62$ kg/m² (tableau III), on trouve un point B qui correspond à un orifice équivalent du réseau de $a_s = 3,74$ m², soit à une résistance $r_s = 0,0103$ (kg m⁻⁸ s²). Donc, la résistance du barrage régulateur de la galerie du ventilateur WOK 4j était à ce moment de

$$r_{r_1} = r_1 - r_s = 0,0057 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2\text{)}.$$

Après passage du ventilateur WOK au ventilateur Rateau, on a mesuré $h_{e_1} = 37$ et $h_{s_1} = 22$ kg/m² auxquelles correspondaient les points C et D. La

TABLEAU III.

Résultats des mesures de la dépression du ventilateur WOK 4 j et de la dépression du réseau.

Mesures		Dépression totale		Chute de pression sur le barrage de régulation	Point de fonctionnement du ventilateur WOK 4 j
Date	Heure et minute	du ventilateur	du réseau		
		h_e	h_s	W_{r_1}	
		kg/m ²			(fig. 2)
22-12-59	12 09	105	105	0	A ₁
	19 02	54			A ₂
	21 01	68			A ₃
23-12-59	0 33	70			
	3 30	84			A ₄
	6 15	86			
	7 10	97			
	16 23	91	60	31	A ₅
	22 00	90	44	46	
24 12 59	1 00	91	44	47	
	5 08	106	37	69	A ₆
	5 20	82	51	31	
	7 00	86	54	32	
	12 03	84	61	23	A ₄
	18 00	82	62	20	
	22 00	81	62	19	
25-12-59	1 00	78	62	16	
	5 00	86	62	24	
	9 00	84	66	18	A ₄
	12 00	86	66	20	
	16 10	86	68	18	
	20 00	84	58	26	A ₄
	23 00	86	68	18	
26-12-59	0 05	88	60	28	
	1 00	88	68	20	
	1 20	96	62	34	A ₇
	2 00	96	64	32	A ₇
	4 05	96	62	34	A ₇

résistance du réseau n'ayant pas changé au cours de la manœuvre, le point C se trouvait sur la courbe $a_s = 3,74 \text{ m}^2$.

Le débit du ventilateur Rateau étant alors de $Q_{e_1} = 2,750 \text{ m}^3/\text{min}$, la courbe d'orifice équivalent passant par D correspondait à $a_2 = 2,86 \text{ m}^2$, soit à $r_2 = 0,0176 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2)$ et la résistance de la galerie du ventilateur Rateau était donc de

$$r_{r_1} = r_2 - r_s = 0,0073 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2) \text{ (fig. 2).}$$

Le débit d'air Q_i passant sous les 12 portes obturatrices précédant le foyer fut calculé au moyen de la formule (12), avec $K = 0,00630$ (roches fissurées), $S = 70 \text{ m}^2$, $W = 80 \text{ kg/m}^2$ (valeur moyenne résultant de mesures) et $b = 0,025 \text{ m}$ (épaisseur d'une porte). La formule donne

$$Q_i = 12,4 \text{ m}^3/\text{s} = 750 \text{ m}^3/\text{min}.$$

Pour contrôler cette valeur, on utilisa la formule (13) en en relevant tous les facteurs et on obtint

TABLEAU IV.

Résultats des mesures de la dépression du ventilateur Rateau
et de la dépression du réseau.

Mesures		Dépression totale		Chute de la pression dans la galerie du ventilateur Rateau W_{r_2}	Point de fonctionnement du ventilateur Rateau (fig. 2)
Date	Heure et minute	du ventilateur	du réseau		
		h_{e_1}	h_{s_1}	kg/m ²	
26-12-59	5 30	37	22	15	D
	9 00	39	21	18	
	13 00	38	21	17	
	20 00	39	21	18	
	23 00	39	21	18	
27-12-59	1 00	39	21	18	D D
	7 00	37	22	15	
	15 00	37	22	15	
28-12-59	1 00	37	22	15	D
29-12-59	1 00	36	23	13	
30-12-59	1 00	37	22	15	D
31-12-59	1 00	37	22	15	D

TABLEAU V.

Résultats des analyses chimiques des échantillons de gaz d'incendie prélevés au niveau + 65
et dans le diffuseur du ventilateur principal.

Date des prélèvements	au niveau + 65 (circuit intérieur)						au niveau du ventilateur (circuit extérieur)					
	Teneurs en %					L	Teneurs en %					L
	O ₂	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	Equation (15)	O ₂	CO ₂	CO	CH ₄	H ₂	Equation (15)
23-12-1959							14,33	2,00	0,21	0,34	0,07	0,10
24-12-1959	7,39	10,61	0,16	0,10	0,50	0,16	17,36	2,29	0,21	0,20	0,14	0,08
25-12-1959	10,34	8,87	0,63	0,57	0,41	0,26	18,38	1,58	0,16	0,11	0,22	0,09
26-12-1959	10,53	8,85	1,40	1,35	0,12	0,41	16,63	3,30	0,30	0,22	0,52	0,20
27-12-1959	10,71	8,06	0,72	0,89	0,12	0,26	16,71	3,11	0,32	0,23	0,37	0,16
28-12-1959	11,54	7,54	0,75	0,30	0,46	0,23	17,18	2,88	0,33	0,35	0,07	0,11
29-12-1959	8,65	10,48	0,56	0,63	0,52	0,25	17,78	2,37	0,20	0,05	0,10	0,05
30-12-1959	5,59	12,00	0,61	0,63	0,51	0,30	18,69	1,88	0,12	0,12	0,00	0,03
01-01-1960	12,15	6,78	1,00	0,36	0,64	0,31	18,82	1,79	0,29	0,17	0,00	0,06
02-01-1960	5,35	12,25	1,92	0,60	0,74	0,45	17,83	1,79	0,16	0,12	0,08	0,06
03-01-1960	13,80	6,20	0,57	0,36	0,56	0,26	18,14	1,69	0,31	0,10	0,27	0,11
05-01-1960	1,95	16,10	1,06	0,40	0,51	0,29	18,68	1,40	0,10	0,11	0,00	0,03

$Q_i = 11,6 \text{ m}^3/\text{s} = 700 \text{ m}^3/\text{min}$, approximation très suffisante.

En adoptant la première valeur, on calcula la résistance offerte par les 12 portes au moyen de la formule (14), soit $80/12,4^2 = 0,5023$.

C'est cette valeur que l'on désigna par r_T résistance équivalente des portes obturatrices du circuit intérieur (fig. 1).

En tablant sur une résistance moyenne des voies intérieures $r_1 = 0,0307 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2)$, calculée par le chef de la ventilation de la mine, on obtint W_1 , perte de charge des voies intérieures 2.3.5 (fig.), par la relation

$$W_1 = r_1 Q_i^2 = 0,0307 \times 12,4^2 = 4,7 \text{ kg/m}^2.$$

Sur la base de mesures de dépression, on connut W_b perte de charge dans le circuit latéral équivalent

2.4.5, soit $28,7 \text{ kg/m}^2$. Connaissant d'autre part $Q_b = Q_e - Q_i = 65 \text{ m}^3/\text{s}$, on en déduisit $R_b = 0,0068 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2) = r_b + r_t$ (fig.) résistance de ce circuit latéral.

Quant à la dépression d'incendie h_i elle fut tirée de la relation

$$h_i = W_T + W_1 - W_b \quad (18)$$

où W_T = perte de charge à la porte obturatrice fondamentale T (kg/m²),

W_1 = perte de charge du circuit intérieur de résistance r_1 (kg/m²),

W_b = perte de charge du circuit latéral de résistance R_b (kg/m²).

Les valeurs calculées ou mesurées de ces facteurs donnèrent $h_i = 56 \text{ kg/m}^2$.

Quant à r_e , résistance des voies extérieures, on la calcule par la relation :

$$r_e = (h_s - W_b)/Q_e^2 \quad (19)$$

où h_s = dépression du réseau, mesurée dans le puits de retour d'air.

On trouva, le 26 décembre 1959 :

$r_e = (62 - 28,7)/77,4^2 = 0,0056 \text{ (kg m}^{-8} \text{ s}^2)$, résistance équivalente du circuit extérieur.

III.3. Récapitulons :

Le 26 décembre 1959, à 4 h 05, on avait obtenu, par mesures ou par calculs :

$R_b = r_b + r_t = 0,0068$	$h_i = 56$
$r_1 = 0,0307$	$h_e = 96$
$r_e = 0,0056$	$h_s = 62$
$r_T = 0,5203$	$h_{e_1} = 37$
$r_{r_1} = 0,00507$	$h_{s_1} = 22$
$r_{r_2} = 0,0075$	

De cette manière, le système complexe de ventilation du charbonnage A fut ramené par voie de calculs au système simple figuré en 1.

Y avait-il un risque à remplacer le ventilateur WOK 4 j par un ventilateur plus faible de dépression moindre ?

La situation, peu après la naissance de l'incendie, était la suivante :

point A₂, le 22 décembre 1959 à 19 h 02

$$h_i = 56, w_T = 0, w_r = w_{r_1} = 0$$

$$h_e = 54 \text{ (tableau III)}, r_1 = 0,0307, r_e = 0,0056$$

$$r_T = r_{T_1} = 0, r_r = r_{r_1} = 0$$

et les équations (3) et (6) donnaient :

$$h_i : h_e = 1,04 < [(r_1 + r_T) : (r_e + r_r)] = 5,48$$

tandis que la valeur limite de la résistance r_{T_1} de la porte obturatrice fondamentale était, en vertu de l'équation (7) : $r_{T_1} > -0,0241$ et que le degré S_1 de maintien du sens des courants était $S_1 = 5,48/1,04 = 5,3$, supérieur à 1 (voir la théorie ci-avant).

Quatre jours plus tard, le 26 décembre 1959, la situation serait devenue sans porte fondamentale T₁: point A₇, $r_{T_1} = 0, h_i = 56, h_e = 96$ (tableau III)

$$r_1 = 0,0307, r_e = 0,0056, r_{r_1} = 0,0057$$

et les équations (3), (6) et (7) auraient donné

$$h_i : h_e = 0,56 < [(r_1 + r_{r_1}) : (r_e + r_{r_1})] = 2,72$$

$S_1 = 2,72/0,56 = 4,7$, toujours supérieur à 1, bien qu'en diminution.

Donc, le fonctionnement du ventilateur WOK 4 j de A₂ à A₇ remplissait les conditions fondamentales (3), (6) et (7) de permanence des sens de courants même sans porte fondamentale T, grâce à la grande résistance $r_1 = 0,0307$ du circuit intérieur.

En fait, le 26 décembre 1959, à 4 heures 05, les portes obturatrices placées donnaient $r_{T_1} = 0,5203$ soit

$$h_i : h_e = 0,583 < [(r_1 + r_{T_1}) : (r_e + r_{r_1})] = 48,76$$

$$r_{T_1} > -0,0241$$

$$| S_1 = 83,6 |$$

et les conclusions ci-dessus étaient renforcées.

On pouvait donc calculer h_{e_1} que devait produire le ventilateur Rateau en tablant sur $r_{T_1} = 0$ et $r_{r_2} = 0,5203$. Les autres données étant $h_e = 96, r_1 = 0,0307, r_e = 0,0056, r_{r_1} = 0,0057$ et $r_{r_2} = 0,0075$ l'équation (9) donnait comme valeur limite à la

dépression h_{e_1} du ventilateur Rateau : $h_{e_1} \geq 6,1$, condition remplie puisque, le 26 décembre 1959 à 5 h 30 (tableau IV), on avait $h_{e_1} = 37$ avec le ventilateur Rateau.

Dans ces conditions de fonctionnement du ventilateur Rateau (point D, tableau IV), on avait d'après l'équation (8)

$$h_1 : h_{e_1} = 1,514 < 42,71$$

et

$$S_2 = 42,71/1,514 = 28,2$$

S'il n'y avait pas eu de porte obturatrice fondamentale T ($r_{T_2} = 0$) avec le ventilateur Rateau, on aurait eu

$$h_i : h_e = 1,514 < 2,380$$

$$S_2 = 1,6$$

et l'équation (10) aurait donné comme valeur limite de résistance d'une porte fondamentale

$$r_{T_2} \geq 0,0602$$

toujours pour $h_e = 96$, $h_{e_1} = 37$, $r_i = 0,0307$, $r_e = 0,0056$, $r_{T_1} = 0$, $r_{r_1} = 0,0057$ et $r_{r_2} = 0,0073$.

En supposant que l'on eût placé une porte fondamentale T de résistance égale à 0,0602, l'équation (8) aurait donné :

$$h_1 : h_{e_1} = 1,514 < 7,05$$

$$\text{avec } S_2 = 7,05/1,514 = 4,7,$$

valeur identique à S_1 calculé précédemment avec le ventilateur WOK 4 j le 26 décembre 1959 pour $r_{T_1} = 0$.

En résumé, à propos du degré S, on constate que :

le 22 décembre 1959 (ventilateur WOK), on avait $S_1 = 5,5$

le 26 décembre 1959 (ventilateur WOK), on avait $S_1 = 83,6$ après avoir placé $r_{T_1} = 0,5203$ comme porte obturatrice fondamentale

le 26 décembre 1959 (ventilateur Rateau) on avait $S_2 = 28,2$.

Bien que S_2 soit inférieur à S_1 le 26 décembre 1959, après changement de ventilateur, il est sensiblement supérieur à S_1 du 22 décembre 1959, ce qui signifie que la mise en marche du ventilateur Rateau pouvait se faire sans réserve après placement de la porte obturatrice $T_2 = 0,5203$.

On constate, par contre, que, si l'on n'avait pas placé T_2 , le degré S_2 serait tombé à 1,6 (voir ci-

dessus), valeur trop proche de 1 et ne présentant donc pas de marge de sécurité suffisante.

III.4. L'application des formules (1) et (2) avec $h_1 = 56$, $h_e = h_{e_1} = 37$, $r_i = 0,0307$, $r_T = 0,5203$, $r_b + r_t = 0,0068$, $r_e = 0,0056$ et $r_r = r_{r_2} = 0,0073$, donnait

$$Q_{i_1} = 10,8 \text{ m}^3/\text{s} = 650 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{b_1} = 35,6 \text{ m}^3/\text{s} = 2130 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$Q_{e_1} = 46,4 \text{ m}^3/\text{s} = 2780 \text{ m}^3/\text{min}$$

Or, d'après la courbe caractéristique du ventilateur Rateau (fig. 2), à $h_{e_1} = 37$ correspond un $Q_{e_1} = 2.750 \text{ m}^3/\text{min}$. Très bonne concordance.

La perte de charge à la porte obturatrice fondamentale T (équivalent à 12 portes) calculée par la formule de Patruszew (14) était

$$W = r_{T_2} \times Q_{i_1}^2 = 0,5203 \times 10,8^2 = 60 \text{ kg/m}^2$$

tandis que, mesurée le 26 décembre 1959 lors du fonctionnement du ventilateur WOK 4 j, elle était de 80 kg/m^2 pour un débit de $12,4 \text{ m}^3/\text{s} = 750 \text{ m}^3/\text{min}$.

Pour le calcul approximatif du débit Q_i par la formule de l'auteur (13), basée sur les teneurs en oxygène et en CO_2 des gaz des trois circuits de la fig. 1, il faut, pour une bonne approximation, de nombreuses analyses de gaz, dans ces trois circuits, étant donné les changements importants et fréquents de composition des gaz d'incendie.

L'examen des colonnes L (indice d'explosion) du tableau V indique que, aussi bien lors du fonctionnement du ventilateur WOK que du ventilateur Rateau, entre le 23 décembre 1959 et le 5 janvier 1960, le courant d'air qui allait vers l'incendie avait un débit Q_i plus grand que le débit minimum requis $Q_i \text{ min}$.

Cette interprétation de la formule implique évidemment que les échantillons de gaz prélevés à + 65 m représentaient la composition réelle des gaz d'incendie, autrement dit qu'il n'y avait pas, dans le circuit intérieur du feu, d'artères latérales détournées ramenant une partie des gaz sur le foyer. Tel était le cas au charbonnage A. Les théories et études de Budryk concernant la sécurité vis-à-vis de l'explosion des gaz d'incendie se sont trouvées confirmées ici par la pratique.

Si, du point de vue explosion, la valeur moyenne $L = 0,29$ entre les dates extrêmes du tableau V, indiquait un débit réel Q_i double du débit minimum de sécurité, il n'en était pas moins vrai que, du point de vue combustion, il passait trop d'air.

L'auteur a, comme lors d'autres incendies, évalué approximativement l'évolution de l'incendie par application de la formule (17).

En adoptant $\gamma \text{CO}_2 = 1,964$, $\gamma \text{CO} = 1,250$ kg/m^3 et $c = 6,000$ cal/kg , on a trouvé que le poids de matières consumées était de 122 tonnes/jour le 24 décembre 1959 (tableau V) avec un débit d'air de 4.950 m^3/min et de 92 tonnes/jour le 27 décembre 1959 avec un débit d'air de 2.750 m^3/min . La substitution du ventilateur Rateau au ventilateur WOK 4j avait donné lieu à une diminution de 27 % des matières consumées. Néanmoins, l'incendie restait très important car on pouvait observer, à partir de tailles accessibles, qu'il y avait du feu et des flammes à des endroits éloignés de 600 m du premier foyer d'incendie.

III.5. La vitesse du courant dans les tailles en feu fut évaluée à 1,7 m/s. Ces tailles étaient ascendantes, sèches, poussiéreuses et boisées. L'auteur put observer la progression des flammes et constater que l'extension de l'incendie n'était pas due à des foyers secondaires, mais bien à l'avance du feu le long des revêtements en bois suivant le courant d'air.

Cette progression fut freinée, au-delà de 600 m de distance du foyer initial, par une diminution de la concentration en oxygène et par de la vapeur d'eau derrière trois des portes obturatrices. La lutte directe se faisait au moyen d'eau, de mousse et de CO_2 .

C'est ensuite qu'on a recouru au procédé du ventilateur auxiliaire dont il fut fait mention plus haut (III.1).

III.6. Le champ d'incendie fut barré par un grand nombre de portes obturatrices en briques dont les chambranles furent colmatés au lait de chaux sous pression. Derrière un grand nombre de portes on avait placé des bouchons étanches par embouement sous pression.

Pour l'application des formules (12) et (14), on a adopté (par. II) $S = 70 \text{ m}^2$, $b = 0,5 \text{ m}$, $W_T = 76 \text{ kg/m}^2$, $K = 0,0012$, ce qui donnait $Q_1 = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ et $r_{r_2} = 300 \text{ (kg m}^{-3} \text{ s}^2)$.

Avec $h_1 = 56$, $h_{e_1} = 37$, $r_1 = 0,0307$, $r_T = 300$, $r_e = 0,0056$ et $r_{r_2} = 0,0073$, la condition de stabilité (8) donnait

$$h_1 : h_{e_1} = 1,514 < 23,258$$

et le degré S_2 était égal à 15,562 (par. II.5).

Ce calcul d'orientation montre que, si l'on a construit des portes obturatrices en briques contre l'incendie, il n'est plus requis de tenir compte de la condition (4) de Budryk, car le degré S qui assure cette condition est alors si grand que l'on peut, en pratique, diminuer à volonté la dépression du ventilateur principal (2).

Ces explications constituent la réponse aux questions de spécialistes belges posées à l'auteur par M. Demelenne à Varsovie, en octobre 1961, à l'occasion de l'étude présentée par MM. Bystron, Macura et Markefka (3).

IV. CONCLUSION

La théorie exposée au paragraphe II, fondée sur l'équation fondamentale de Budryk où l'on a approfondi l'étude de la dépression du ventilateur principal, a pu être vérifiée et confirmée lors de la lutte contre l'incendie dans le charbonnage A.

Le cas vécu se ramenait à un système normal et simple, comportant un circuit intérieur, un circuit extérieur et un circuit latéral, avec aérages ascendants.

En prenant part à la lutte contre l'incendie, l'auteur a pu faire des observations directes et rassembler des données scientifiques au cours d'environ deux mille heures.

(2) Nous pensons qu'il sera prudent de n'utiliser de cette tolérance que si l'intensité et l'étendue du foyer le requièrent impérieusement. En règle générale, il sera plus sûr de maintenir h_e aussi grand que possible (R.S.).

(3) cfr. Note (1).