

ORGANE PERMANENT
POUR LA SÉCURITÉ ET LA SALUBRITÉ
DANS LES MINES DE HOUILLE

Doc. n° 3532/70 f

=====

Groupe de travail
"Sauvetage, incendies et feux de mine"

Comité d'experts
"Aérage"

O.P. : 334

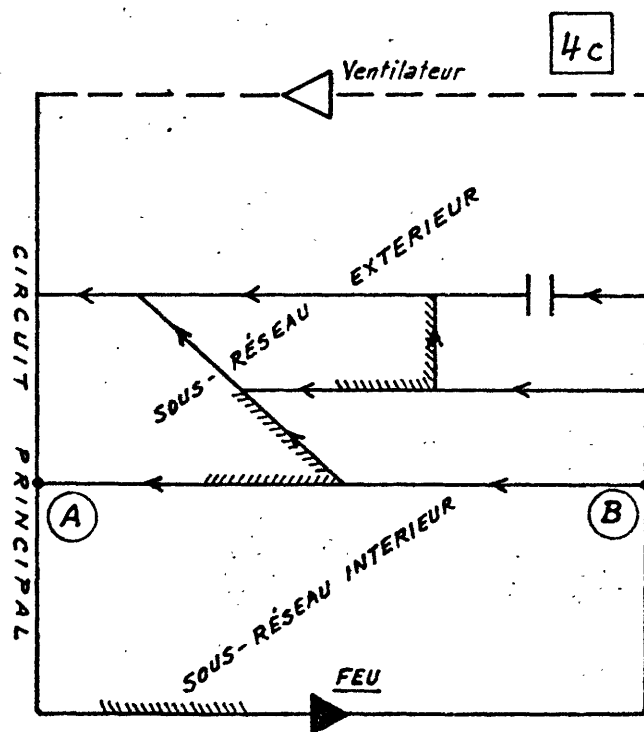
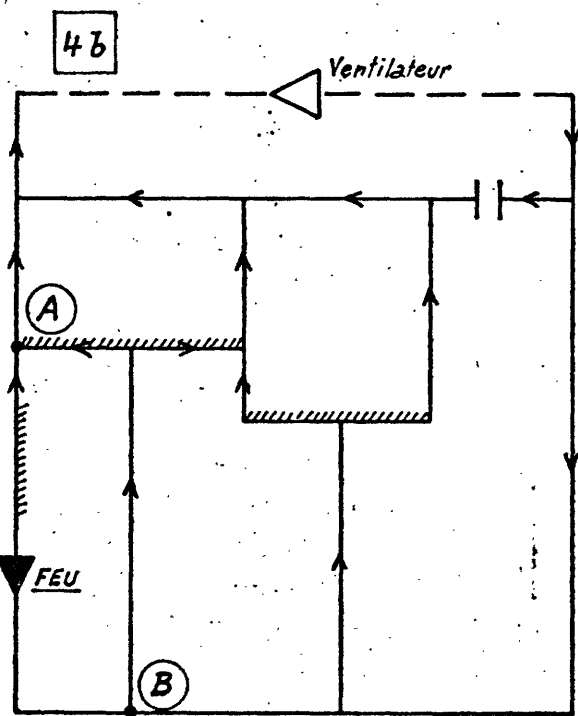
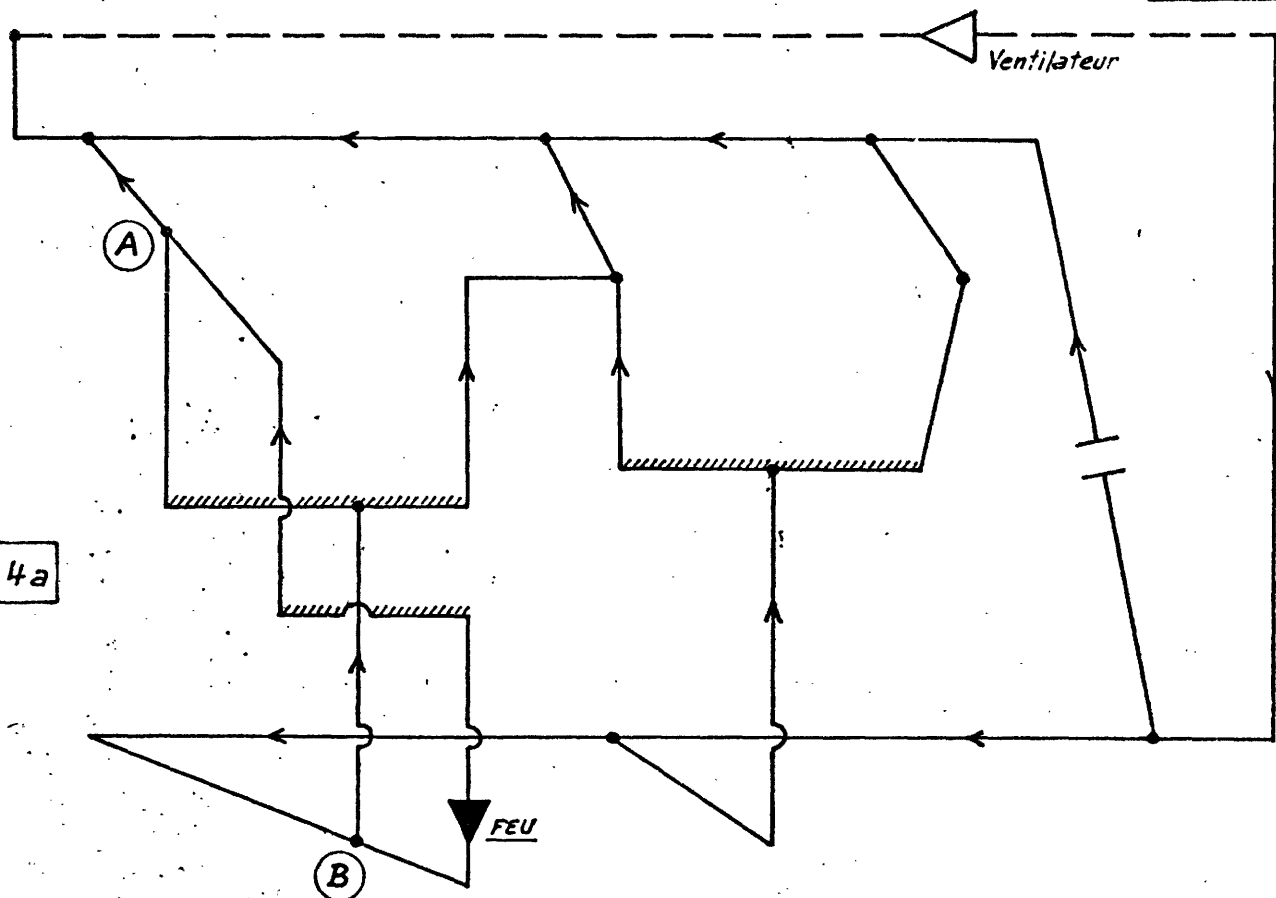
STABILISATION DE L'AÉRAGE EN CAS D'INCENDIE
DANS LES TRAVAUX DU FOND

(Transmis par E. SIMODE - Houillères du Bassin de Lorraine)

Luxembourg, le 21 octobre 1970

RÉSEAU D'AÉRAGE

Fig. 4



"SCHÉMAS FERMÉS" DU RÉSEAU D'AÉRAGE DE LA FIG. 4a

3532/70

C.C.A. - ES/WG - n° 256/70

STABILISATION DE L'AERAGE EN CAS D'INCENDIE
DANS LES TRAVAUX DU FOND

par E. SIMODE
Houillères du Bassin de Lorraine

Dans cet exposé, nous examinerons quel est l'apport de la théorie de BUDRYK (1) à la recherche des moyens qui permettent de stabiliser l'aéragé en cas d'incendie dans les travaux du fond.

Après avoir étudié l'application de cette théorie aux réseaux simples, nous montrerons comment l'étendre aux réseaux complexes, dans le cas des aérages montants et dans celui des aérages descendants.

Quoique les études d'aéragé se traitent par prédilection au moyen du calcul, nous chercherons dans cet exposé à ne faire que l'effleurer.

1 - ELEMENTS NECESSAIRES POUR LES ETUDES D'AERAGE

Lorsque l'on a un problème d'aéragé à résoudre, il s'agit dans tous les cas :

- en premier lieu : d'étudier les sens des courants d'air
- en second lieu : les débits d'air, avec une précision plus ou moins grande.

Pour atteindre ces objectifs :

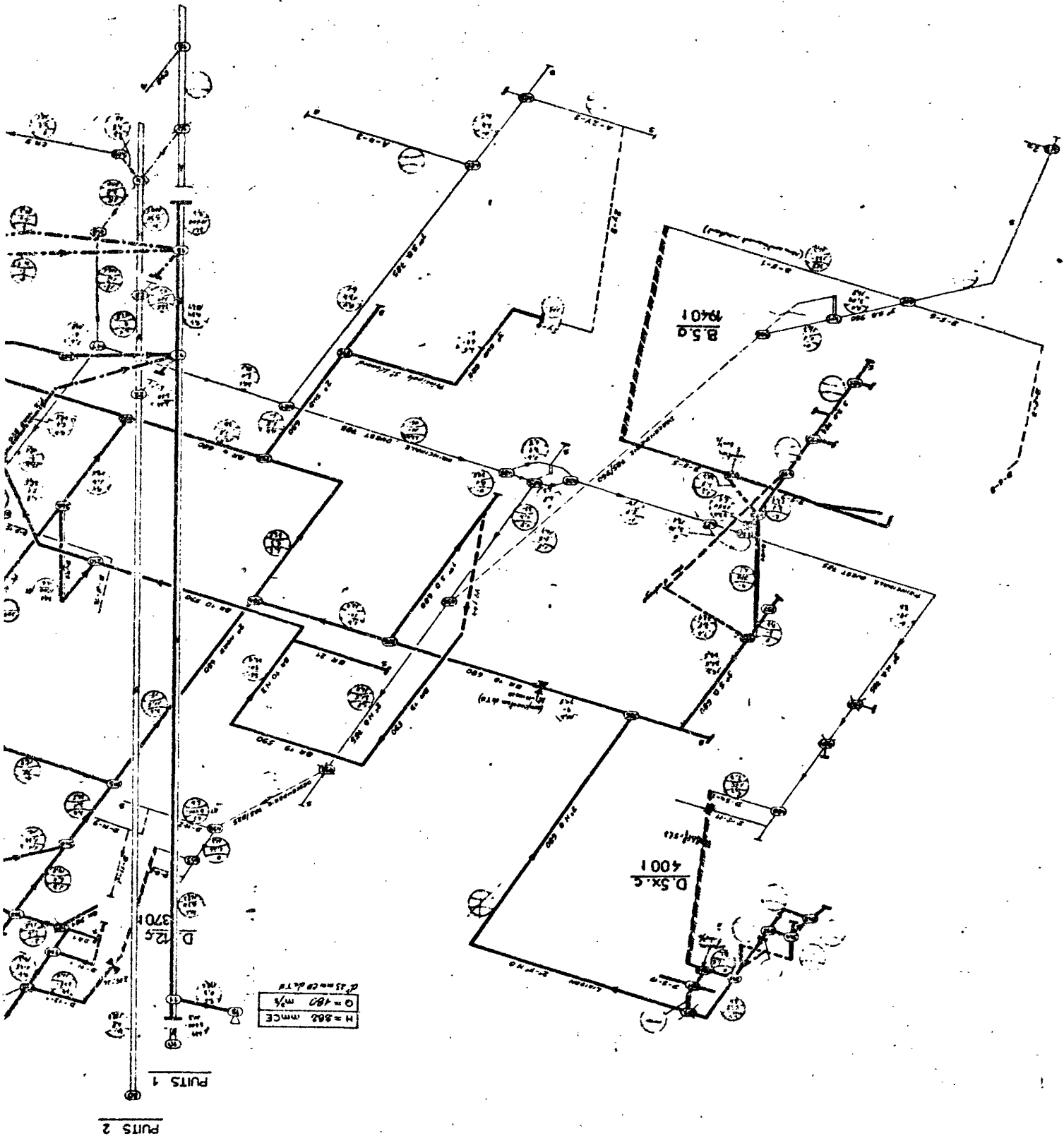
- il est évidemment nécessaire de posséder des plans indiquant la structure du réseau,
- et les données chiffrées qui en fixent les caractéristiques.

1.1 - Plans

Généralement, les réseaux d'aéragé sont très compliqués, même dans les Sièges les moins importants (fig. 1) et les plans qui en fournissent la topographie sont souvent difficiles à lire ou à interpréter dès qu'il s'agit de résoudre un problème inhabituel qui bouleverse le régime d'aéragé établi.

documentaire sur la stabilisation de l'aéragé en cas d'incendie.

(1) L'examen de la théorie du Professeur BUDRYK a été faite par les experts de la Commission "Aéragé" de l'Organe Permanent pour la sécurité et la salubrité dans les mines de houille à Luxembourg : ils ont donné leur conclusions fondamentales en septembre 1967 dans leur exposé



H = 588 mmCE
 Q = 480 m³/s
 D = 35 mm CE d. l. r.

PUITS 2

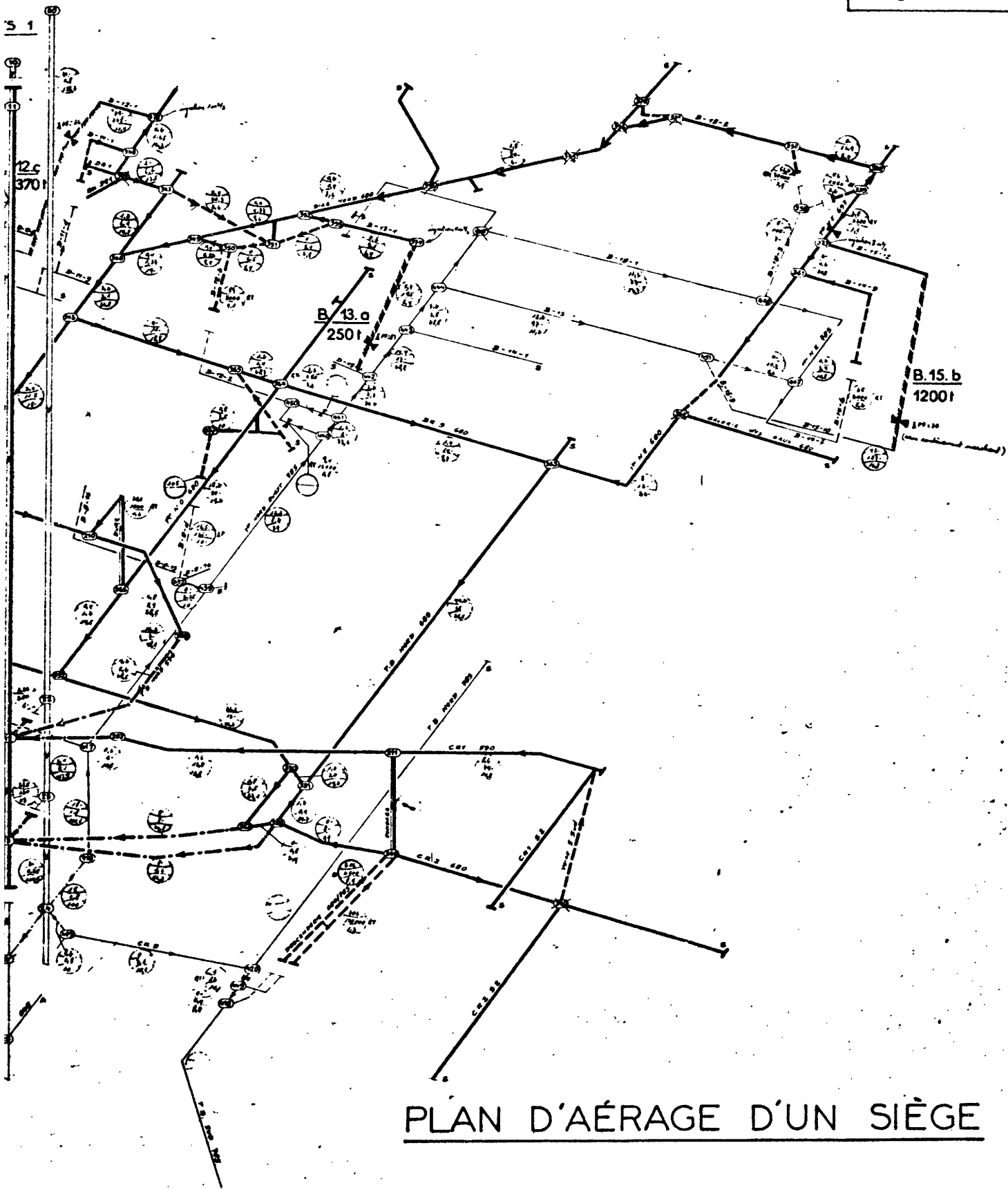
PUITS 1

D.5x.C
4001

B.50
19401

PUITS 2

Figure 1



PLAN D'AÉRAGE D'UN SIÈGE

En particulier, ils peuvent être difficilement utilisables lorsqu'il s'agit d'étudier les modifications de régime dues à des incendies.

On retrouve la difficulté que rencontrerait un électricien qui voudrait faire une étude sans simplifier, en la schématisant, la structure physique de son réseau électrique.

Dans les cas de perturbation, il est donc commode de raisonner sur des représentations schématiques : fidèles, complètes, mais dégagées de toute contingence topographique, où le maillage est "démêlé" et donc beaucoup plus clair.

C'est l'avantage du schéma ouvert type Budryk (voir fig. 2 qui représente le même réseau que la fig. 1) où les branches progressent à travers la page de l'entrée à la sortie d'air. On peut d'ailleurs en imaginer différentes présentations.

1.2 - Données chiffrées

Les grandeurs indispensables sont en fait les résistances ; mais on les obtient habituellement par l'intermédiaire des pertes de charge et des débits.

Un centre de calcul d'aérage, résolvant les problèmes par voie mathématique, doit posséder les valeurs chiffrées de la totalité de ces grandeurs.

Quant à l'exploitant, ce n'est qu'en possédant le plus grand nombre possible de ces éléments fondamentaux qu'il pourra espérer faire un progrès dans ses raisonnements et ses conclusions en matière d'aérage.

Mais il faut admettre que certaines de ces données peuvent, dans divers cas, ne pas être accessibles (ex. : courbes caractéristiques de ventilateurs anciens) ou l'être difficilement.

Nous verrons que l'intérêt de la théorie de Budryk est de donner les possibilités, notamment en cas d'urgence et en absence de données numériques précises, de faire des raisonnements seulement qualitatifs qui permettent cependant de dominer le réseau.

2 - THEORIE DU PROFESSEUR BUDRYK

2.1 - Objectif

En cas d'incendie, se trouvent créées des forces aéromotrices d'origine thermique qui peuvent provoquer des modifications du régime d'aérage et notamment des inversions de courants.

Il peut en résulter l'envahissement, par les fumées, de quartiers d'exploitation autres que celui où s'est déclaré l'incendie, - et le personnel, ainsi que les sauveteurs, peuvent être pris à

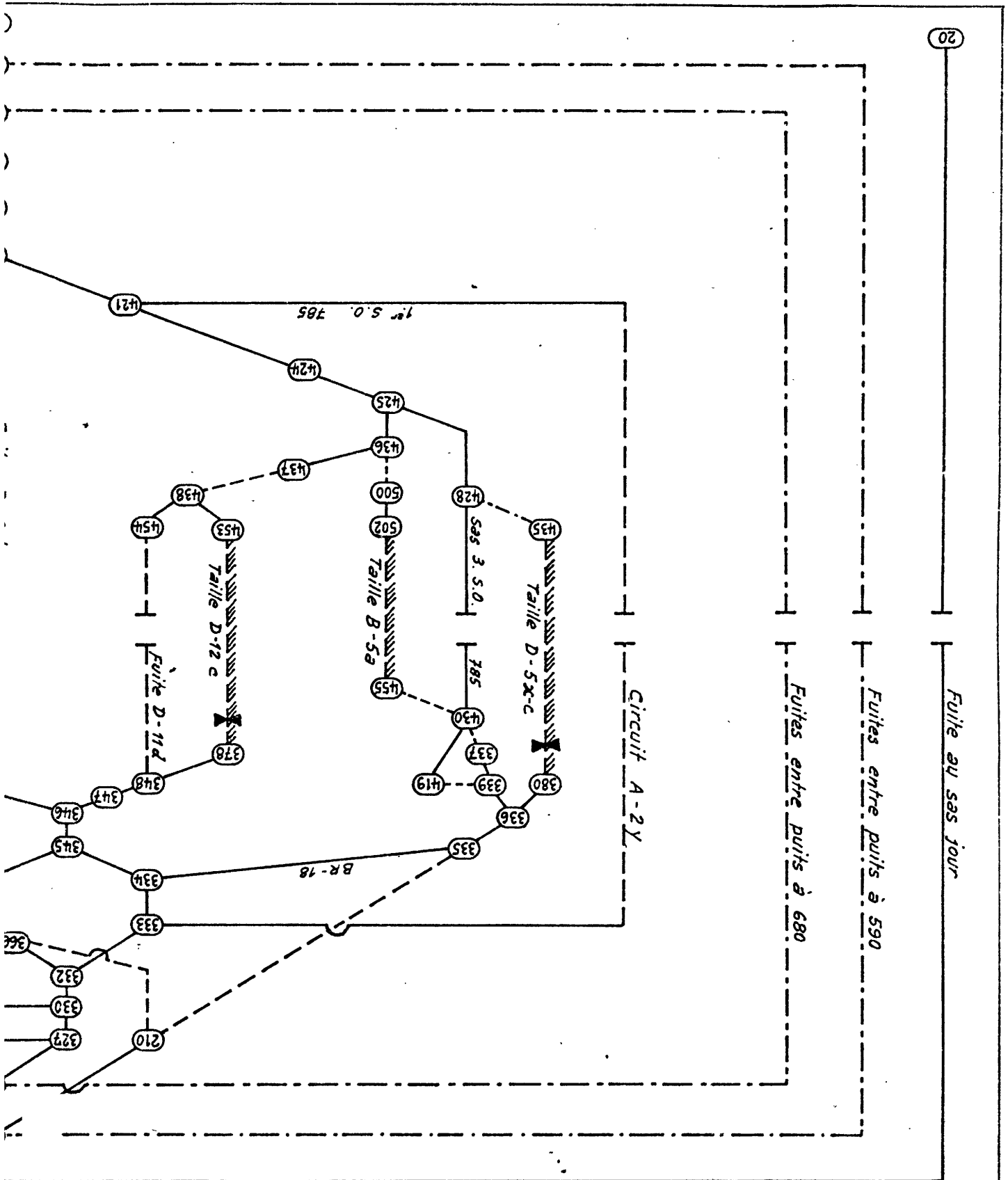
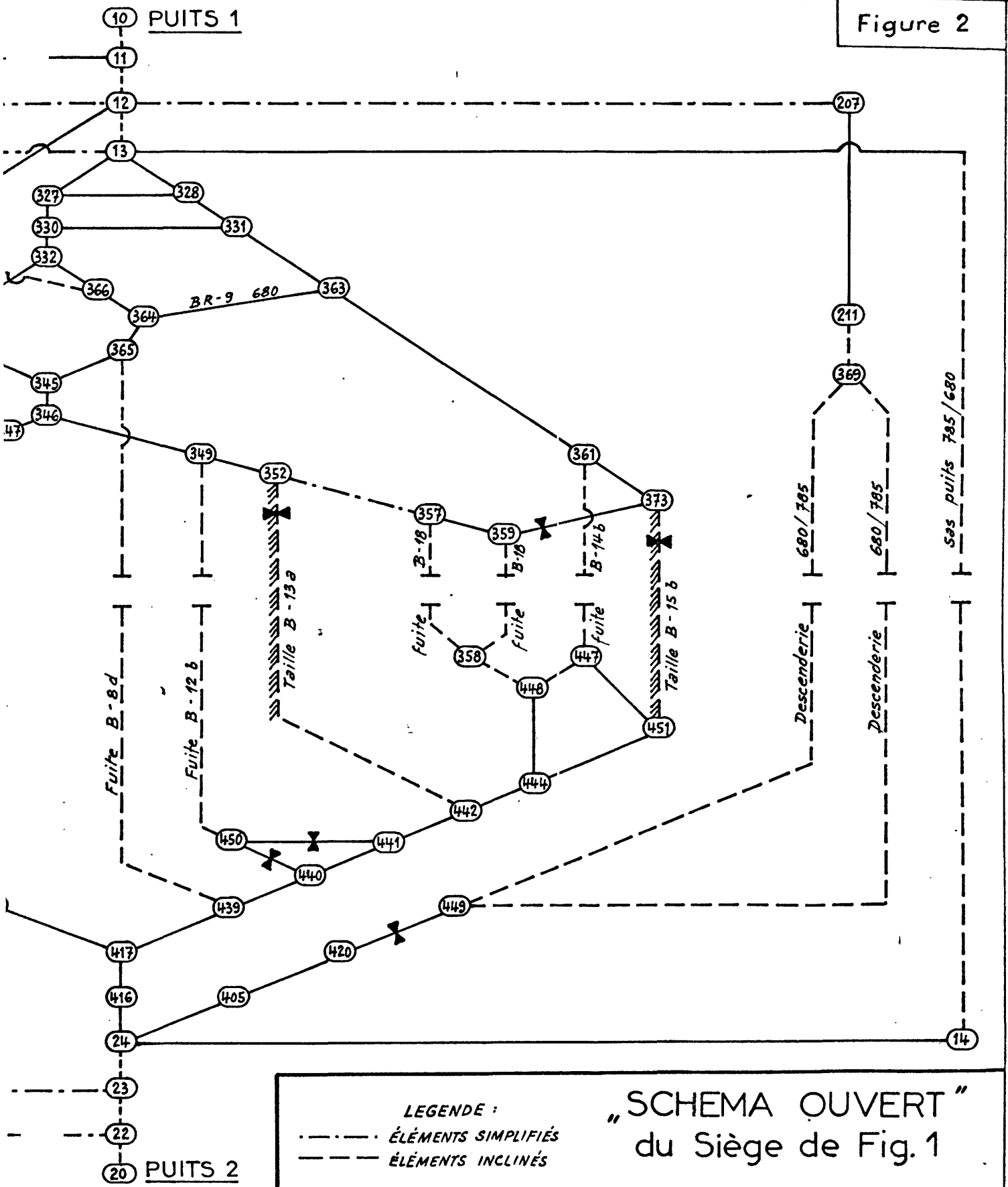


Figure 2



LEGENDE :
 ······ ÉLÉMENTS SIMPLIFIÉS
 - - - - ÉLÉMENTS INCLINÉS

"SCHEMA OUVERT"
 du Siège de Fig. 1

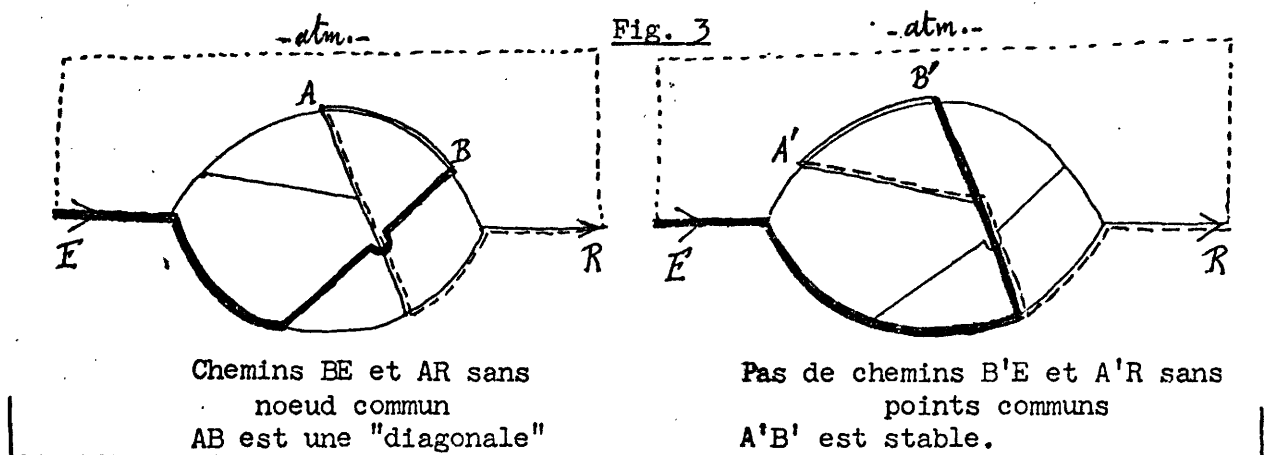
Il s'agit :

- de savoir prévoir les branches pour lesquelles un risque d'inversion de l'aérage existe,
- et de savoir déterminer les mesures à prendre : d'une part pour affaiblir au plus tôt la charge aéromotrice anormale du feu, - et d'autre part pour supprimer ou limiter le danger d'inversion.

2.2 - Risques d'inversion

2.21 - Ils peuvent être dus à l'existence de liaisons que nous appellerons "diagonales" et qui sont telles que le sens du courant peut y être inversé par variation de résistance d'autres branches (à la suite d'éboulements, de manoeuvres de portes, de stationnement de trains, etc.).

Un moyen pour savoir si une branche, où l'air s'écoule normalement de A vers B, est une diagonale, consiste à chercher s'il existe deux chemins élémentaires disjoints reliant d'une part B à l'orifice d'un puits d'entrée d'air, d'autre part A à l'orifice d'un puits de retour d'air (fig.3).



En d'autres termes, la branche AB est diagonale s'il existe un circuit élémentaire (c'est-à-dire sans point double) passant par les branches orientées R-atm.-E et BA.

2.22 - Par ailleurs, dans le cas d'un incendie, l'inversion peut être due à l' "effet de cheminée" de cette force aéromotrice (f.a.m.) thermique.

Sa valeur H_{th} (mmCE) est fonction de l'écart entre masses volumiques γ_a de l'air et γ_f des fumées, et de la hauteur ΔZ où celles-ci agissent (et non pas nécessairement de la position géographique de l'incendie qui n'agit pas directement s'il est dans une voie horizontale).

$$H_{th} = (\gamma_a - \gamma_f) \cdot \Delta Z = \gamma_a \cdot \Delta Z \cdot \left(1 - \frac{\gamma_f}{\gamma_a}\right)$$

Pour simplifier la terminologie, nous parlerons souvent de "feu" au lieu de dire : lieu où s'exerce la f.a.m. créée par l'incendie.

Cette f.a.m. dépend essentiellement de l'accroissement de température des fumées puisque :

$$\frac{\gamma_f}{\gamma_a} \approx \frac{T_a}{T_f} \approx \frac{300}{T_f (^{\circ}K)}$$

2.3 - Méthodes quantitatives

On peut chercher à étudier un problème d'incendie, par la méthode quantitative, au moyen d'un simulateur ou d'un ordinateur.

Encore faut-il alors :

- savoir figurer les f.a.m. des incendies : nous venons de voir qu'il faut pour cela évaluer la température T_f des fumées.
- tenir compte d'un accroissement de 5 à 15 % des débits en masse, par suite de la combustion, dans les galeries parcourues par le fluide chaud, notamment avant recondensation de la vapeur d'eau.
- et augmenter dans le rapport $\frac{\gamma_a}{\gamma_f}$ les résistances occupées par les fumées chaudes, ce qui tient indirectement compte de l'effet de la température sur le débit en volume.

2.31 - En aérage montant, comme l'a montré PATIGNY, une simplification apparaît, car il y a opposition entre le premier phénomène et les deux autres, si bien que l'effet aéromoteur d'un incendie passe par un maximum pour une température de fumées t_f de 300°C environ.

2.32 - En aérage descendant par contre, ces phénomènes s'ajoutent, et il faut alors tabler sur les renseignements d'auteurs comme OSIPOV et ZADAN ou BUDRYK lui-même pour d'une part évaluer la température maximale des fumées, et d'autre part estimer la courbe de leur refroidissement en fonction de la distance.

2.4 - Méthode qualitative

Devant ces difficultés, BUDRYK cherche, au contraire, à résoudre le problème de manière qualitative, par une méthode qui, normalement, n'exige pas de données chiffrées, mais permet cependant de préciser rapidement les mesures les plus opportunes.

2.41 - Pour analyser un problème d'incendie, il utilise un schéma fermé, obtenu à partir du schéma ouvert en reliant les puits d'entrée et de retour par une branche à résistance nulle qui représente l'atmosphère.

2.42 - Mais on peut établir, d'un réseau donné, une infinité de schémas fermés (fig. 4). Il est pratique, pour l'étude d'un incendie, de "démêler" ce schéma de manière que la mine apparaisse partagée en deux sous-réseaux (fig. 4c) :

- le sous-réseau "extérieur" comportant les forces aéromotrices normales,
- le sous-réseau "intérieur" contenant l'incendie,
- leur frontière étant constituée par la branche AB fixée comme ligne de retraite dont on cherche à conserver le sens du courant pour qu'elle soit inviolée par les fumées.

3 - CAS DES AERAGES MONTANTS

Initialement, la théorie de BUDRYK s'applique au cas des aérages montants, lorsque les sources aéromotrices sont en concordance, c'est-à-dire tendent à établir dans le circuit qui les relie un même sens de courant.

Ces conditions sont celles de nombreux sièges où, par suite de la structure de la mine, les incendies créent le plus souvent des forces aéromotrices en concordance avec l'action des ventilateurs principaux.

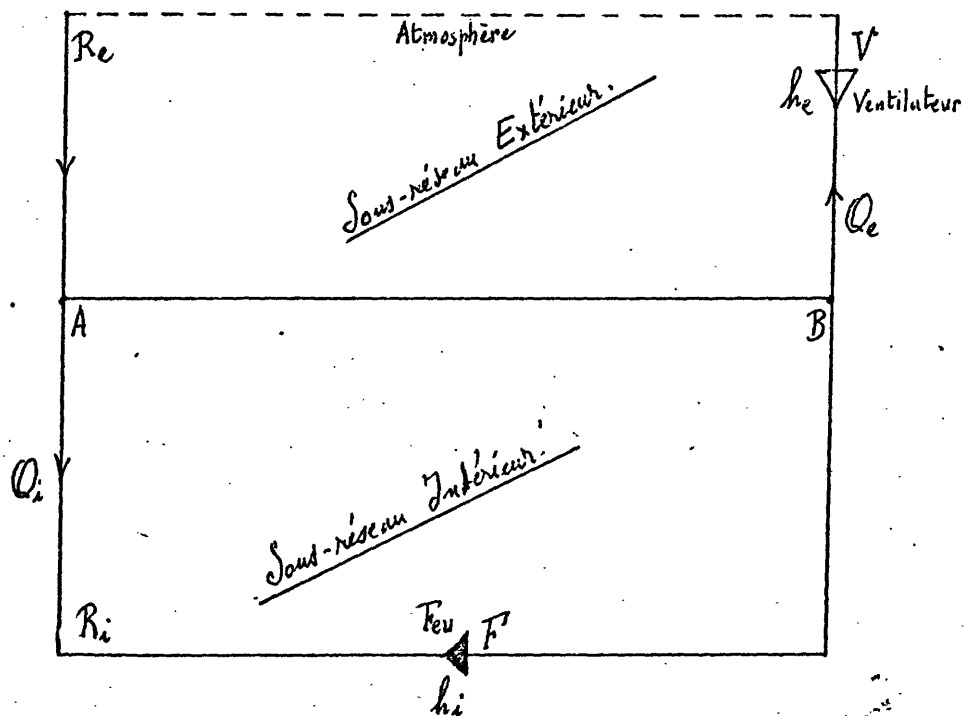
Sur le schéma, on fait apparaître le circuit principal du feu, où s'écoulent les filets d'air qui relient au feu les sources motrices mécaniques. Ce circuit est stable par suite de la concordance des f.a.m. mécaniques et thermiques.

Les branches qui s'en détachent seront appelées "branches latérales". Ce sont elles qui sont susceptibles d'instabilité.

3.1 - Formule élémentaire de BUDRYK

3.1.1 - Le schéma fermé le plus simple est fourni par la fig. 5

Fig. 5



Si H représente les potentiels (pressions totales) aux noeuds,
 h_e représente la charge motrice du ventilateur principal V
 h_i celle du feu
 R_e la résistance du sous-réseau extérieur B V A et Q_e son débit
 R_i la résistance du sous-réseau intérieur A F B et Q_i son débit,

on peut écrire les égalités suivantes :

$$(H_A - H_B) + R_e \cdot Q_e^2 - h_e = 0 \quad (1)$$

$$(H_A - H_B) - R_i \cdot Q_i^2 + h_i = 0 \quad (2)$$

qui deviennent au moment où il y a arrêt d'aéragé dans AB :

$$R_e \cdot Q^2 = h_e$$

$$R_i \cdot Q^2 = h_i, \text{ ce qui donne :}$$

$$\frac{h_e}{h_i} = \frac{R_e}{R_i}$$

On montre facilement que le courant de la branche-frontière AB conserve son sens de A vers B tant que l'inégalité suivante subsiste :

3.12 - En conséquence, pour éviter l'extension de l'incendie, on aura intérêt à renforcer l'inégalité en :

- augmentant h_e et R_i ,
- diminuant h_i et R_e .

3.2 - Extension de la formule de BUDRYK

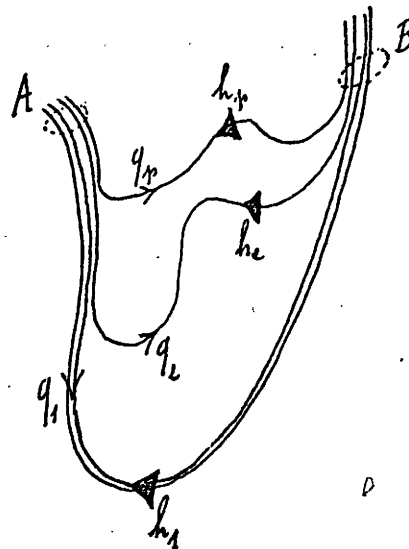
3.21 - En fait, les schémas d'aérage sont toujours plus compliqués que celui du cas élémentaire.

Nous avons montré que la formule simple de BUDRYK pouvait être généralisée aux cas complexes. Nous allons l'expliquer de manière très synthétique.

On a l'habitude de définir la résistance (ou l'orifice équivalent) à partir des notions de perte de charge et de débit) : $r = \frac{h}{q^2}$. On peut aussi bien le faire à partir

de la puissance consommée p : $r = \frac{q \times h}{q^3} = \frac{p}{q^3}$

Fig. 6



Si l'on considère plusieurs filets fluides q_1 passant par deux points A et B (fig. 6) après des parcours qui peuvent être différents et au long desquels ils ont été soumis

individuellement à des charges motrices $h_i^{(x)}$, on peut écrire, la notion de puissance étant associative :

$$\sum \left\{ [(H_A - H_B) + h_i] q_i \right\} = \sum r_i q_i^3 = \sum p_i = \mathcal{P} = \mathcal{R} (\sum q_i)^3$$

en faisant apparaître une résistance équivalente \mathcal{R} dans laquelle le débit $Q = \sum q_i$ consomme la puissance totale $\mathcal{P} = \sum p_i$.

$$(H_A - H_B) \sum q_i + \sum h_i \cdot q_i = \mathcal{R} (\sum q_i)^3$$

$$(H_A - H_B) + \frac{\sum h_i \cdot q_i}{\sum q_i} - \mathcal{R} (\sum q_i)^2 = 0$$

soit : $(H_A - H_B) + h_m - \mathcal{R} (\sum q_i)^2 = 0$ (3), formule dans laquelle :

h_m est la charge aéromotrice moyenne agissant sur les filets d'air qui passent aux noeuds A et B, moyenne pondérée pour chaque source au prorata de la fraction de ce débit dont elle est responsable. Physiquement, la valeur de h_m est égale à la puissance par unité de débit mise par les sources motrices à la disposition de ces filets d'air.

\mathcal{R} est physiquement la résistance équivalente du volume partiel occupé par ces mêmes filets d'air (volume déterminé en tenant compte du fait que ces filets peuvent ne pas être seuls à occuper la section de certaines galeries).

La formule (3) est semblable à la formule (2) vue dans le cas élémentaire. En considérant le cas où les débits et la f.a.m. ont un sens inverse, on aboutirait de même à une formule plus générale, mais semblable à la formule simple (1).

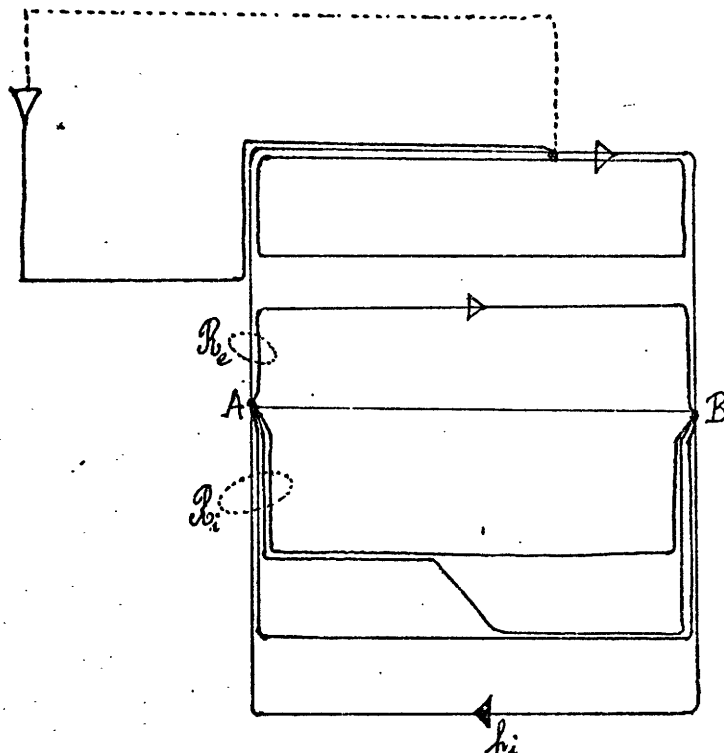
3.22 - Dans le cas d'un réseau complexe (fig. 7), on considère les filets d'air, qui relient les extrémités A et B de la branche qu'il s'agit de stabiliser, et qui d'une part joignent ces points aux sources motrices mécaniques du sous-réseau extérieur et d'autre part parcourent le sous-réseau intérieur où se trouve la source thermique.

On isole ainsi un ensemble de filets qui a la même structure que le réseau élémentaire de BUDRYK et auquel on peut appliquer les formules générales du type (3), semblables aux formules (1) et (2), ce qui conduit pour la stabilité de AB à l'inégalité :

$$\frac{h_{em}}{h_{im}} > \frac{\mathcal{R}_e}{\mathcal{R}_i}$$

avec les mêmes définitions que précédemment, l'indice e correspondant au sous-réseau extérieur et l'indice i au sous-réseau intérieur.

Fig. 7



3.23 - On déduit de cette formule qu'on améliorera la stabilité de l'aérage dans la branche de retraite AB en agissant de manière à :

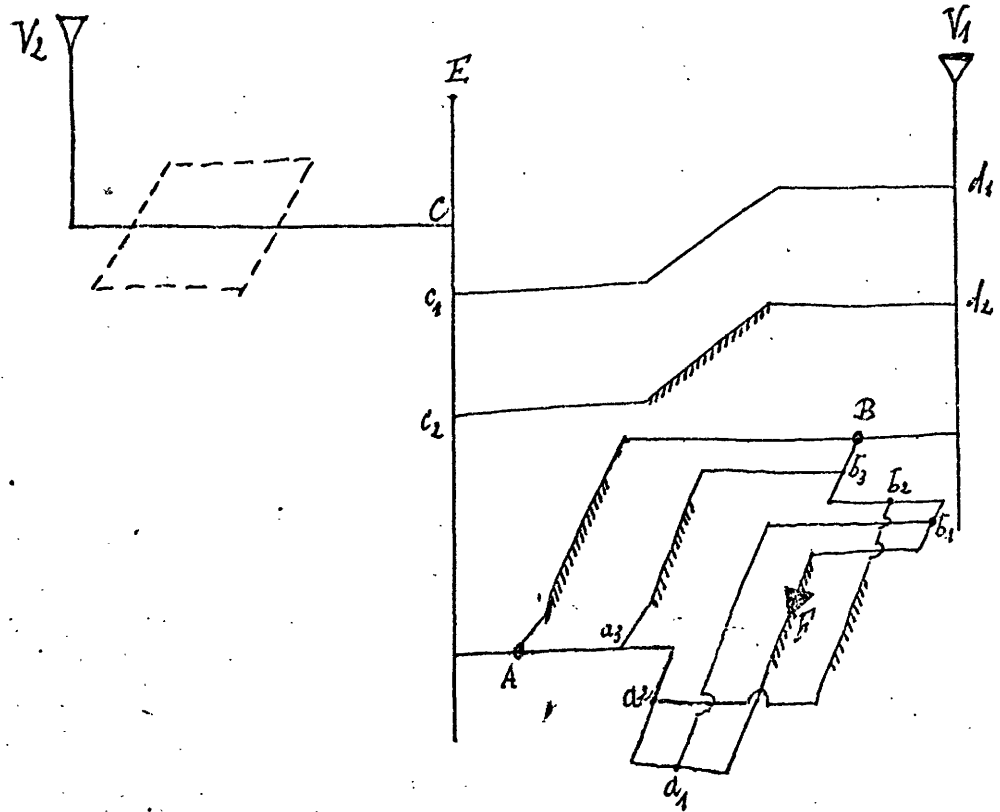
- augmenter R_i
- diminuer R_e
- augmenter h_{em}
- diminuer h_{im}

Nous allons montrer, en évitant toute démonstration mathématique, la manière pratique d'appliquer ces conclusions.

3.24 - Application aux aérages montants

A titre d'exemple, nous prendrons le réseau donné en Fig. 8 et qui représente pratiquement deux mines alimentées respectivement par les ventilateurs principaux V1, V2 et possédant une entrée d'air partiellement commune EC.

Fig. 8



L'incendie est supposé en F. En fig. 9, le schéma fermé a été dessiné pour faire apparaître les sous-réseaux extérieur et intérieur de part et d'autre de la branche-frontière à protéger AB.

3.241 - Action sur R_i

Barrage fondamental

L'action la plus intéressante consiste à établir un diaphragme D dans la voie où se développe le feu, entre ce feu F et le premier noeud a_1 situé en amont-aéragé. Ce diaphragme présente un maximum d'avantages :

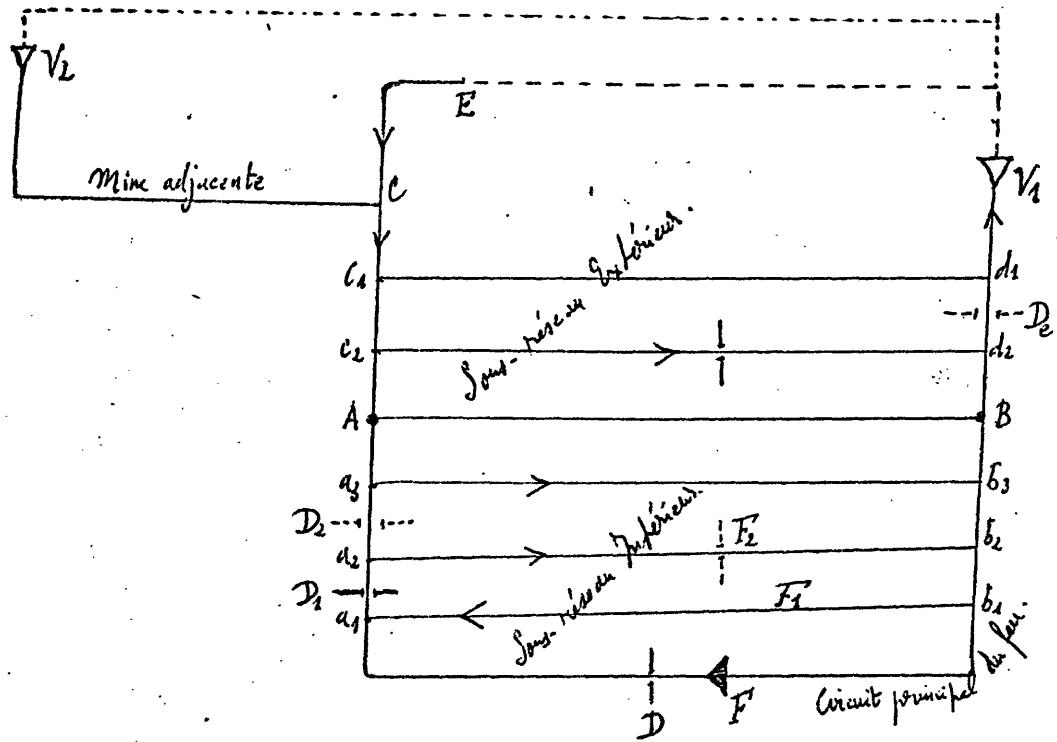
- il accroît la résistance de la voie en feu, et donc la valeur R_i du sous-réseau intérieur ;
- il diminue le débit d'air parvenant au feu, ce qui tend à limiter la force aéromotrice h_{im} de l'incendie ;

- il accroît la résistance de l'ensemble de la mine : étant donné l'allure habituelle des courbes caractéristiques des ventilateurs, il en résulte normalement une augmentation de la charge motrice de ces derniers, donc de hem.

Barrage dans le sous-réseau intérieur sur le circuit principal :

Un tel diaphragme situé sur a_1a_2 , a_2a_3 , a_3A , b_1b_2 , b_2b_3 ou b_3B a les mêmes conséquences que le diaphragme D précédent.

Fig. 9



Mais il convient de faire les remarques suivantes quant au sens du courant de a_2b_2 :

- le diaphragme D₁ est favorable à sa stabilisation puisqu'il se trouve inclus dans la résistance du sous-réseau intérieur que l'on peut délimiter par la frontière a_2b_2 ;
- au contraire, le diaphragme D₂ est défavorable puisqu'il se trouve alors dans le sous-réseau extérieur correspondant à cette frontière a_2b_2 .

La position des diaphragmes D_1 intervient donc sur le sens des courants dans les branches latérales, c'est-à-dire sur les inversions qui peuvent s'y produire et donc sur la facilité d'accès au feu, accès qui dépend de la présence des fumées.

On voit mieux ainsi combien est important, pour l'application pratique de la théorie, le choix de la branche AB sur laquelle on décide de se retrancher.

Barrage dans le sous-réseau intérieur sur les branches latérales.

Il y a intérêt à maintenir ouverte le plus possible une branche latérale telle que $b_1 F_1 a_1$ où le courant s'est déjà inversé. En effet, les filets d'air qui y circulent occupent de l'espace dans la branche $a_1 F_1 b_1$ du feu, ce qui accroît la part de la résistance \mathcal{R}_1 propre au circuit du feu et absorbe une partie de l'énergie de ce dernier.

Si l'air circule encore en sens normal dans la branche latérale intérieure ($a_2 b_2$), un barrage en F_2 accroît \mathcal{R}_1 et stabilise le courant, mais il faut noter que si on est amené à établir un barrage tel que D_2 sur le circuit principal, et qu'il y a inversion dans $a_2 b_2$, il y aura à ce moment quelque difficulté d'accès pour ouvrir le barrage F_2 , comme il est recommandé de le faire, dans ces circonstances, au paragraphe précédent.

3.242 - Action sur \mathcal{R}_e

Action dans le sous-réseau extérieur sur le circuit principal

On diminue la valeur de \mathcal{R}_e en ouvrant toute porte D_e qui accroît la résistance du tronçon extérieur du circuit principal B V_1 E A.

Action dans le sous-réseau extérieur sur les branches latérales

La fermeture d'une branche latérale, telle que $c_2 d_2$, où le courant a un sens normal de l'entrée d'air vers le retour, est favorable puisque la diminution ou suppression de ses filets d'air ménage plus d'espace dans les tronçons extérieurs E c_2 et d_2 V_1 du circuit principal, ce qui réduit la valeur de \mathcal{R}_e .

Action sur les réseaux adjacents

Dans le schéma qui a servi d'exemple existe un réseau de mine adjacent dépendant du ventilateur principal V_2 et qui possède avec la mine incendiée une entrée d'air commune EC.

Toute intervention, qui réduira le débit d'entrée d'air de cette mine adjacente, libérera de la place dans cette entrée EC au profit de la mine en feu et participera à la diminution de \mathcal{R}_e . On a donc intérêt, en particulier, à réduire la valeur de la charge motrice du ventilateur V_2 de cette mine adjacente.

Remarque : La diminution de \mathcal{R}_e tend à augmenter les débits d'air dans le réseau et en particulier dans la branche en feu. Pour éviter qu'en conséquence \mathcal{R}_i croisse, il faut donc avoir accru \mathcal{R}_i au préalable.

3.243 - Action sur hem

L'inégalité qui synthétise la théorie montre que, contrairement à un réflexe que l'on peut avoir, il ne faut pas diminuer hem, donc il ne faut pas arrêter les ventilateurs de la mine, les ralentir ou réduire leur calage.

Au contraire, hem doit être maintenu ou accru : à condition toutefois d'avoir d'abord augmenté \mathcal{R}_i , sinon on tendrait à augmenter de manière néfaste le débit d'air passant sur le foyer.

Il est bon d'ajouter deux remarques précisant les points auxquels il faut porter attention :

- L'incendie tend à modifier le point de fonctionnement des sources motrices mécaniques puisque d'une part le débit-masse et la résistance des branches sont modifiés par les gaz que dégagent les matières combustibles, - et d'autre part les courbes caractéristiques des ventilateurs peuvent s'effondrer si les gaz chauds parviennent jusqu'à ces installations.
- Lors des différentes manipulations sur les barrages du fond ou sur les ventilateurs, il faut se méfier que ces derniers ne parviennent soit à la limite de pompage, soit à la puissance maximale.

3.244 - Influence des ponts reliant les sous-réseaux extérieur et intérieur

Dans les réseaux compliqués, des branches peuvent "faire ponts" entre les deux sous-réseaux, notamment entre les deux demi-champs du circuit principal. On ne peut conclure sur l'intérêt d'une modification de leur résistance que dans le cas où les filets de ces ponts appartiennent, de toute évidence, pour la plus grande part de leur trajet à l'un des sous-réseaux.

3.245 - Conclusion

La mesure la plus efficace est la mise en place du diaphragme appelé "barrage fondamental".

L'emplacement de ce barrage est sans ambiguïté : sur la branche en feu, entre le feu et le noeud le plus proche en amont-aérage.

De l'urgence de cette opération dépend l'entrave faite à l'incendie et aux inversions d'aérage. L'opération peut être faite par un personnel qui ne voit que la manifestation locale du phénomène.

Les autres mesures ne présentent pas la même urgence, exigent plus de réflexion, et ne peuvent dépendre que d'un personnel qui a une vue d'ensemble du réseau.

3.246 - Remarques concernant le risque d'explosion

Le risque d'explosion n'est pas réservé aux mines grisouteuses.

Il apparaît en effet que l'explosion se produit également en mine non grisouteuse, par suite du recyclage de fumées sur le feu.

Les mesures proposées, en limitant le risque de renversements d'aérage, peuvent donc contribuer à réduire le danger.

La force aéromotrice du feu tend à accroître le débit d'air dans la branche incendiée. On ne risque généralement pas de faire monter la teneur en grisou dans la zone du feu à une valeur dangereuse si le barrage fondamental est réglé pour ramener le débit d'air grossièrement à sa valeur initiale ou même à une valeur plus faible.

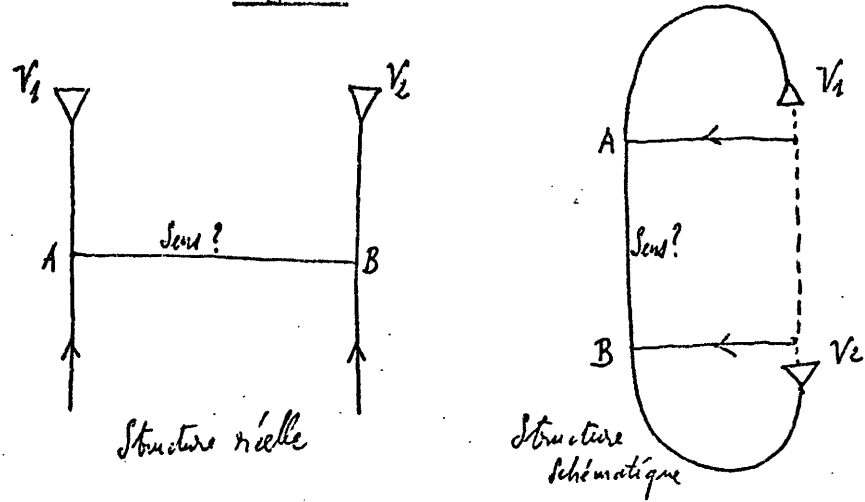
4 - CAS DES AERAGES DESCENDANTS

4.1 - Il existe alors une différence de structure fondamentale avec le cas de l'aérage montant. En effet, à l'inverse de ce qui se passait précédemment, par suite de l'opposition des f.a.m. :

- ce sont les branches du "circuit principal" qui peuvent être instables,
- les latérales restant stables,

comme on peut le voir sur la fig. 10.

Fig. 10



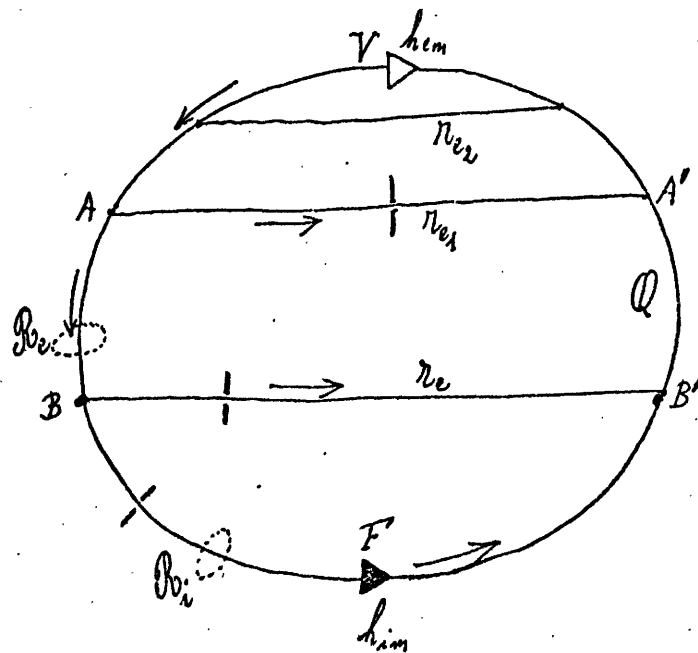
RÉSEAU AVEC SOURCES EN OPPOSITION.

Ainsi que nous l'avons fait dans le cas précédent, nous étudierons de façon globale le champ de filets qui unit les extrémités de la branche à stabiliser.

Il est à remarquer que celle-ci peut être (fig. 11) :

- une branche qui contient une source aéromotrice (B'FB)
- ou une branche sans source aéromotrice (BA).

Fig. 11



4.2 - Difficultés particulières des aérages descendants

Nous avons déjà énoncé la première difficulté en disant que le "circuit principal" est instable.

Il faut rappeler aussi qu'il n'y a pas d'effet maximal de la source thermique pour une température déterminée ce qui rend plus difficile l'étude par un calculateur numérique ou analogique.

Mais de plus la source thermique peut engendrer un phénomène pulsatoire. En effet :

- . la f.a.m. thermique réduit le débit dans sa branche, pouvant même l'annuler, ce qui réduit l'alimentation en oxygène.
- . l'incendie perd alors de son intensité, et le sens normal du courant d'air peut se rétablir ou se renforcer.

Ainsi la branche B'F B où se trouve l'incendie, ou bien par la suite la branche EA, peuvent être le siège d'une variation pulsatoire du débit, avec ou sans changement de sens.

Le Professeur SCHMIDT a pu nous présenter la réalité du phénomène à la mine expérimentale de TREMONIA.

4.3 - Stabilisation de la branche soumise au feu

Rappelons qu'il s'agit de la zone où la température des fumées crée une force aéromotrice; soit B'F B cette zone en fig. 11.

Au moment de l'arrêt de l'aérage dans cette branche :

$$h_{im} = r_e Q^2$$

$$h_{em} = (\mathcal{R}_e + r_e) Q^2$$

$$\text{D'où : } \frac{h_{im}}{h_{em}} = \frac{r_e}{\mathcal{R}_e + r_e}$$

La branche reste stable tant que :

$$h_{im} < h_{em} \cdot \frac{r_e}{\mathcal{R}_e + r_e} \quad (4)$$

inégalité qui est favorisée par :

- l'accroissement de h_{em}
- la diminution de \mathcal{R}_e , et donc en particulier pour cela la pose, dans des latérales du sous-réseau extérieur telles que r_{e1} , de barrages qui réduisent les filets d'air parasites dans \mathcal{R}_e .
- l'augmentation de la résistance-frontière r_e .

P_i n'intervient pas dans la formule, mais - aussi longtemps qu'il n'y a pas renversement d'aérage dans la branche en feu, - un barrage, y réduisant le débit d'air, peut intervenir favorablement en diminuant la charge thermique et en accroissant la différence de potentiel entre B et B'.

4.4 - Stabilisation d'une autre branche du "circuit principal"

4.4.1 - Soit BA cette branche (fig. 12).

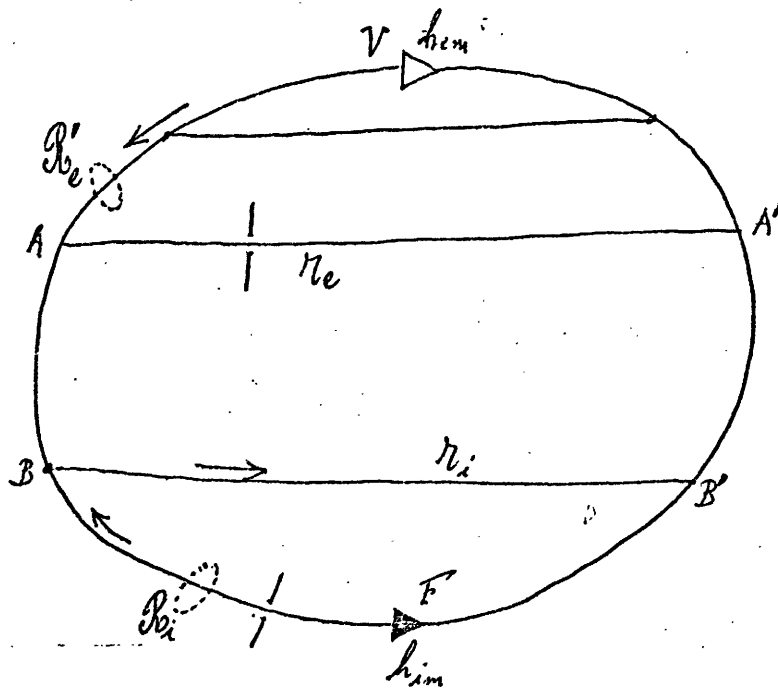
L'inversion de la branche B'FB ayant eu lieu, c'est la branche BA qui est à son tour menacée.

Le calcul montre qu'elle restera stabilisée tant que l'inégalité suivante sera respectée :

$$h_{im} < h_{em} \cdot \frac{r_e}{\beta_e r_e + r_e} \cdot \frac{\alpha \cdot P_i + \beta \cdot r_i}{\beta \cdot r_i} \quad (5)$$

Les coefficients α et β dépendent de l'accroissement de débit-masse du fluide dû à la combustion, et de la température des fumées.

Fig. 12



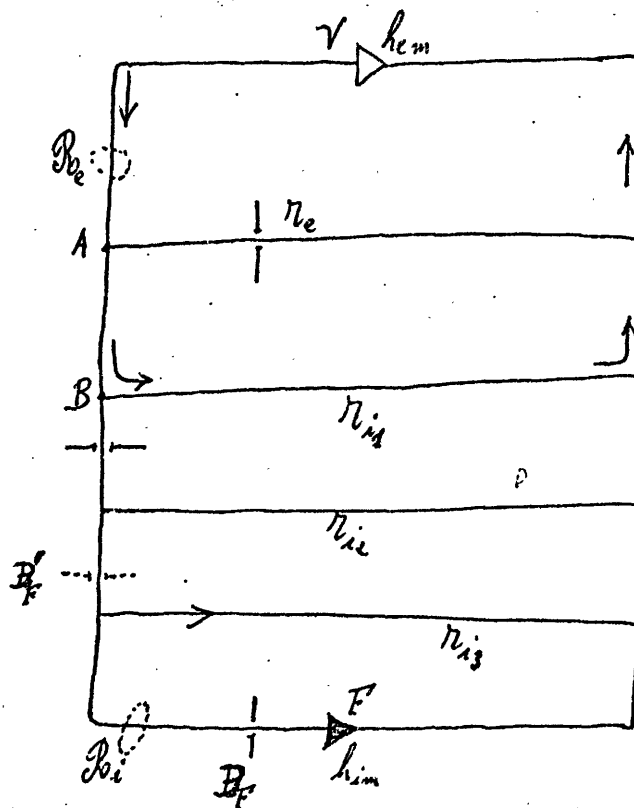
On peut en conclure que la stabilisation du sens de l'air dans BA exige :

- l'accroissement de h_m ,
- l'augmentation de résistance R_i de la branche B'AB cause de la catastrophe : il a donc été opportun de commencer à la barrer plus tôt,
- et l'augmentation de r_e , branche latérale du demi-champ extérieur.
- Par contre, il est intéressant de réouvrir BB' qui est devenue branche latérale r_i du demi-champ intérieur, et facilite l'usure de l'énergie thermique dans ce demi-champ.

4.42 - Sur un schéma plus complexe (fig. 13), on pourrait vérifier que, pour stabiliser AB, il y a lieu, comme dans les cas précédents plus simples :

- de faciliter l'écoulement de l'air dans le circuit d'aérage de AB
- de barrer, au-delà de B, l'arrivée dans le champ intérieur, en direction de la source thermique,
- et de laisser libre l'écoulement dans les branches latérales déjà enfumées de ce champ intérieur.

Fig. 13



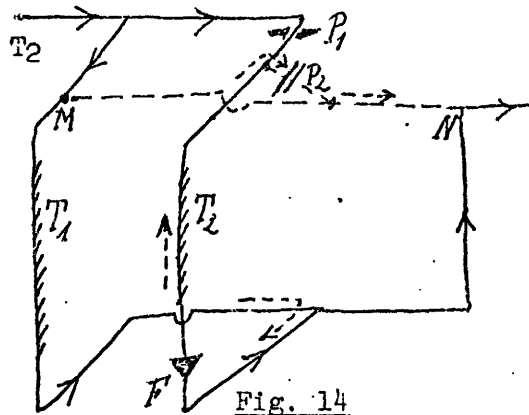
4.43 - Il faut ajouter cependant que, par suite des phénomènes pulsatoires, la mise en place du barrage fondamental BF peut être très compromise, si elle n'a pas été préparée à titre préventif, - et qu'en ce cas il peut être nécessaire de se retrancher immédiatement en B'F, ce qui impose alors de laisser r_{13} libre.

4.44 - On peut remarquer que la pose d'un barrage sur une branche, en raison de l'accroissement de perte de charge qu'il y crée, a très généralement un effet stabilisateur.

4.5 - Solution particulière des Polonais

Le problème étant plus délicat lorsque l'aérage est descendant, les Polonais utilisent aussi des solutions permettant de se ramener, si possible, à des conditions d'aérage montant.

Par exemple, si les tailles T_1 , T_2 sont en aval-pendage, l'établissement d'une liaison MN, permet, en cas de feu F dans T_2 , par ouverture de la porte P_2 et fermeture de P_1 , d'établir dans T_2 un aérage montant.



--> courant après manœuvre de portes.

4.6 - Remarques :

- Lorsque, pour étudier un problème, on dessine les schémas ouvert ou fermé d'un réseau, on peut représenter un "quartier" de façon globale par une branche unique, si la connaissance de son détail est sans utilité.
- Il est facile et très rapide de construire un schéma fermé d'un réseau, dont on possède déjà le schéma ouvert.

5 - REGLES GENERALES DE STABILISATION

Si l'on compare les conclusions auxquelles conduit l'étude des aérages montants et des aérages descendants, on constate :

5.1 - qu'en aérage descendant :

. il y a plus de difficulté à traiter le problème par une méthode quantitative (stimulateur ou ordinateur) parce qu'il n'y a pas de valeur limite de l'effet aéromoteur thermique en fonction de la température des fumées.

. et que des phénomènes pulsatoires peuvent apparaître.

5.2 - que, malgré cela, il existe une très grande similitude de mesures à prendre dans les deux cas, pour éviter les renversements d'aérage dans une branche AB, à savoir :

- 5.21 - Chercher à réduire au plus tôt la source perturbatrice, en limitant l'arrivée d'air sur le foyer et en augmentant la résistance de la branche où se crée cette charge motrice thermique.
- 5.22 - Augmenter la différence de potentiel aux extrémités de AB, en vue de sa stabilisation, grâce à l'ouverture de son circuit d'aérage et en y canalisant l'air par barrages des voies adjacentes.
- 5.23 - Afin de limiter l'influence de la charge thermique, freiner, au-delà de AB, l'écoulement du champ intérieur où se trouve la source thermique, sauf dans les voies déjà envahies par les fumées, dans lesquelles on a intérêt à laisser l'effet thermique s'épuiser.

6 - UTILISATION DES BARRAGES

- 6.1 - Dans la technique que nous venons d'examiner, les barrages en question ne sont pas construits pour résister à la pression d'une explosion ou d'un remblayage hydraulique.

Ils sont plus légers, ce qui permet une mise en place très rapide, afin de canaliser les débits d'air, dans l'intention de limiter l'effet aéromoteur de l'incendie et le risque d'inversion de l'aérage

Ils doivent généralement jouer le rôle de freins et non pas d'obturateurs.

- 6.2 - La même technique peut servir, lorsque le stade critique est dépassé, pour regagner sur le champ intérieur où sévit l'incendie.

La règle consiste à avancer d'un carrefour, en direction du feu, en construisant un nouveau barrage sur le circuit principal et sur les voies adjacentes, avant de détruire le précédent.

7 - CONCLUSION GENERALE

Il n'est pas indispensable de connaître les bases de la théorie de BUDRYK pour en faire l'application : il suffit d'en avoir assimilé les règles pratiques.

La théorie de BUDRYK met à notre disposition une méthode qui permet de raisonner sur un réseau d'aérage, à partir de données seulement qualitatives, quelle que soit l'étude que l'on veuille en faire.

Elle ne remplace pas tous les moyens de lutte contre les feux, mais elle donne la possibilité, en cas d'incendie, de déterminer de manière rationnelle les manoeuvres de première urgence capables d'en limiter le développement et la gravité et d'éviter des renversements dangereux de l'aérage.