

large, spacieuse et bien soutenue de manière à assurer la sécurité des installations;

b) Les sondages seront forés de préférence à partir de la surface. C'est une nécessité lorsque la nappe a son niveau hydrostatique en surface. Des précautions sont à prendre au point de vue usure des colonnes de battage, étanchéité de leurs joints, souplesse du mouvement des tiges dans la colonne et raccord aux trous de sonde. Les sondages « de détente » sont recommandables;

c) Le massif de guidage des sondages sera soigneusement établi, rigide et indéformable;

d) La colonne d'amenée et de retour de la saumure dans le puits sera établie avec soin : contraction libre et automatique, calorifuge, raccords, etc;

e) Supprimer l'emploi des mines de crainte d'un ébranlement excessif d'une installation délicate et dont le maintien intact est une condition de succès (1).

(1) Pour la rédaction du présent mémoire, j'ai eu recours à maintes reprises à l'abondante documentation que constituent les rapports semestriels publiés sur le bassin de la Campine, dans les *Annales des Mines de Belgique*, sous la signature de MM. les Ingénieurs en Chef-Directeurs des Mines Lechat, Firket et Vrancken.

## NOTES DIVERSES

### Les failles du bassin de la Campine

par X. STAINIER.

Il ne fait plus de doute maintenant qu'un des traits principaux de la structure du bassin houiller de la Campine lui est imprimé par la présence de nombreuses failles normales, découpant le gisement en massifs ou claveaux plus ou moins importants. Dès le début, j'ai prétendu que les premiers accidents connus du bassin avaient cette caractéristique (1) et MM. Harzé et Kersten ont adopté cette manière de voir dans leurs synthèses de l'allure des couches. Les opinions opposées qui tendaient à admettre la présence de puissantes vallées d'érosion ou de plissements ne sauraient plus être soutenues maintenant. Les plissements de la Campine ne sont que des ondulations fortement étalées et aplaties.

Outre les auteurs qui ont étudié ces failles au point de vue de leur existence, de leur tracé, il en est d'autres, MM. Touwaide, Stevens et V. Firket, qui les ont étudiées à des points de vue divers. Cette étude est loin d'être à point et cependant il n'est pas douteux qu'elle ne soit indispensable, non seulement au point de vue théorique, mais aussi dans l'intérêt de la technique de l'exploitation.

Le développement des travaux miniers a déjà révélé une quantité de faits telle qu'il me paraît justifié de tenter une première synthèse générale qui, en tenant compte des faits en question, facilitera la besogne de nos successeurs et indiquera les lacunes à combler, les points à éclaircir. De l'ensemble de la question, nous ne comptons aborder que quelques points.

#### I. Influence des failles houillères sur les morts-terrains

Le sujet a déjà été esquissé, au point de vue général, par MM. Forir, Habets et Lohest dans leur travail bien connu; puis M. A. Renier (2) et moi (3) nous avons examiné quelques points en détail. C'est ce sujet qui attirera surtout notre attention vu l'im-

(1) Cf. *Bull. Soc. Belge de Géol.*, 1903, p.-v. p. 181; 1907, p. 140; 1911, p. 209.

(2) Cf. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LI, b. p. 305.

(3) Cf. *Ann. des Mines*, t. XVI, p. 156, et *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XXXVII, p. 33.



portance qu'il présente. Pour les exploitants, comme l'a déjà dit A. Renier, la base des morts-terrains est l'ennemi dont il ne faut approcher à aucun prix et pour cela, il faut savoir exactement où il se trouve. Pour le géologue, c'est cette étude qui doit lui permettre de reconstituer l'histoire de ces failles.

Pour faire l'étude de cette base des morts-terrains ou de ce que l'on appelle encore la plateforme houillère, supportant cette base, trois méthodes peuvent être employées : 1°) la figuration, en plan, de la plateforme, par des courbes de niveau ; 2°) la figuration par des coupes verticales ; 3°) la méthode que j'appellerai des triangulations.

Je n'emploierai pas la première méthode. Elle a donné à peu près tout ce qu'elle pouvait donner. Très utile au début, dans des études générales, par son caractère schématique et intuitif, elle se prête mal à des études de détail précises. En effet, elle opère essentiellement par les interpolations au moyen desquelles elle supplée au défaut de faits. Elle remplace systématiquement les droites et les plans par des courbes sans que l'on puisse savoir s'il en est bien ainsi dans la nature. Elle noie ou masque les irrégularités et les accidents sous ces interpolations et sous les moyennes.

La deuxième méthode consiste à faire des coupes verticales au travers de la plateforme et en réunissant, par des droites, les points où cette plateforme a été recoupée dans les puits ou sondages situés dans le plan de coupe, où à son voisinage immédiat. Ce dernier point est essentiel, car, vu la variété du sens des pentes, les projections orthogonales peuvent fausser ou modifier notablement l'aspect des coupes. Tout au plus peut-on, pour les points écartés, corriger les cotes en se basant sur les chiffres que donne le calcul tenant compte des distances et des pentes kilométriques. Comme on sait que les massifs faillés sont limités par des failles grossièrement rectilignes, dans l'ensemble, cette méthode donne des représentations se rapprochant plus de la réalité que l'autre. Aucune des deux méthodes, ni même la troisième, n'échappe au reproche d'être fort hypothétique dans ses résultats vu le petit nombre de points d'observations, leur écartement et leur répartition peu systématique. Si l'on devait s'arrêter à ce reproche, cela équivaldrait à dire que le problème est insoluble et même qu'il le sera encore longtemps, car il est très probable que, dans le péri-

mètre des concessions, on ne fera plus guère de sondages, ils coûtent trop cher et il en faudrait d'ailleurs tellement qu'on ne peut y songer. Et cependant, il faut une solution et on ne peut développer les exploitations à l'aveuglette vu le danger de trop approcher des morts-terrains. Certes, la solution obtenue ne sera qu'une solution approchée, mais elle vaut encore mieux que pas de solution du tout. J'espère d'ailleurs pouvoir montrer, par ce travail, qu'en combinant les inductions tirées de l'emploi judicieux des deux méthodes, il est possible de serrer d'assez près la solution du problème. Ceci dit, je dirai encore que la deuxième méthode, employée de la façon simpliste renseignée ci-dessus, ne peut donner qu'une idée générale de l'allure de la plateforme, mais c'est précisément ce qu'il nous faut pour acquérir une première idée de cette allure, aussi, c'est par là que nous commencerons et, pour ne pas trop nous étendre, nous nous bornerons ici et plus tard à examiner trois régions du bassin, les mieux connues d'ailleurs : au centre, la région de Genck ; à l'Ouest, la région de Beeringen ; à l'Est, la région de Limbourg-Meuse. Les coupes que nous ferons seront surtout des coupes transversales à l'allongement du bassin parce que ce sont celles qui sont sensiblement perpendiculaires aux failles N.-O. à S.-E. parallèles à cet allongement et qui, les travaux miniers l'ont montré, ont le rejet le plus considérable ; les faits font d'ailleurs à peu près défaut pour apprécier l'influence des failles de l'autre système (N.-E. à S.-O.).

#### REGION OUEST.

La coupe par les puits de Beeringen révèle immédiatement une irrégularité dans la plateforme, car, au voisinage des puits, elle présente une contrepenne légère, mais bien visible, grâce aux points d'observation rapprochés. Or, entre les sondages 28 et 77 et près de celui-ci, les travaux ont révélé l'existence d'une faille N.-O. à S.-E. à rejet de 245 mètres. L'allure de la plateforme, au S.-O. de la faille, est purement conjecturale puisqu'elle repose sur un seul point, sa cote au sondage 28 (fig. 1, pl. 1).

Une autre coupe (fig. 2, pl. 1), un peu oblique à la précédente, montre aussi un fait anormal, c'est-à-dire une légère concavité vers le ciel. Cette coupe est en dehors du prolongement supposé des grandes failles des travaux de Beeringen, mais pourrait être atteinte par les petites failles similaires rencontrées à l'extrémité N.-E. de ces travaux.



## REGION CENTRALE.

Une coupe par les travaux de Winterslag (fig. 1, pl. 4) fournit des indications précieuses, car elle montre une faille connue dans les travaux avec un rejet de 15 mètres, affectant la base des morts-terrains dans le même sens, mais avec un rejet réduit à 1<sup>m</sup>,50. On peut se demander si un rejet aussi faible est bien réel et s'il n'est pas le résultat des causes d'erreur de tout genre pouvant affecter le résultat. A ce sujet, je ferai observer que les tracés des deux parties de la plateforme séparées par la faille sont fixés par deux points d'appui chacun, points d'ailleurs peu éloignés et qui ne permettent pas de tracer la coupe autrement que je ne l'ai fait. Pour être complet, je dirai aussi que les deux points d'appui centraux de la coupe ne sont pas dans le plan de celle-ci, mais environ 120 mètres à l'Ouest. Cela augmente encore les chances d'erreur, mais assez peu, vu leur situation très symétrique par rapport à la faille, et le fait que ces deux points sont vraisemblablement à la même cote que s'ils étaient dans le plan de coupe.

Une autre coupe à l'Est de la précédente, beaucoup plus longue, montre une très grande régularité. Elle donne lieu aux observations suivantes : une faille à fort rejet (125 mètres au moins) coupe le sondage 90. J'ai tracé la coupe comme si la faille affectait les morts-terrains. En réalité, il n'y a aucune donnée qui m'y autorise et si je l'ai fait, c'est pour faire la contrepartie de la première coupe de Beeringen tracée en négligeant l'influence d'une faille bien connue dans le houiller. On peut ainsi voir graphiquement l'effet que cela fait sur les coupes insuffisamment documentées (fig. 1, pl. 2).

Entre les sondages 89 et 2 le passage de la faille du Zwartberg est probable, mais son rejet est inconnu. Néanmoins, la plateforme avec son allure fixée par les sondages 89 et 90 vient aboutir au sondage 2 rigoureusement en ligne droite. Au nord du sondage 9, la plateforme, comme dans toutes les coupes se rapprochant du bord nord du bassin, voit sa pente augmenter.

## REGION EST.

Une première coupe que nous donnons (fig. 1, pl. 3) montre la plateforme, sous les morts-terrains crétacés, encore à peu près en pente rectiligne. Il est vrai qu'elle ne s'appuie pas sur des observations réelles, mais sur des cotes calculées, au point d'inter-

section du plan de coupe avec des droites réunissant deux sondages situés de part et d'autre de ce plan et parfois très écartés (sondages 10 et 65).

Une autre coupe générale du Charbonnage Limbourg-Meuse révèle une allure de la plateforme bien différente. Les importantes contre-pentes qu'on y remarque ont attiré l'attention depuis longtemps et dans cette région, des dénivellations importantes de la base des morts-terrains crétacés ne sauraient être niées. Les belles publications du Service géologique minier hollandais et notamment son rapport final (Rijksopsporing van Delfstoffen: Eindverslag 1916) permettent d'ailleurs de retrouver, de l'autre côté de la frontière, et encore mieux reconnus que chez nous, les accidents qui délimitent les massifs disjoints.

Au nord de cette coupe apparaissent les grandes failles bordant la fosse de Ruromonde (Graben). Là, comme en Hollande, cette fosse est bordée, au sud, par un massif resté en saillie (horst) sous les sondages 50 et 52 et dont la présence accentue les dénivellations contiguës. En Belgique, nous n'avons pas d'autre preuve de l'existence de semblable saillie que celle des dits sondages 50 et 52 (fig. 2, pl. 2).

En allant vers le sud, dans la coupe, on voit, comme ailleurs, le rejet des failles diminuer progressivement et la saillie qui paraît exister sous le sondage 76 n'est que faiblement accusée.

L'extension des travaux du siège d'Eysden permet d'entrer dans plus de détail. En traçant, à une échelle plus grande, une coupe (fig. 2, pl. 3) par le sondage 76 et le puits n° 1 d'Eysden, on recoupe deux failles bien connues. L'une dite faille du puits, a un rejet de 140 mètres dans le Houiller. L'autre, dite du N.-E., a un rejet, dans le même sens, d'au moins 300 mètres. Sur la coupe précédente, on voit que la plateforme, entre les sondages 76 et 46, n'en est pas fort affectée, puisque la plateforme ne s'affaisse que de sept mètres maximum par rapport à la droite joignant les deux points extrêmes.

Pour dresser la coupe à plus grande échelle, faute de données voisines de la lèvre N.-E. de la faille, j'ai dû calculer la cote de la plateforme, en deux points de cette lèvre, par la méthode des triangulations dont je parlerai plus loin. L'effet de la faille du puits peut être apprécié avec une exactitude assez grande, grâce aux données connues. Rien malheureusement ne permet d'étudier



les effets de la faille N.-E. Si ma coupe au N.-E. de cette faille est exacte, on voit que la faille du puits a accaparé à peu près toute la dépression qui se manifeste par rapport à la droite joignant les deux portions de la plateforme séparées par les deux failles. Ici, comme en nombre d'endroits, l'importance de l'influence exercée par les failles sur la base des morts-terrains crétacés n'est absolument pas proportionnelle à l'importance du rejet de la faille dans le Houiller. C'est une constatation qui a son importance et qui est à retenir.

Nous venons de voir quelques constatations que l'on peut faire en traçant des coupes perpendiculaires aux failles. Comme on a pu le remarquer, ces constatations n'ont jamais de précision et de certitude que dans les cas où l'on dispose, sur le plan de coupe, de deux points d'observation de chaque côté de la faille et pas trop éloignés de celle-ci. Ce n'est que bien rarement que ces conditions sont obtenues et si on essaye de suppléer au défaut de points connus par des calculs, on introduit évidemment, dans le problème, des données hypothétiques. Dans ces conditions, j'ai voulu voir si la méthode des coupes verticales ne pourrait pas donner de meilleurs résultats en l'utilisant autrement. Voici comment j'ai opéré. Je fais, cette fois, des coupes longitudinales parallèles à la faille à étudier. Sur un plan médian passant verticalement par l'affleurement de la faille aux morts-terrains, je projette orthogonalement le profil de la plateforme houillère des deux côtés de la faille avec un figuré spécial pour chaque côté. Pour que cette méthode donne de bons résultats, il faut évidemment qu'il y ait, de part et d'autre de la faille, des rangées de sondages ou puits, bien alignées, bien parallèles et aussi rapprochées que possible de la faille. Si ces conditions sont réalisées, on obtiendra des schémas dont l'interprétation fournira des données précieuses pour notre problème. Une bonne connaissance du tracé de la faille, l'absence de failles transversales et parallélisme des alignements avec les lignes de plus grande pente assureront encore la perfection de l'opération. Or, j'ai constaté que ces conditions, les plus fondamentales du moins, ne sont pas si rares et quand l'une ou l'autre fait défaut, on peut encore y suppléer par calculs. Un exemple fera mieux comprendre la méthode et ses possibilités.

Comme nous le dirons plus loin, la grande faille N.-O. à S.-E. de Limbourg-Meuse s'infléchit brusquement en se bifurquant.

Entre ces bifurcations un massif allongé N.-S. est resté en saillie alors que le Houiller s'effondrait le long de failles inclinées en sens inverse. Une de ces failles, dite faille Ouest, incline à l'ouest et produit un affaissement d'environ 80 mètres de sa lèvre ouest. Elle est dirigée N.-S. A l'ouest, à environ 150 mètres, et à l'est, à environ 350 mètres, des sondages ou puits forment deux alignements suffisamment parallèles entre eux et avec la faille. La ligne de plus grande pente de la plateforme n'est pas connue à l'ouest de la faille, mais elle ne doit guère diverger de la faille. A l'est, la ligne en question, mieux connue, est encore probablement plus parallèle à la faille. Ce sont là des conditions favorables. Aussi, j'ai pu construire (fig. 2, pl. 4), avec les données des deux alignements, deux profils superposés. Il saute aux yeux, en les regardant, que les deux tronçons de plateforme ne peuvent venir se raccorder contre la faille. Ils ont basculé en sens inverse, l'un vers nord, l'autre vers sud. Et chose plus troublante encore, alors que dans le Houiller la lèvre ouest de la faille s'est effondrée par rapport à l'autre, pour la plateforme c'est exactement le contraire. A n'en pas douter, nous avons sous les yeux une faille qui a joué au moins à deux époques différentes et en sens inverse. On le sait, l'étude des failles congénères du Limbourg hollandais a déjà fourni à W.-C. Klein des exemples de failles montrant trois mouvements successifs, opposés (1).

On peut encore compléter l'étude des failles du Charbonnage Limbourg-Meuse en faisant la même opération pour la faille Est qui limite le massif en saillie où sont foncés les puits d'Eysden. Il nous suffira pour cela de prendre l'alignement : sondage 76 et puits n° 2 déjà utilisé dans l'opération précédente, et à l'est de la faille un autre alignement : sondages 42 et 45, à vrai dire fort éloignés (1.150 mètres) de la faille et donnant donc des renseignements moins certains. Aux deux points extrêmes de cet alignement, fort voisins, en projection, des deux points de l'alignement sondage 76 et puits n° 2, les cotes de la plateforme sont : — 333 mètres et — 402 mètres.

Convenablement repérée sur le double profil, la ligne qui réunit ces deux points est sensiblement parallèle à la ligne joignant le sondage 76 au puits n° 2 du profil est. Mais elle est, en moyenne, à 35 mètres plus haut. Or, dans le Houiller, la faille est opère un

(1) Cf. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XXXVII, m. p. 373.



affaissement du Houiller, nous l'avons déjà dit, d'au moins 300 mètres en sens contraire. Le tout bien entendu si une faille inconnue ne passe pas dans l'intervalle.

Quant à la ligne de plus grande pente, sous l'alignement sondages 42 et 45, une triangulation avec le sondage 53 montre cette ligne ne différant que de 20° à l'est d'avec l'alignement. Cette divergence ne peut qu'augmenter le rejet vertical de la plateforme contre la faille est.

La région de Genck va nous fournir l'occasion de faire des opérations semblables le long de la faille du Zwartberg. On peut, en effet, y trouver de part et d'autre de la faille, très près de la faille (150 à 300 mètres) et symétriquement placés, quatre points connus de la plateforme (fig. 2, pl. 5). Cette fois, les deux profils sont absolument parallèles et le profil au nord de la faille est descendu de 23<sup>m</sup>,50 par rapport à l'autre. La plateforme houillère est donc descendue dans le même sens que le massif houiller sous-jacent. Ce parallélisme remarquable permet de supposer que les failles perpendiculaires à celles du Zwartberg, connues dans les travaux de Waterschei, et celles encore inconnues, ne doivent pas affecter sensiblement la base des morts-terrains. Mais la différence de niveau entre les deux profils n'est pas entièrement imputable au rejet de la faille, il est dû, en partie, à la pente kilométrique qui n'est pas parallèle à la faille. En effet, une triangulation au sud de la faille avec les points : sondages 13, 69 et 78 comme sommets donne une pente kilométrique de 23,63 faisant un angle de 56° avec la faille, car elle se fait à l'O.-85°-N. Au nord de la faille, le triangle : sondages 8 et 9 et puits n° 1 a Zwartberg donne une pente kilométrique de 20,16, O.-82°-N., remarquablement parallèle à l'autre et justifiant le parallélisme des profils. Si nous prenons maintenant des moyennes de ces données et si nous les appliquons au milieu du profil composé, nous trouverons que la pente kilométrique donnerait une dénivellation de 8<sup>m</sup>,80 entre les deux profils (si on la suppose normale à la faille, ce qui ne change guère les chiffres). Déduisant 8<sup>m</sup>,80 des 23<sup>m</sup>,50 trouvés précédemment, le rejet réel de la plateforme par la faille du Zwartberg serait en moyenne de 15 mètres environ.

Mais jusque maintenant, nous n'avons envisagé que l'étude des régions où la plateforme houillère est recouverte par des morts-terrains crétacés. Pour saisir l'ensemble du problème, il importe

de faire aussi l'étude des régions du bord nord du bassin où l'on sait que cette plateforme est recouverte de terrains permien, triasiques et jurassiques qui ont été préservés des érosions grâce à leur affaissement le long de failles normales dont le rejet est autrement élevé que celui des failles houillères. Là, il ne fait pas de doute que ces morts-terrains antéjurassiques ont été affectés par la même faille que celle du massif houiller sur lequel ils gisent. Mais quelle influence ces grandes failles ont-elles eu sur les terrains crétacés qui s'étendent aussi au-dessus d'eux? Voilà une question bien propre à montrer quelles sont les perturbations failleuses qu'ont subies les bases du terrain crétacé, ce qui est bien le but principal de ce travail.

Encore une fois, j'ai commencé par tracer des coupes transversales, au travers de ces grandes failles, montrant l'allure non plus de la plateforme houillère, mais de la base des terrains crétacés. Je ne figurerai pas toutes ces coupes pour ne pas en abuser. Je décrirai les plus instructives. Une coupe par les sondages 95 et 60 passant à 280 mètres du sondage 19 donne une ligne droite peut-on dire, malgré qu'au sondage 60, le Houiller soit recouvert de 154 mètres de Permien et de Trias. C'est la coupe la plus à l'ouest possible actuellement.

Une coupe par les sondages 3 et 6 passant à 100 mètres du sondage 5 donne également une base du Crétacé rectiligne.

Mais ces coupes et d'autres similaires présentent l'inconvénient, signalé déjà pour les coupes de la plateforme houillère, de n'être appuyées sur deux points que d'un côté de la faille. Or, ici, les points d'observation sont encore bien plus rares, d'autant plus qu'on ne peut faire entrer en ligne de compte que des sondages ayant traversé le même massif, ce dont on ne peut guère juger que d'après l'âge des couches gisant sous la base du Crétacé. Ce cas n'est réalisé que pour les deux sondages 6 et 40 qui paraissent avoir reconnu, sous le Crétacé, un niveau très voisin du Trias. Mais l'alignement par ces deux sondages ne rencontre aucun sondage houiller. Voici comment, en dressant la coupe (fig. 1, pl. 3) j'ai paré à cette difficulté. J'ai réuni par une droite, deux à deux, les sondages 10 et 65, 5 et 65, 24 et 65, 24 et 20. Par le calcul des moyennes arithmétiques, j'ai déterminé l'altitude de la plateforme houillère aux points où ces droites sont croisées par l'alignement des deux sondages triasiques. La plateforme



présente alors son aspect typique, assez régulier, avec pente s'accroissant vers le nord. Ainsi guidées, les plateformes triasiques et houillères ne se raccordent pas à la faille de Rothem qui passe au sud du sondage 6, mais on ne sait exactement où. Suivant l'endroit où passe la faille, dans le profil, la dénivellation varie entre 15 et 30 mètres. C'est peu, car le rejet de la faille de Rothem dépasse 500 mètres. Essayons aussi la méthode des profils parallèles aux failles. Deux sondages triasiques 6 et 64 sont assez convenablement disposés par rapport aux deux sondages houillers 10 et 65. La faille de Rothem passe entre les deux alignements heureusement assez peu éloignés l'un de l'autre (1.640 mètres à l'est, 900 mètres à l'ouest, sur 13.400 mètres). Mais un cas encore beaucoup plus favorable peut être étudié si l'on suit la faille de Rothem jusqu'en Limbourg hollandais où on l'appelle faille de Heerlerheide. Nous trouvons là, en effet, de part et d'autre de la faille, deux alignements beaucoup moins longs (8.500 mètres) écartés l'un de l'autre d'un millier de mètres et beaucoup plus parallèles. Ce sont les sondages 65 (belge), 80 (hollandais) et 81 (hollandais) sur la plateforme triasique, au nord de la faille. Sur la plateforme houillère, au sud de la faille, il y a les sondages 50 et 52 (belges) et 73 (hollandais). M'aidant des données sur les sondages hollandais que j'ai trouvés dans le travail précité : Eindverslag..., je puis alors dresser mon double profil. Les deux plateformes y sont remarquablement parallèles, inclinant à l'ouest et s'écartant légèrement dans cette direction, la plateforme houillère diminuant sa pente vers l'ouest en Belgique. La différence de niveau entre les deux plateformes n'est, en moyenne, que de 75 mètres. Mais la pente kilométrique étant très forte au voisinage de la faille et la ligne de plus grande pente faisant un angle très ouvert avec la faille, il faut, de ce chef, diminuer la différence de niveau d'au moins 20 mètres. Le reste représente le rejet, postérieur au Crétacé, de la faille de Rothem (fig. 3, pl. 5).

Le double profil tracé, en continuation de celui-ci, vers l'ouest, grâce aux quatre sondages précités, est beaucoup moins régulier. Les distances sont trop grandes et il y a sans doute des failles secondaires inconnues, car la faille de Rothem dirigée N.-O. à S.-E., sur le double profil précédent, prend, dans celui-ci, en territoire exclusivement belge, une direction E.-O. Dans ce

deuxième cas, les deux plateformes inclinent encore à l'ouest, mais celle du Trias inclinant beaucoup plus que l'autre, elles se croisent en face du sondage 65 pour s'écarter ensuite de 50 mètres au droit du sondage 6. La coupe du sondage 60 (Helchteren) montre que la plateforme triasique doit s'aplatir rapidement à l'ouest du sondage 6 (fig. 1, pl. 5).

Pour épuiser tous les moyens d'étude dont nous disposons, il importe maintenant d'exposer comment on peut déterminer l'allure de la base du Crétacé par la méthode des triangulations.

Les deux systèmes de failles normales de la Campine, en se croisant, découpent, dans la plateforme houillère, des surfaces plus ou moins étendues que nous sommes bien obligés, faute de données, de considérer comme des plans réguliers. Pour déterminer l'allure de ces plans, on peut, quand les sondages ou puits le permettent, tracer sur ces plans des triangles ayant pour sommet des points de recoupe connus de la plateforme, avec leur cote absolue. Dans chaque triangle, on peut, par des calculs géométriques élémentaires, déterminer la direction du plan, la pente kilométrique et le sens de la pente. Plus les triangles sont petits et nombreux et plus ils se rapprochent d'un triangle équilatéral et plus l'opération est précise. Les erreurs dans les données, surtout dans celles des sondages, influencent beaucoup plus les résultats que la précision de la méthode, aussi, pour plus de simplicité, on peut opérer directement sur les cartes, graphiquement. Les données obtenues étant alors représentées sur les cartes, leur figuration devient très intuitive et facilite leur interprétation. On voit se dessiner les ensembles continus, contrastant avec les changements brusques, indices d'accidents inconnus. De plus, on peut trouver rapidement la cote absolue d'un point donné du triangle et ainsi, comme nous l'avons montré dans les lignes précédentes, on peut suppléer, pour le tracé des coupes, à l'absence de points d'observation directe. On évite ainsi de recourir à des projections qu'on doit fatalement faire orthogonales, ce qui fausse souvent fortement les données.

Il ne peut être question de reproduire, même partiellement, les triangulations que j'ai faites, surtout pour certaines régions, ni même d'en donner les résultats chiffrés. Je devrai me contenter de signaler quelques faits intéressants qui découlent pour la connaissance de l'allure des plateformes houillères et triasiques.



## PLATEFORME HOUILLÈRE.

J'ai étudié particulièrement les environs de la faille du Zwartberg où d'ailleurs les données sont les plus abondantes. Des triangles basés sur les sondages 1, 2, 8, 9, 66, 67 et puits n° 1 du Zwartberg donnent l'impression d'une plateforme très régulière malgré le nombre de faits connus. La direction reste indentique partout : N.-80°-E. La pente kilométrique varie seulement de 15 à 20 mètres, ce qui indique de légères ondulations. Elle augmente d'ailleurs régulièrement de l'est vers l'ouest. Cependant, cette région comprend toute la lèvre nord de la faille dans son extension connue ou supposée (7 kilomètres sur 2 kilomètres de largeur). Mais si, sur cette lèvre, on se rapproche de la faille, alors la régularité disparaît. Grâce à un sondage récent appelé sondage de sécurité pratiqué par le Charbonnage André Dumont pour étudier l'influence de la faille sur la base des morts-terrains, on peut dresser un petit triangle, tout près de la faille, au nord, avec les sondages 2 et 8. Dans ce triangle la direction de la plateforme est de E.-38°-S. avec une pente kilométrique de 2<sup>m</sup>,65 au N.-E. Il y a certainement quelque chose d'anormal dans cette région comme la cote de la plateforme aux sondages 2 et 8 l'indiquait déjà. Il semble y avoir là une sorte de palier dans la plateforme, en relation avec la faille du Zwartberg, et dont l'influence sur le rejet de la base du terrain crétacé ne saurait encore être appréciée faute de données. Les sondages manquent, en effet, dans une vaste étendue entre les sondages 8, 67, 89 et 92. C'est pour cela qu'une coupe transversale par les sondages 3 et 67 passant très près des sondages 5, 66 et 92 indique une allure très normale, notamment entre les sondages intéressants 67 et 92, car la plateforme guidée par les points connus des sondages 66 et 67 vient tomber exactement où le sondage 92 l'a rencontrée. Mais que se passe-t-il dans l'intervalle? On ne saurait le dire avec quelque fondement dans les conditions actuelles (fig. 3, pl. 1).

A un autre point de la lèvre nord de la même faille, autour du siège du Zwartberg, des anomalies doivent aussi exister, comme nous le montrerons plus loin.

Au nord de la région dont nous avons parlé jusqu'ici, sur le bord nord du bassin, la plateforme ne varie guère de direction. Dans le triangle formé par les sondages 10, 9 et 5, la direction

est E.-O., mais la pente kilométrique augmente : 23<sup>m</sup>,75, fait général comme nous l'avons dit et qui ne traduit peut-être que l'effet de failles parallèles à la grande faille-limite de Rothem, et encore inconnues, dans le massif houiller.

## PLATEFORME TRIASIQUE.

Vu la rareté des données, on ne peut guère en parler. Elle se montre plus régulière à l'ouest. En effet, dans les deux triangles : sondages 6, 40 et 60 et sondages 40, 60 et 98, la direction est identique : E.-O., la pente kilométrique augmente aussi vers le nord : 14 à 22 mètres, probablement pour la même raison que dans la plateforme houillère. Quand on fait intervenir dans un triangle un sondage oriental, le 64 par exemple, alors la direction change complètement, et dans le triangle sondages 64, 6 et 40, elle devient N.-12°-E. avec pente vers l'ouest, ce que traduisaient déjà les profils longitudinaux parallèles à la faille de Rothem, comme nous l'avons montré plus haut.

L'énorme pente kilométrique de 59<sup>m</sup>,60 entre les sondages 31 et 64 indique qu'ils sont séparés par une faille, celle que j'ai appelée jadis faille de Neeroeteren et dont l'existence est encore prouvée par la différence d'âge des couches rencontrées au sommet de ces deux sondages. Enfin, on sait (1) qu'entre les sondages 99 (Neeroeteren) et 100 (Eelen II) passe une autre faille encore, autrement importante, que j'ai appelée faille d'Eelen, au delà de laquelle on tombe dans la grande fosse tertiaire de Ruremonde. Cette faille n'est autre chose que le prolongement, en territoire belge, de la grande faille traversant le Limbourg hollandais et connue jusque dans le bassin houiller d'Eschweiler, bordant tout du long la fosse précitée. Nos collègues hollandais réunissent cette faille, la célèbre Sandgewand, quand elle pénètre en Belgique, à la faille de Rothem. Il n'y a pas de doute que rien ne justifie cette réunion qui changerait complètement le caractère de la faille, alors qu'il y a, chez nous, une faille identique à tous égards, la faille d'Eelen, dans le prolongement direct du Sandgewand. Aucun fait ne motive la déviation imposée au Sandgewand pour la réunir à la faille de Rothem, comme aucun fait ne l'empêche de se réunir à celle d'Eelen, il suffit de lui laisser suivre sa direction. Quant à la faille de Neeroeteren, ce

(1) Cf. *Ann. des Mines*, t. XVI, p. 156.



serait l'une ou l'autre des deux failles secondaires de Doenrade ou d'Amstenrade.

Enfin, pour en finir, il ne nous reste plus qu'à montrer l'usage que l'on peut faire des triangulations quand les circonstances s'y prêtent.

Lorsque quatre points d'observation de la plateforme houillère existent dans un territoire restreint, quand ces sondages sont placés de manière à servir de sommet à deux triangles convenables, quand, de plus, les travaux miniers ont prouvé qu'aucune faille notable n'affecte ce territoire, alors on peut résoudre ou aider à résoudre, grâce à eux, un problème de la plus haute importance, celui que voici.

Dans toutes les spéculations que nous avons faites sur les allures de la plateforme, on est toujours obligé de partir de la supposition qu'à l'origine, avant toute déformation par plissement ou faille, cette plateforme était une pénélaine d'érosion parfaite, c'est-à-dire se rapprochant très fort d'un plan mathématique ou d'une surface courbe régulière.

Or, rien n'est moins démontré et ce concept que tout le monde a eu, au début, provient certainement du fait que nos connaissances étaient fort incomplètes à ce début. Moins une chose est connue et plus aisément on peut la concevoir comme régulière. En se multipliant, les faits d'observation sapent sans pitié nos concepts toujours trop simplistes.

Comment savoir à quoi s'en tenir? L'observation directe sous une nappe de sable bouillant développant des pressions toujours supérieures à 50 atmosphères, il n'y faut pas songer et c'est cette zone redoutable dont la présence justifie les études auxquelles je me livre ici.

Seules les surfaces, et combien restreintes, des puits doubles des six sièges déjà construits, auxquelles s'ajouteront celles d'un septième siège en fonçage, permettent cette étude directe de la plateforme. M. A. Renier a minutieusement décrit (1) quatre de ces cas. Dans deux cas, la plateforme était parfaitement régulière et aplanie. Dans les deux autres, la plateforme présentait des ravinements ayant produit des dénivellations de 0<sup>m</sup>,54.

(1) Cf. *Ann. des Mines*, t. XXI, p. 725.

Aux deux puits de Waterschei, la coupe montre deux exemples nouveaux de plateforme régulière. En tous cas tous les sièges s'étant placés pour recouper les faisceaux riches en couches et pauvres en gros bancs de grès dur, aucun n'a pu nous fournir des renseignements sur la question fondamentale de savoir si la nature des roches de la plateforme a joué un rôle dans son modelé par les agents d'érosion; tous ont commencé dans des roches tendres, même avec gîtes de charbon.

D'un autre côté, les travaux d'exploitation ont montré que, dans toute l'étendue du bassin, les failles sont nombreuses et entrecroisées, ne laissant donc entre elles que des massifs peu étendus ayant conservé leur portion de plateforme intacte. Les portions de plateforme en question, qui ont été percées en quatre points, comme nous le disions plus haut, peuvent seules nous fournir des indications précises sur l'état de cette plateforme. Inutile de dire qu'on ne peut rencontrer de pareilles portions qu'autour des sièges d'exploitation. Et encore, à Winterslag, il n'y a que trois sondages, mais il y a une faille gênante. A Waterschei, il y a quatre sondages, mais mal placés pour tracer des triangles utiles. A Eysden, il y a le même cas qu'à Winterslag. Au Zwartberg, il y a une faille, sinon plusieurs. Le seul cas parfait est celui du siège de Beeringen que je vais examiner (1).

On peut former deux triangles accolés par la base avec, d'un côté le sondage 54 et les puits n<sup>os</sup> 1 et 2 de Beeringen, et de l'autre les sondages 54 et 77 et le puits n<sup>o</sup> 1. Dans le premier triangle, la direction de la plateforme est E.-11°-S. avec une pente kilométrique au nord de 23<sup>m</sup>,10. Dans le second, la direction est N.-43°-E. avec une pente kilométrique au N.-O. de 7<sup>m</sup>,87. La surface des deux triangles n'atteint que 4 hectares et 1/2, et cependant, dans cette étendue restreinte, où aucune faille n'existe, la surface du Houiller montre de pareilles différences d'allures tant en inclinaison qu'en direction. De plus, les coupes des puits et sondages n'indiquent pas la présence de niveaux de roches dures assez notables pour justifier pareilles différences. Si le vieux proverbe latin « ab uno disce omnes » avait cours en science, le cas serait jugé, on pourrait dire que le postulat de la régularité originelle de la plateforme, au moment du dépôt des

(1) Voir à la fin, Annexe IV, la description d'un cas tout aussi instructif.



premiers sédiments crétaciques, est faux. Mais on ne peut trancher une question aussi grave d'après un cas. Il faudra attendre d'autres cas. Mais néanmoins, on peut s'autoriser de cet exemple pour dire que des calculs, des coupes basés sur des données encore plus écartées que dans le cas de Beeringen et surtout dans des régions moins connues sont sans valeur probante quand elles ne mettent en évidence que des chiffres insignifiants. Ainsi, on peut être certain que la coupe que j'ai tracée (fig. 1., pl. 4) par les travaux de Winterslag et qui aboutit à démontrer un rejet de la base du Crétacé de 1<sup>m</sup>,50, ne démontre en fait rien du tout si la plateforme n'est pas rigoureusement mathématique et pourquoi le serait-elle à Winterslag et non à Beeringen, et cette coupe est d'ailleurs faite sans tenir compte de nombreuses failles à rejets en sens opposés que l'on sait exister dans les travaux, dans le plan de la coupe.

Ces deux derniers exemples sont précieux pour montrer la valeur qu'il faut attribuer aux diagrammes, coupes, triangulations et dont j'ai fait usage dans ce travail.

C'est une erreur souvent commise de croire qu'un problème donne des solutions exactes quand on peut le mettre sous une forme mathématique et le traduire en chiffres, formules ou équations. Cela n'est vrai que lorsqu'on dispose de données exactes et en nombre suffisant. Sinon, on n'a que des solutions approchées. C'est le cas ici. Nous n'avons pas, et de loin, toutes les données nécessaires pour obtenir une solution juste. Aussi, il serait peu logique d'attacher aux chiffres ou aux figures mathématiques obtenus une valeur fétiche. Il faut prendre le tout pour ce qu'il vaut et interpréter avec esprit critique.

On ne peut pas espérer que nous obtiendrons d'ici longtemps des données supplémentaires en nombre suffisant pour changer les conditions du problème et puisqu'il n'y a pas d'autre moyen, je le pense du moins, que de faire comme je viens de le faire pour nous éclairer sur l'allure de la plateforme, il faut s'en contenter, cela vaut encore mieux que de ne rien faire du tout, car, du moins, ces opérations ont un avantage sérieux, elles nous donnent une idée générale de cette plateforme. Quant aux détails, n'y attachons d'importance que lorsque les faits le permettent. Fermons ici cette parenthèse un peu longue pour examiner encore deux cas de détail avant de conclure.

Si, en général, on ne peut attacher aucune valeur à des rejets de la plateforme qui n'auraient que quelques mètres, le contraire peut être vrai. C'est le cas pour la faille dite du puits à Eysden. La direction du charbonnage estime qu'elle produit un rejet de 6 mètres dans la plateforme. Comme je l'ai montré plus haut (1) en traçant la coupe par cette faille, j'arrive au chiffre de 7 mètres. La coupe montre qu'on ne saurait faire varier le chiffre, dans n'importe quelle hypothèse, que d'un très petit nombre de mètres.

Un cas plus singulier est celui offert par les alentours du siège de Zwartberg. M. A. Renier a, avec raison, attiré l'attention sur les sautes anormales d'altitude que présente la plateforme, dans cette région (2) et de son étude, il déduit l'existence d'une dénivellation brusque de 20-30 mètres de la base du Crétacé, qu'il rattache à la faille du Zwartberg dont une des branches, reconnues par les travaux, en ces points, a un rejet similaire. Cette déduction repose surtout sur la cote élevée à laquelle la plateforme a été atteinte au sondage 13. Comme nous allons le voir, le cas du Zwartberg est très complexe. Tout d'abord disons que les bouveaux sud du siège du Zwartberg ont reconnu que la faille du même nom est très large, complexe, formée de branches entre lesquelles sont compris des massifs plus ou moins réguliers. Vu la position respective des puits, des bouveaux et du sondage, il est impossible de faire passer toute la zone failleuse entre le sondage et les puits, à moins que la faille ne se replie presque à angle droit, fait peu vraisemblable, car les inflexions connues et nombreuses, parfois importantes, des failles de Campine, sont toujours à fort rayon de courbure.

De plus, si l'on forme un triangle avec le puits n° 1, le puits n° 2 et le sondage 74, on y trouve que la plateforme est dirigée N.-49°-E. avec une pente kilométrique énorme de 38<sup>m</sup>,83 vers le N.-O. M. Renier, par contre (cf. cp. cit), a observé dans le puits n° 1 que la plateforme pendait au nord.

Nous n'avons malheureusement pas moyen de savoir les allures de la plateforme au sondage 13, mais si elle pendait, avec pareille valeur, vers la faille, c'est-à-dire à angle droit avec la ligne réunissant les puits, sur la distance de 325 mètres séparant le son-

(1) Voir p. 563.

(2) Cf. *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LI, b. p. 305.



dage du puits n° 2, cela réduirait déjà assez bien le rejet qui est de 24 mètres entre ces deux points si on l'évalue d'après la différence brute des cotes de la plateforme.

Pour être complets, disons aussi qu'il y a dans la région, au sommet du Houiller, un banc de grès épais. Or, comme le fait remarquer M. Renier, les couches supérieures du sondage 13 se retrouvent au sommet du sondage 74 à 2-3 mètres près, à la même distance sous la base du Crétacé. Ce parallélisme n'est-il pas dû à un cas de résistance inégale des roches à l'érosion. Si le niveau de grès affleurerait directement sous les morts-terrains, la chose serait beaucoup plus certaine qu'elle ne l'est. Pour des raisons que j'ignore, les travaux du Zwartberg ne sont développés que vers l'est. Le jour où ils s'étendraient vers l'ouest, ils ne manqueraient pas de nous apporter de nouvelles données. Actuellement cependant, il est difficile de se soustraire à la conclusion que la faille du Zwartberg, ou toute autre, affecte, en ce point, la base du Crétacé d'une quantité moindre cependant que le chiffre de 24 mètres.

#### CONCLUSIONS.

Le problème que nous avons attaqué n'est pas susceptible d'une solution précise. Mais nous ne sommes pas complètement désarmés devant lui. Par l'emploi de diverses méthodes de calcul, on peut tendre, au-dessus d'une région de Campine, un réseau assez serré. Il est difficile de se soustraire à la conviction que la plateforme houillère a été, après le dépôt du Crétacé, affectée par des failles (1). La discussion très longue à laquelle nous avons soumis les cas les plus connus ne nous a rien montré de sensationnel comme rejet. Le chiffre de 20 mètres paraît le chiffre maximum connu et encore imparfaitement. Il semble illogique de croire que des accidents semblables ou même plus importants pourraient échapper au réseau serré dont nous parlions plus haut ou bien il faut admettre l'existence de dislocations qui échappent à nos prévisions actuelles.

(1) Dans un travail antérieur (*Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XXXVII, p. 33), j'ai essayé de montrer que les failles de la région de Houthaalen étaient sans effet sur la base du Crétacé. Je ne serais plus si affirmatif maintenant, mais mes arguments restent et les effets doivent être bien faibles. Le fonçage des puits de Houthaalen et les travaux nous fourniront là une précieuse documentation nouvelle.

On peut encore supposer que les failles déjà connues à Beerlingen, Genck et Eysden n'ont pas, à la base du Crétacé, occasionné de rejet bien supérieur au chiffre de 20 mètres cité plus haut, d'après les considérations suivantes : les failles longitudinales N.-O. à S.-E. ont un rejet d'autant plus faible qu'on s'écarte du bord nord du bassin, de la fosse tertiaire de Ruremonde. C'est au bord de celle-ci que leur rejet est considérable, car elles ont joué un grand nombre de fois et même encore à l'époque actuelle. La faille de Rothem qui, dans le Houiller, a un rejet de plusieurs centaines de mètres, voit celui-ci se réduire à un chiffre voisin de 60 mètres. Il est possible, mais on ne le sait pas exactement, que la faille bordant au sud la saillie ou horst des sondages 50 et 52 ait encore un rejet notable, mais déjà bien inférieur à celui de la faille de Rothem.

Peut-être le rejet est-il encore bien diminué pour la grande faille N.-E. d'Eysden? On peut en dire autant pour les failles comme celles du Zwartberg et de Beerlingen, puisque le rejet de la faille du puits à Eysden n'est déjà plus que de 6-7 mètres.

Enfin, on sait depuis longtemps que c'est dans la vallée de la Meuse que les rejets sont les plus forts par rapport aux régions environnantes. On peut donc se baser sur ce fait pour présumer le rejet de régions de plus en plus écartées de la Meuse.

#### II. Les failles dans le houiller

Les travaux miniers se sont déjà suffisamment étendus pour que l'on puisse affirmer qu'il y a, en Campine, un champ de failles normales des plus intéressants. Dans l'intérêt de la science et de l'exploitation du bassin, il est nécessaire que ces failles soient étudiées et que, par des essais successifs de coordination, cette étude soit faite par étapes. C'est une de ces coordinations que nous allons tenter pour la partie de ces failles qui intéresse surtout le terrain houiller. Pour bien saisir les particularités distinctives de ces failles, il importe de les bien situer dans l'ensemble régional dont elles sont un des traits les plus importants. Un des grands plis de l'écorce terrestre passe par la Belgique. Lorsque fut terminée la formation de la chaîne hercynienne, partie soulevée de ce pli, alors commença la seconde phase, la plus importante, celle de la production de la partie effondrée du pli, laquelle



embrasse de vastes portions de l'Europe occidentale et centrale. Cet effondrement a donné naissance à un grand bassin ou géosynclinal qui, commençant au Permien, ne semble pas encore entièrement terminé de nos jours. Ce géosynclinal est parfaitement caractérisé par une série de dépôts sédimentaires à peu près complète depuis le Permien supérieur et par l'énorme épaisseur que, à plusieurs reprises, certaines formations ont pu y acquérir (Triasique, Crétacique supérieur, Eocène inférieur, Oligocène, Pliocène supérieur). Le bord nord du géosynclinal est très mal connu, car il n'affleure que rarement, au sud de la Suède, au nord de l'Angleterre. Par contre, cinquante ans de recherches houillères ont fait connaître le bord sud au point qu'on y est déjà au stade des études de détail. La Campine constitue une portion de la grande courbe que dessine ce bord sud. Aussi, l'allure synclinale s'y manifeste clairement par la pente générale de la plateforme houillère et de toutes les formations marines, en général, vers le nord ou plutôt vers le N.-N.-E. Mais on sait aussi que l'allure synclinale ou l'effondrement est encore rendu plus visible par la présence de failles normales d'effondrement, longitudinales, parallèles au bord du géosynclinal et grâce auxquelles des portions plus ou moins étendues de ce bord sont descendues, par paliers successifs, vers un des axes les plus profonds du géosynclinal assez complexe, ce que nous avons signalé, dans les pages précédentes, sous le nom bien connu de fosse ou Graben de Ruremonde.

Une de ces grandes failles-limite, celle que nous avons appelée la faille de Rothem, limite vers le nord la partie accessible du bassin et la sépare des premiers paliers de la fosse de Ruremonde. Le bassin de la Campine, par suite de tous ces phénomènes, reste donc formé d'une bande longue et étroite qui est restée accolée au massif siluro-cambrien du Brabant. Mais dans cette bande la tendance à l'effondrement, tout en diminuant d'efficacité, au fur et à mesure qu'on se rapprochait du massif d'appui, cette tendance a donné naissance à un réseau compliqué de failles normales dont nous allons exposer les caractéristiques les plus frappantes.

Quand on étudie les failles reconnues par les champs d'exploitation des charbonnages et par les sondages, on voit de suite qu'il y a des failles importantes, tantôt par leur rejet, tantôt par leur extension et tantôt par le fait qu'elles se laissent grouper en

systèmes reconnaissables au parallélisme de leur direction. A côté de cela, il y a des failles accessoires à rejet faible, peu étendues et de directions très variables.

#### A. — FAILLES IMPORTANTES.

Caractérisées par l'un ou l'autre des points que nous venons de citer, ces failles peuvent être groupées en trois systèmes d'après leur alignement :

a) Il y a d'abord les failles parallèles au bord sud du bassin et aux grandes failles-limites. Ce sont les plus importantes par leur continuité. Comme la direction du bord varie, leur direction varie aussi. Au centre et à l'Est, la direction est en moyenne O.-N.-O. à E.-S.-E. Vers Beeringen, la direction tourne vers nord et devient au moins N.-O. à S.-E. ;

b) Il y a ensuite des failles perpendiculaires aux précédentes ;

c) Enfin, il y a des failles nord-sud dont nous allons parler d'abord.

#### *Failles Nord-Sud.*

Jusque maintenant, on ne les connaît, en Campine, qu'au voisinage de la Meuse et les travaux du siège d'Eysden en ont reconnu trois. Leur liaison avec les failles longitudinales est évidente. Elles viennent buter contre ces dernières et s'y perdent et, parfois, elles se recourbent fortement comme pour prendre la direction de ces failles longitudinales avant de s'unir à elles, comme si elles n'étaient que des bifurcations ou des déviations de ces failles. L'une d'elles naît dans les travaux, à l'ouest du siège, et son rejet va en augmentant jusqu'au moment où, droit au nord, elle vient se réunir à une faille O.-N.-O. à E.-S.-E.

On observe exactement les mêmes faits dans le Limbourg hollandais à en juger d'après les cartes pointes au rapport final du Service de Recherches. De nombreuses failles semblent se détacher des grandes failles N.-O. à S.-E. et se dirigent vers le sud ou le S.-E., mais ces directions obliques ne sont probablement pas autre chose que des courbes de raccord, à grand rayon, avec les failles N.-O. à S.-E., car plus au sud, surtout dans le bassin de la Wurm, on voit ces failles connues depuis longtemps (Feldbiss, Sandgewand et autres) devenir N.-S. A part leur direction particulière, ces failles n'ont rien qui les distingue des autres failles. Leur rejet peut être considérable, celui de la faille est à Eysden



dépassant 300 mètres, le chiffre le plus fort connu pour une faille du Houiller campinois (1).

Quelle est l'origine de ces failles? Pour pouvoir répondre à cette question, il est nécessaire d'élargir un peu le cadre de notre étude. Si l'on examine une carte du bord nord du bassin houiller de Liège, on voit qu'il y a là deux petites régions à failles normales N.-S. La première est située entre Herstal et Visé, l'autre dans la concession de la Minerie à Battice. On se trouve là sur le flanc sud du grand anticlinal surbaissé séparant le bassin de la Campine de celui de Liège et les couches y ont, comme en Campine, une inclinaison faible et régulière, mais en sens inverse. Je pense que ces failles N.-S. du bassin de Liège et celles d'Eysden sont, comme les failles longitudinales, grossièrement parallèles à la limite du bassin qui, entre Eysden et Visé, doit avoir une direction générale N.-S.

On représente souvent, sur les cartes d'ensemble, le massif du Brabant comme s'étendant jusque contre la Meuse. Je pense que c'est exagéré. Ce que l'on sait du grand anticlinal séparant la Campine du bassin de Liège, on l'a appris par les récentes explorations du Service de Recherches hollandais dans le S.-O. du Limbourg hollandais. Cet anticlinal est très surbaissé et ondulé et la limite de son axe siluro-cambrien me semble devoir être assez loin à l'ouest de la Meuse.

Dans ces conditions la région à failles normales de Herstal-Visé doit se trouver comprise entre le massif du Brabant et le massif de Visé. Elle forme donc comme une fosse d'effondrement (graben) entre ces deux massifs et il n'y a rien d'impossible que ces failles normales se poursuivent jusqu'à Eysden, au travers de la région complètement inconnue de l'anticlinal.

(1) Plusieurs des données concernant les failles de Campine sur lesquelles je m'appuie ici sont extraites des intéressants exposés de la situation du bassin qui paraissent, semestriellement, dans les *Annales des Mines* depuis 1910.

J'ai également utilisé l'étude qu'ont faite MM. Renier et Grosjean des failles des Charbonnages de Limbourg-Meuse et d'André Dumont où ils ont pu, grâce aux niveaux fossilifères marins, évaluer le rejet des failles dans le Houiller.

D'après le rapport récent du Service minier hollandais, un sondage pratiqué dans l'intérieur de la ville de Maastricht a rencontré les roches de l'assise houillère de Chokier, ce qui confirme complètement ce que je dis ici.

Même si cette continuité n'existe pas, on pourrait considérer les failles d'Eysden comme marquant la limite nord de la zone d'effondrement qui limite, vers l'est, le massif siluro-cambrien.

Quant aux failles de la concession de la Minerie, elles sont évidemment la terminaison sud des failles de la bordure orientale du bassin du Limbourg hollandais.

Si je ne me suis pas abusé sur la signification des failles de Herstal et de Eysden, on ne pourra s'empêcher d'être frappé de leur connexion avec le cours de la Meuse en aval de Liège. J'ai déjà ailleurs appelé l'attention sur le fait que le Maasland a été, depuis le début du Sénonien, une région fréquemment occupée par des dépôts continentaux, fluviaux. Ceux-ci y ont même acquis, parfois, des épaisseurs considérables.

Le cours de la Meuse, en aval de Liège, serait donc la partie la plus vieille de la Meuse. Elle devrait son âge et sa persistance à la tendance de l'écorce à s'affaisser, par saccades, le long de failles normales N.-S. En fin de compte, cette partie de la Meuse serait, sur une échelle fort réduite, sur le bord ouest du horst Vorder-Eifel et Limbourg hollandais, la réplique de la vallée du Rhin inférieur.

L'idée que j'émetts ici ne pourra recevoir confirmation que le jour où l'on aura pu déterminer exactement les époques auxquelles les failles en question se sont produites ou ont rejoué.

#### *Failles longitudinales.*

Dans les premiers essais de synthèse où l'on a figuré les failles de la Campine et d'autres régions houillères voisines avant leur exploitation, on a représenté le Houiller comme découpé en massifs réguliers par des plans de faille mathématiques. On ne pouvait faire autrement, mais on était sûr d'avance que la réalité ne montrerait pas pareille régularité. Si actuellement on examine les plans, déjà assez étendus, d'un charbonnage campinois, on y retrouve bien la structure générale prévue, mais bien plus compliquée et surtout plus capricieuse. Sur ces plans quelques failles longitudinales tranchent par leur longueur et souvent par leur parallélisme. On peut voir à ce sujet la carte d'ensemble des failles de Winterslag de M. Touwaide (1), celle des travaux de

(1) *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLVIII, b. p. 22.



Beerigen (2) ou d'Eysden (3). M. A. Renier a décrit une de ces failles des plus importantes qu'il a appelée faille du Zwartberg (4).

Loin d'être complètement rectilignes, ces grandes failles présentent des déviations notables, des convergences, des bifurcations qui montrent que les raccords de ces failles, lorsqu'elles ne sont connues qu'en des points écartés, n'ont aucune valeur certaine. Les inclinaisons, et ceci est vrai pour toutes les failles, sont aussi assez variables. Enfin, loin d'être toujours formées d'une surface de glissement unique, le rejet total se subdivise fréquemment en rejets secondaires le long d'une série de petites failles plus ou moins parallèles, créant ainsi de vraies zones failleuses. Les bouveaux sud du Zwartberg et ceux vers nord de Waterschei, à travers la faille du Zwartberg, ont bien mis cette structure failleuse en évidence. Les massifs délimités par ces failles, loin d'avoir l'aspect de prismes réguliers, sont parfois de vrais fuseaux, Comme il arrive, dans toutes les régions à failles normales, elles inclinent souvent en sens opposés de façon à créer des saillies (Horst) limitées par des failles convergeant vers le haut et des dépressions (Graben) à limites convergeant vers le bas. La combinaison de ces failles avec les failles transversales dont nous parlerons plus fait que les Graben et les Horst acquièrent la forme de prismes pyramidaux à pointe dirigée vers le haut ou vers le bas. Le siège de Beerigen se trouve dans un Graben typique de ce dernier cas et le siège d'Eysden sur un Horst de l'autre cas, mais dont la quatrième faille, celle du sud, n'est pas encore connue.

Les failles longitudinales, comme toutes les autres, sont tantôt aux lèvres jointives, surtout quand elles sont faibles, tantôt elles ont un remplissage de brèche de faille constitué par des roches des parois, brisées, déchiquetées, polies, striées, couvertes de pholélite. Il y a souvent des matières filoniennes : quartz, calcite avec minerais et parfois même de l'argile d'altération des schistes remplit les interstices de la brèche. A ma connaissance, on n'a pas encore rencontré, comme remplissage de faille, des roches provenant du Crétacique pas plus qu'on n'a découvert de puits naturel. Si la théorie qui a cours pour expliquer la forma-

(2) *Ann. des Mines*, 1927, p. 240.

(3) *Ibidem*, 1922, p. 874, 1923, p. 725.

(4) *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. LI, b. p. 305.

tion des puits naturels du Hainaut est exacte, il est bien peu probable que ces accidents redoutables aient pu se former en Campine.

#### *Failles transversales.*

Avec une direction en moyenne vers le N.-E., ces failles viennent buter à angle très fort, souvent droit, contre les précédentes. Quoique ces failles soient très nombreuses, on n'a pas encore constaté un seul cas où l'une d'elles couperait une faille longitudinale. Tous les plans de travaux que j'ai eus en main montrent le contact des deux types de faille comme net, sans trace de rejet vertical ou horizontal, aussi bien pour l'une que pour l'autre. Même il n'y a pas de déviation notable dans l'alignement d'une faille au voisinage de l'autre, en dehors de celui que j'ai signalé pour les failles N.-S. Le rejet de ces failles, sans être en général aussi fort que dans les deux types précédents, peut cependant atteindre un chiffre élevé comme pour la faille de Waterschei.

A Beerigen, les failles de ce type sont, quand elles sont notables, d'une grande régularité de parallélisme. A Winterslag et à Waterschei, elles le sont beaucoup moins. A Eysden, ce genre de failles n'est pas encore signalé. Il est probablement remplacé par les failles N.-S., direction dont se rapprochent déjà d'ailleurs des failles de Winterslag et de Waterschei.

D'une petite étude préliminaire que j'ai publiée (1) au sujet des failles de Campine, j'avais cru pouvoir déduire que les retraits ou queuées de strates houillères étaient localisées au voisinage des failles transversales et faisaient défaut pour les autres. L'extension des travaux n'a pas vérifié cette localisation. Ils existent, moins souvent et moins prononcés, aussi contre les failles longitudinales, car tel est le cas pour la faille du Zwartberg.

#### B. — FAILLES ACCESSOIRES.

Sur les plans de travaux à l'échelle du 1/1000<sup>e</sup>, on voit, parmi les failles dont nous venons de parler, quantité d'autres, petites comme rejet et comme étendue. De plus, on a peine à y retrouver des groupements et leurs directions sont des plus variables. Il est cependant possible, en les étudiant attentivement, de voir leurs connexions, leur dépendance des grandes failles et leurs

(1) *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XXXV, p. 103.



groupements localisés. Je ne puis entrer dans le détail de cette étude qui me mènerait loin. Il est cependant utile d'appeler l'attention sur l'intérêt que présente leur étude. Etant peu étendues, on les connaît toujours entièrement, ce qui n'est jamais le cas pour les grandes failles. On les voit naître, grandir puis finir. On connaît parfaitement leur mécanisme et comme elles sont produites par les mêmes causes que les grandes, elles peuvent nous éclairer sur les particularités encore inconnues de ces grandes failles. Mais pour cela leur étude doit être complète et non bornée à un simple tracé aux plans. Pour les plus caractéristiques, il faut des indications précises de niveau de part et d'autre, de petites coupes transversales et tout ce qui peut nous renseigner. Les points de contact, de croisement de ces failles entre elles et avec les grandes failles doivent surtout éveiller l'attention et les particularités doivent être fixées par des chiffres et des coupes précises.

#### Age des failles

Il est intéressant de connaître l'âge des failles dont nous avons parlé, à deux points de vue différents. Il est d'abord nécessaire de connaître leur âge relatif par rapport à celui des terrains qu'elles affectent, car ce problème est intimement lié à celui si capital de l'influence des failles sur la base des morts-terrains. Aussi nous commencerons par lui.

Un fait qui ressort à l'évidence de notre premier chapitre, c'est que le rejet de toutes les failles, à la base du Crétacique, est énormément réduit par rapport à ce qu'il est pour le terrain jurassique, triasique et houiller. Il est donc certain que les failles sont antérieures au Crétacique. La question est maintenant de savoir si elles ne se sont pas accentuées après cette époque et quand? On peut même se demander si leur rejet n'aurait pas diminué pour s'accroître de nouveau comme certaines failles normales du Crétacique du Hainaut où J. Cornet a montré pareil jeu. Pour pouvoir résoudre ce problème, il faudrait disposer, au voisinage de failles rejetant le Crétacique et tout près, de coupes bien certaines de nombreux puits ou sondages convenablement disposés. Un point de part et d'autre de la faille ne suffit pas, car, comme nous le disions plus haut, par ces deux points on peut toujours faire passer une droite et considérer la pente de cette droite comme la pente kilométrique ordinaire des terrains dont on com-

parerait le niveau. Dans les cas où cette droite aurait des pentes exagérées, seuls, on pourrait admettre le rejet d'une faille et encore, il reste des incertitudes (cas des sondages 23 et 79 de Helchteren-Zolder étudié plus loin par exemple). Or, les coupes connues avec certitude et très voisines sont très rares et seules les coupes des deux puits de chaque siège sont dans ce cas malheureusement nulle part il n'y a, à proximité, deux autres bonnes coupes, parfois il y en a une.

Dans une annexe nous essayerons de voir s'il n'y a pas moyen de tirer quelque renseignement des faits que nous connaissons.

En tous cas, il est une observation préliminaire que nous devons faire. Tous les calculs que l'on peut faire, basés sur le niveau où le sommet ou la base d'une formation ont été reconnus, sont toujours établis en partant de l'idée que ce niveau appartenait, à l'origine, à une surface plane, régulière. C'est là un postulat. Nous avons vu qu'il est bien douteux pour la plateforme houillère. Les autres surfaces d'érosion marine, formée au détriment de terrains bien moins durs et plus homogènes que le Houiller, ont cependant bien plus de chances de vérifier le postulat.

Ceci dit, je rappellerai que j'ai récemment étudié les deux grandes surfaces qui, dans le nord de la Belgique, limitent une puissante formation tertiaire supérieure (1). De cette étude, il ressort que ce terrain a subi des mouvements très notables qui y ont déterminé, dans le sens des failles longitudinales, de grandes et profondes ondulations. Dans le sens des failles transversales, ces mouvements ont imprimé à ces deux surfaces une allure rappelant complètement celle de la plateforme houillère là où elle est régulière, mais les pentes sont plus faibles. L'existence de mouvements post-crétaciques est donc indubitable. Je n'ai pas pu déterminer si ces mouvements avaient pris l'allure de failles d'effondrement ou celle d'ondulations et d'affaissements sans fractures.

Le problème reste donc encore fort nébuleux.

Enfin, il est encore un autre problème intéressant, c'est celui de savoir si, parmi les divers types de failles que nous avons citées, il n'en est pas de plus anciennes que les autres ou si elles sont toutes contemporaines.

(1) *Bull. Soc. Belge de Géol.*, t. XXXVII, p. 149.



Les plans des charbonnages montrent de très nombreux exemples de failles de tout genre venant en contact. J'ai étudié beaucoup de ces contacts, absolument aucun ne montre la moindre influence d'une faille sur celle d'un autre type, aussi je n'ai pas le moindre doute, en présence des faits connus, que les failles de Campine, dans le Houiller, sont contemporaines. Cela se voit très bien quand on examine une faille importante de n'importe quel type. Un nombre plus ou moins grand de failles moins importantes viennent buter contre la première avec un rejet, maximum au point de contact, et tournant parfois à rien en s'écartant de ce contact. Les choses semblent s'être passées comme si, à l'emplacement de la faille principale, l'affaissement avait été au maximum et avait d'abord donné lieu à une faille importante durant la production de laquelle des cassures secondaires se seraient déclarées, de part et d'autre, sous forme de cassures perpendiculaires dont le rejet aurait diminué à partir de la faille importante.

Dans le quartier N.-E. de Beeringen, on voit de petites failles se croiser sans se rejeter. Il s'agit évidemment d'un affaissement localisé, partant d'un point central et produisant des cassures radiales, aussi contemporaines. Le développement des travaux autour du point où les deux failles importantes de type différent de Waterschei et du Zwartberg viennent en contact ne tardera pas à nous fournir de précieux renseignements sur leur âge relatif.

#### IV. Failles inverses

Elles sont si rares qu'on n'en a encore signalé qu'un exemple (1). Il ne peut pas, en effet, y avoir eu de fortes poussées tangentielles orogéniques en Campine, protégée comme elle l'était par le massif siluro-cambrien du Brabant. Les premiers effets de la poussée hercynienne, les plus faibles, se sont fait sentir sur le bord sud de ce massif. Mais en grandissant, ils se sont éloignés vers le sud et si la chaîne hercynienne a maintenant son axe près de ce massif, c'est qu'elle y a été amenée par de puissants charriages, à une époque où la poussée tangentielle trouvait à se satisfaire par ces charriages.

Mais les poussées verticales, caractéristiques de la zone d'affaissement campinoise en déterminant, comme nous l'avons montré

(1) Ch. Stevens, *Ann. Soc. Géol. de Belg.*, t. XLVIII, b. p., 227.

plus haut, la dislocation du massif houiller en prismes pyramidaux a produit, le long des surfaces de glissement des prismes, des réactions tangentielles, mais localisées au voisinage des cassures. On comprend très bien qu'un prisme de ce genre à pointe tournée vers le bas, en descendant, pénètre dans un espace de plus en plus restreint, dans tous les sens. Il doit donc se chiffonner sur les bords pour pouvoir continuer à descendre. De là les petits crochets que décrivent souvent les voies de niveau, dans une couche, au voisinage immédiat d'une faille. Accidentellement, ce chiffonnement peut donner lieu, en s'exagérant, à un redoublement de la veine comme dans le cas décrit par M. Stevens. M. Martens, géomètre au Charbonnage André Dumont, m'a passé le croquis qu'il a pris d'un redoublement semblable, mais qui ne paraît pas dû au voisinage d'une grande faille normale. Les renseignements que j'ai obtenus sur ce cas intéressant m'engagent à le décrire plus en détail dans une annexe où je décris aussi un autre cas, du même charbonnage, évidemment, lui, en relation avec la faille du Zwartberg.

#### V. Anomalies géothermiques

J'ai décrit précédemment (1) une anomalie en relation avec des failles du charbonnage de Winterslag. Depuis lors, une étude semblable a été faite au charbonnage André Dumont grâce à l'obligeance éclairée de M. N. Fontaine, directeur-gérant. Aucune anomalie n'a été observée au passage de la faille étudiée, mais des circonstances imprévues ont rendu l'observation incomplète et sans valeur probante dans aucun sens.

#### ANNEXE I.

Le seul endroit où l'on puisse essayer de déterminer l'âge des mouvements post-crétaciques des failles houillères est au siège d'Eysden où il y a trois coupes rapprochées séparées par une faille connue, et pas trop écartées d'une ligne droite. Le puits n° 1 est au N.-E. d'une faille à rejet assez fort dans le Houiller, mais, comme nous l'avons montré plus haut (2), ce rejet n'est plus

(1) *Ann. des Mines*, 1925, p. 1331.

(2) Voir p. 563.



Pour pouvoir résoudre ces problèmes que je ne fais ici qu'esquisser, il faudra attendre que le développement des travaux nous ait fourni encore plus d'exemples de ces curieux micro-dérangements.

---

### ANNEXE III.

Lorsque l'on veut déterminer l'époque à laquelle une faille s'est produite, en partant de l'âge des formations affectées par cette faille, on ne dispose malheureusement que d'un petit nombre de données. Aussi, il faut simplifier le problème si l'on veut avoir une réponse. On est ainsi conduit à supposer que la faille, lorsqu'elle a joué plusieurs fois, l'a toujours fait dans le même sens, sinon le problème devient des plus compliqués. On est de plus amené aussi à supposer que les failles ont toujours joué dans le sens de la verticale. Or, rien n'est moins certain. Je connais des exemples, pris dans des régions belges très diverses, où des failles normales, comme celles de la Campine, ont produit des déplacements horizontaux considérables.

En Campine, la base du Crétacique est en règle générale beaucoup moins inclinée que les couches du Houiller et l'inclinaison, de plus, ne se fait pas toujours dans le même sens. On peut aisément imaginer des cas où ces deux faits s'ajouteraient et alors une faille à rejet horizontal produirait, en affectant à la fois le Houiller et les morts-terrains, dans ceux-ci un rejet vertical très faible et dans le Houiller un rejet vertical très fort en apparence. Il aurait, en effet, amené en présence des niveaux d'âge fort différent faisant croire ainsi à un rejet vertical très fort. On peut soupçonner un transport horizontal notable quand on voit, de part et d'autre de la faille, des allures fort différentes, ce qui ne devrait pas être le cas s'il y avait une simple descente verticale.

On commence seulement à connaître les deux côtés de la faille du Zwartberg au Charbonnage André Dumont, mais déjà l'allure semble être différente de part et d'autre. Il ne faudra donc pas perdre de vue la possibilité d'un déplacement horizontal et pour savoir à quoi s'en tenir, dans ce cas comme dans tous les autres, il importe de réunir le plus de données possible telles que : allures

des stries de glissement sur les miroirs de failles, allure des retroussements ou queueées que forment les strates au voisinage des failles normales.

---

### ANNEXE IV.

Les lignes précédentes étaient écrites quand j'ai reçu des renseignements sur le siège de Voort montrant qu'il y a là, au point de vue de l'allure originelle de la plateforme houillère, un cas semblable à celui de Beeringen. En effet, il y a, dans un espace restreint, quatre points de recoupe de la plateforme : les deux puits et les sondages 23 et 79. Malheureusement, ces deux derniers sont très voisins et placés presque en ligne droite avec le puits n° 2. Aussi si l'on peut faire un triangle très convenable avec les deux puits et le sondage 79, l'autre ayant même base : alignement puits n° 1 et sondage 79 que le premier triangle et comme sommet le sondage 23, n'a que quelques mètres de hauteur. Voyons néanmoins ce que cela donne. Le premier triangle donne les résultats suivants : direction de la plateforme : N.-66°-E.; pente kilométrique au N.-O. de 10<sup>m</sup>,80, chiffre anormalement faible. La plateforme n'a malheureusement pas été étudiée au puits n° 1, mais elle a été l'objet d'un examen très attentif au puits n° 2, par M. Ch. Stevens. Il a constaté une différence de niveau de 0<sup>m</sup>,23 entre le point le plus bas situé à la génératrice N.-60°-O. et le point le plus élevé, à la génératrice S.-3°30'-O., donc en des points qui ne sont nullement diamétralement opposés. Il y a donc des ondulations, dans la plateforme, rien que dans la petite section du puits et si l'on admettait que la pente de 0<sup>m</sup>,23 se faisait sur tout le diamètre du puits, cela donnerait une pente kilométrique au N.-O. de près de 40 mètres. Mais ce n'est pas tout. Le second triangle est si fantastique qu'il est inutile de le chiffrer. Entre le puits n° 1 et le sondage 79 écartés de 57 mètres, il n'y a qu'une dénivellation de 0<sup>m</sup>,36, mais entre les sondages 23 et 79 écartés seulement de 18 mètres, il y a une dénivellation de 1<sup>m</sup>,86, soit une pente kilométrique, en sens opposé à celui de l'autre triangle, de plus de 100 mètres par kilomètre et les travaux montrent qu'il



n'y a pas de faille dans le Houiller (1). On voit quelles irrégularités de pentes on observe dans l'espace restreint de 27 ares délimité par les quatre points que nous venons d'utiliser. Et il n'y a ni faille ni roche dure dont la présence puisse justifier ces pentes anormales non seulement du puits n° 2, mais de tout l'ensemble de ces 27 ares. Le cas de Voort est donc encore plus impressionnant que celui de Beeringen et, je le répète, ce sont les deux seuls où pareille étude puisse être faite avec les données actuelles.

On le voit donc, la prudence s'impose quand on veut s'appuyer sur des données fort écartées pour en tirer des conclusions sur l'influence des failles houillères sur la base des morts-terrains. La prudence commande la même réserve quand il s'agit de données rapprochées, même nombreuses.

Je ne terminerai pas ce travail sans remercier cordialement tous les Directeurs de charbonnages campinois qui, sans aucune exception, m'ont fourni tous les renseignements qu'ils possédaient. C'est d'ailleurs le même accueil que reçoivent tous les travailleurs qui vont étudier cette région si neuve et déjà si riche pourtant en faits intéressants.

---

(1) M. Van Houche a bien voulu me fournir la cote absolue rectifiée de la plateforme au sondage 23 qui est de — 551<sup>m</sup>,60 alors que d'après la coupe publiée dans les *Annales des Mines*, t. VIII, p. 510, elle serait de — 558 mètres, ce qui aurait donné une pente kilométrique fantastique.





Planche I

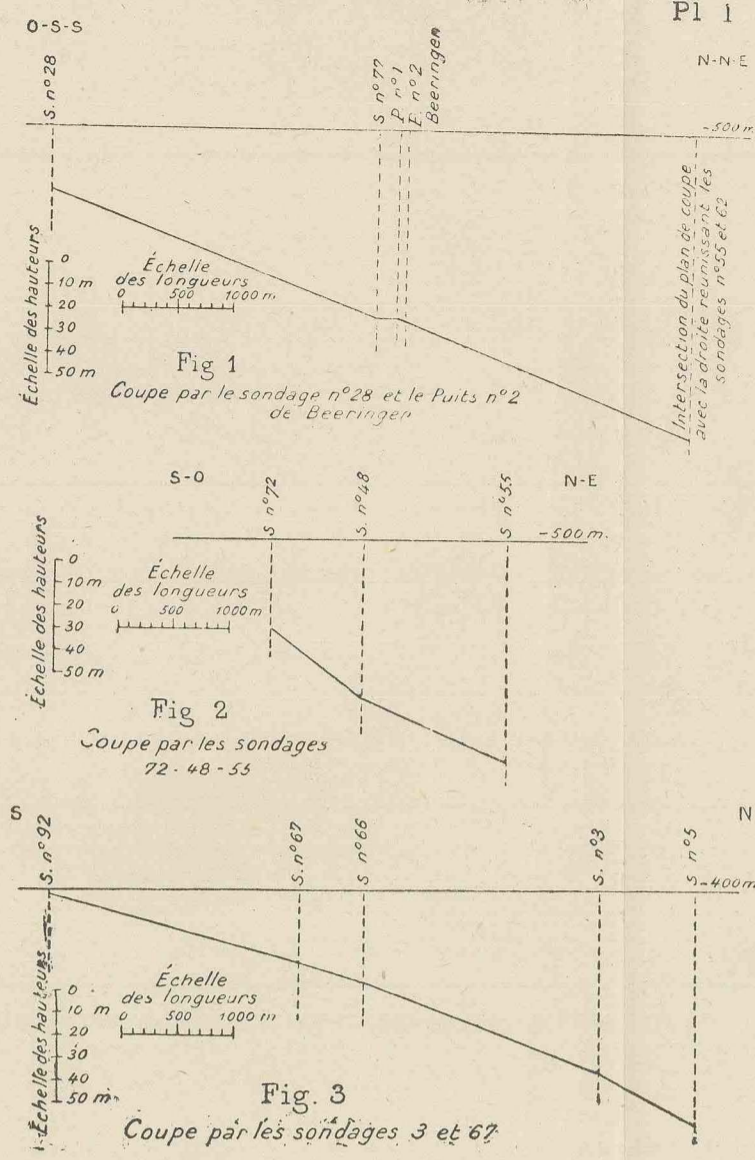


Planche II

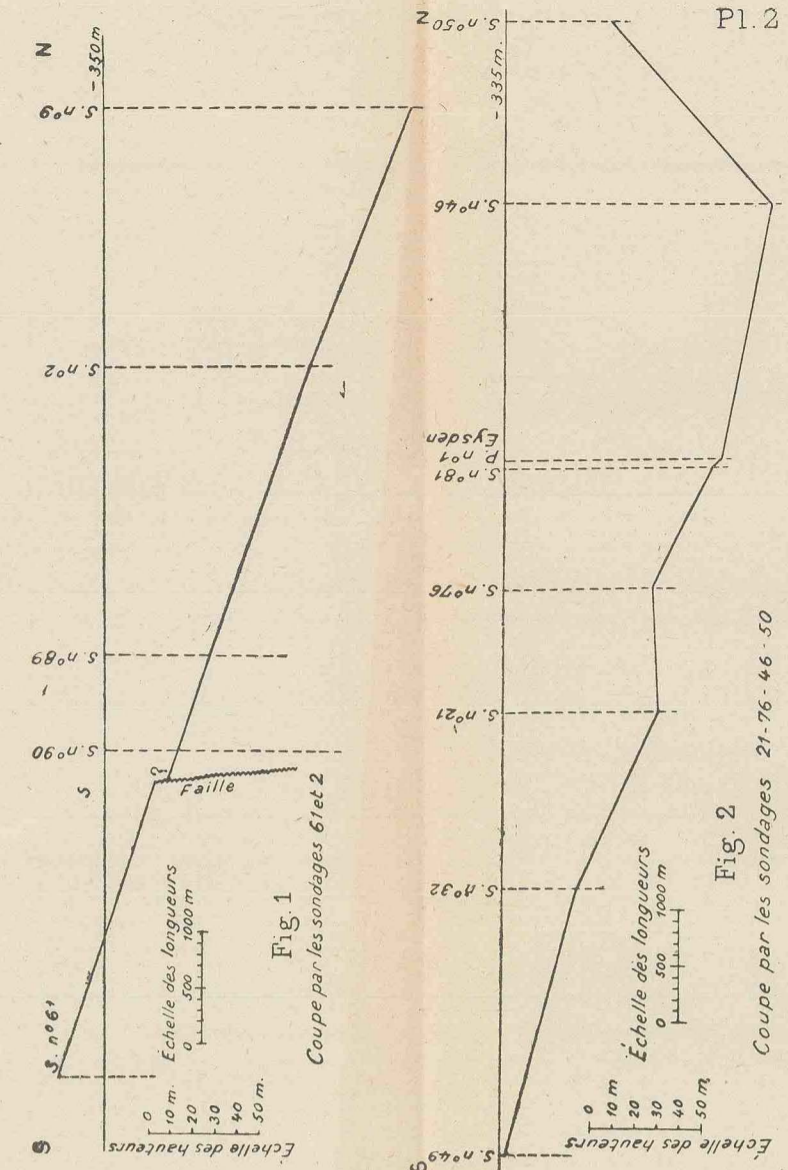


Planche III

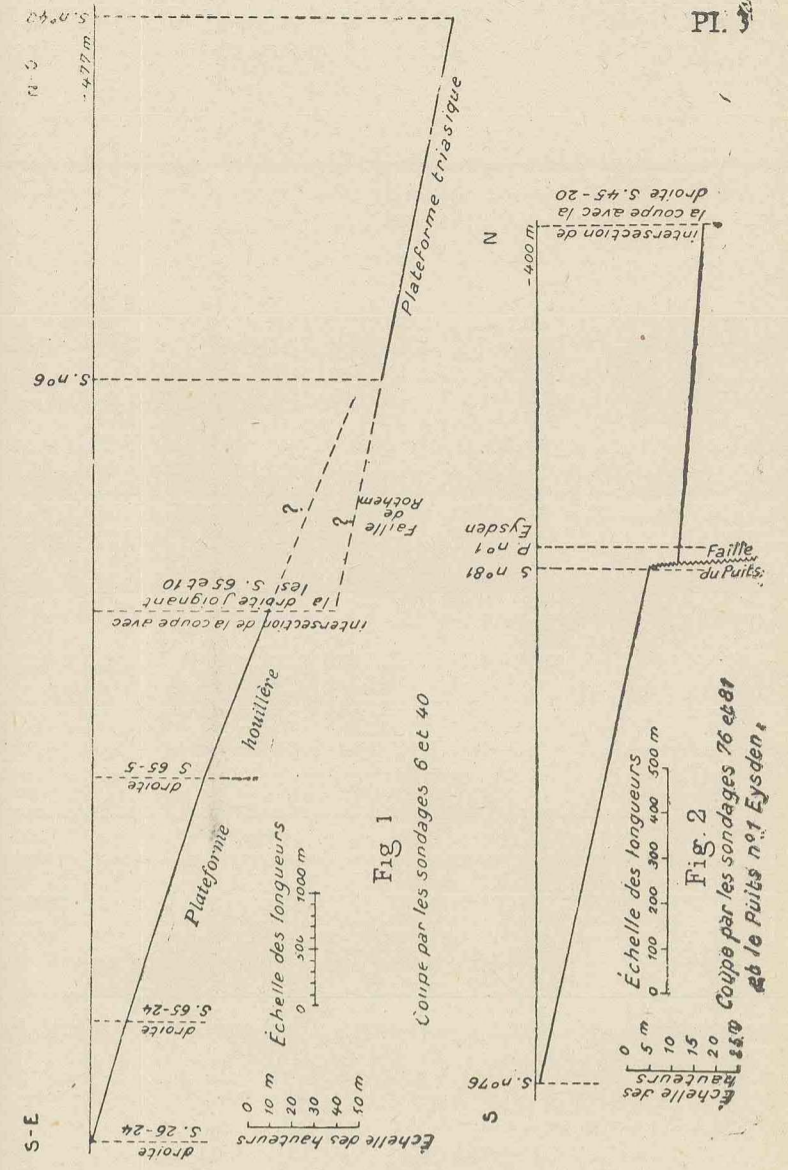


Planche IV

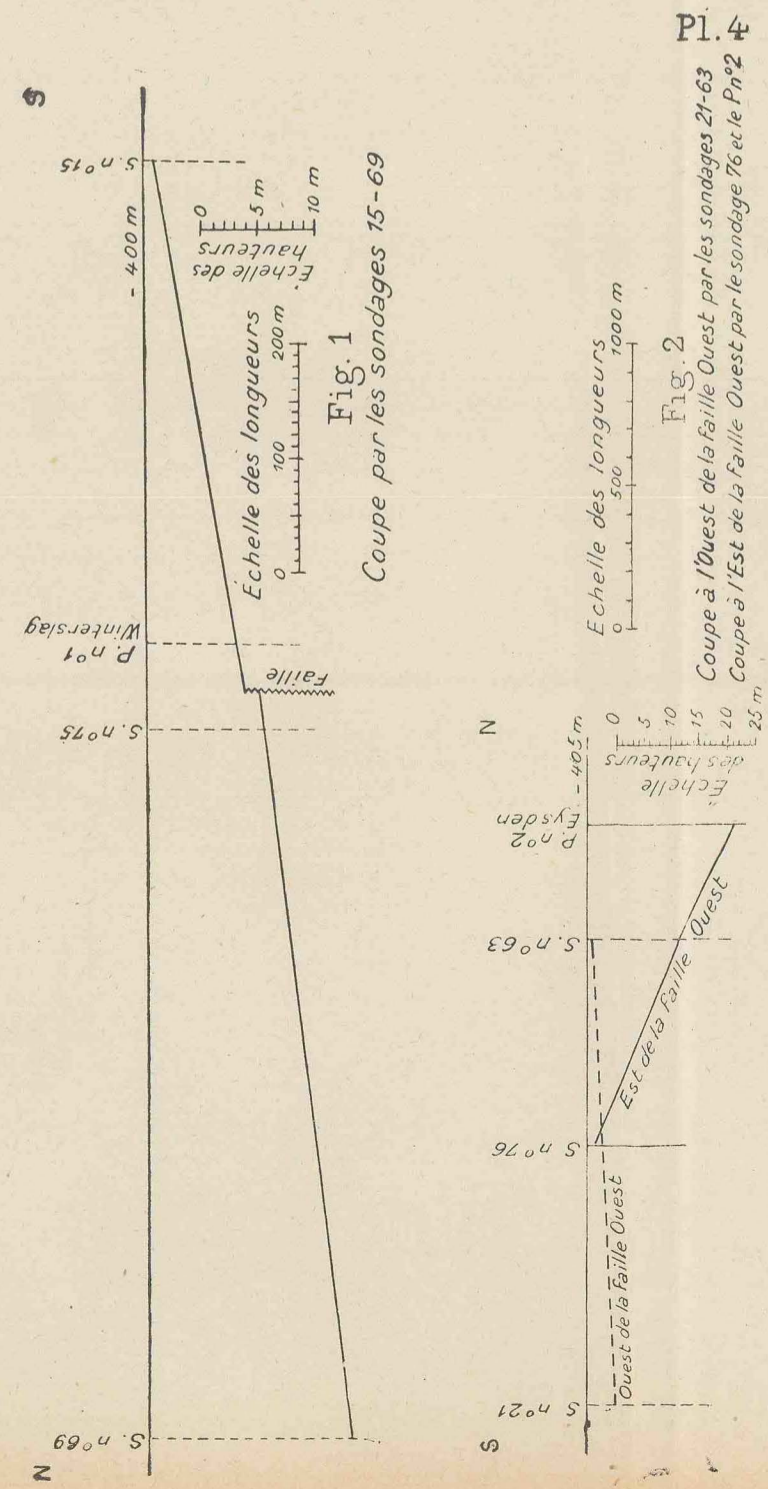
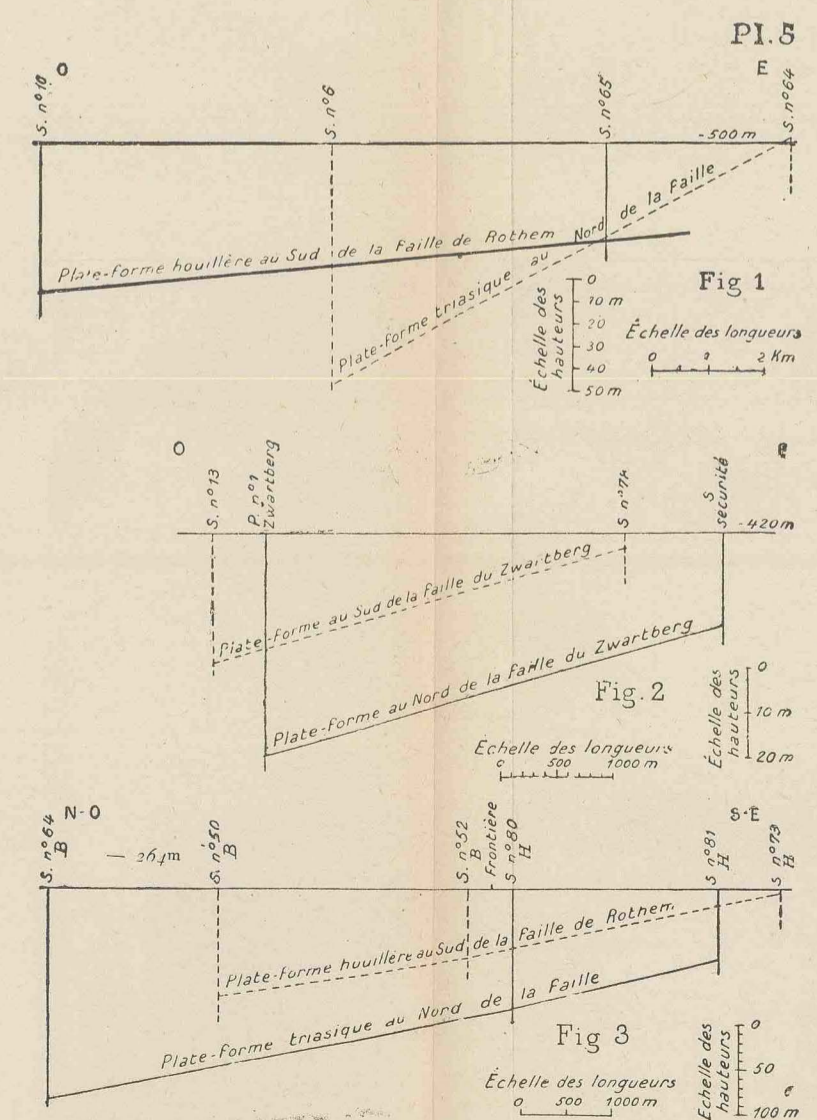


Planche V





Avec le Draeger, il n'inspire que de l'oxygène, qui lui sera donc nécessaire à raison d'un litre et demi environ par minute;

La bouteille est munie d'un robinet et d'un détendeur dont nous verrons plus loin l'utilisation;

2° Un sac respiratoire servant d'accumulateur et de régulateur d'air;

3° Une cartouche de potasse caustique;

4° Un embout avec serre-nez.

Le serre-nez et l'embout spécial introduit dans la bouche empêchent toute respiration extérieure; mais ils permettent une respiration artificielle au moyen d'oxygène. A cette fin, partent de l'embout buccal deux tuyaux flexibles, l'un servant à l'inspiration, l'autre à l'expiration.

Le tuyau inspirateur communique au moyen d'une soupape avec le sac respiratoire d'une contenance de 7 litres d'oxygène. Le tuyau respiratoire communique également au moyen d'une soupape, avec une boîte de potasse caustique, au contact de laquelle l'air respiré se débarrasse de son anhydride carbonique et rentre ensuite, purifié, dans le sac respiratoire. Il s'y mélange avec de l'oxygène provenant de la bouteille bombonne. Le détendeur spécial annexé à la bouteille réduit la pression à trois atmosphères et laisse passer l'oxygène dans le sac avec un débit constant de 1 litre et demi à la minute (fig. 3 ci-après).

Chaque fois que le sujet fait une inspiration, ce mouvement ouvre une soupape et l'oxygène venant du sac pénètre dans les poumons; par le mouvement expiratoire, au contraire, cette soupape se ferme, une autre s'ouvre et l'air expiré passe, par le tuyau d'expiration, à travers la potasse caustique, pour retourner ensuite dans le sac respiratoire. Il est alors débarrassé de son anhydride carbonique, mais non de l'azote.

Un dispositif spécial augmente automatiquement le débit d'oxygène quand les inspirations sont plus profondes et les besoins d'oxygène plus considérables. Enfin, un dosage de secours est commandé par une petite soupape se trouvant à la ceinture du sauveteur. En appuyant sur le bouton, on introduit une certaine quantité d'oxygène dans le sac. Un petit manomètre indique à chaque instant la quantité et la pression de l'oxygène restant dans la bombonne.

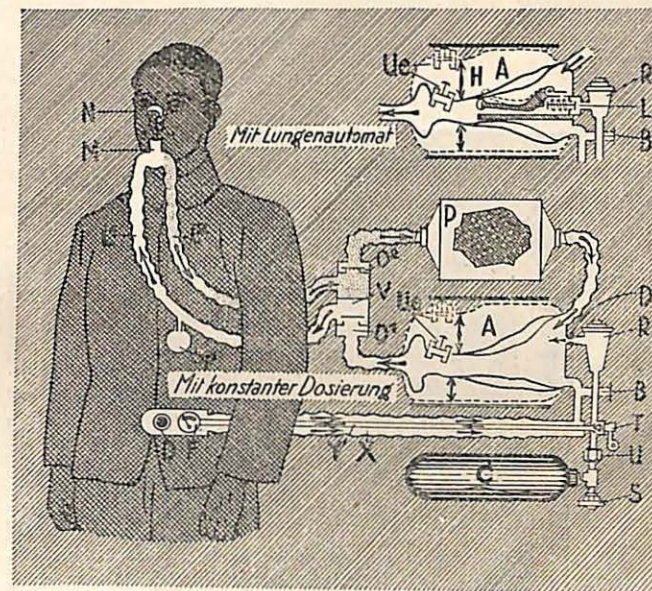


Fig. 3. — Schéma du fonctionnement du Draeger.

Indépendamment des appareils Draeger, les centrales sont munies d'appareils à vent soufflé, d'un rayon d'action de 25 à 100 mètres, destinés aux accidents peu importants.

## II. — Moyens de transport.

Pour permettre le transport rapide du matériel et du personnel du poste central de sauvetage vers l'endroit d'une catastrophe, les centrales disposent d'une voiture automobile toujours tenue en état de départ. Cette voiture permet le transport de huit ou dix sauveteurs; elle est munie de dix appareils Draeger, d'une réserve d'oxygène et de soude caustique suffisante pour l'emploi simultané des appareils pendant six heures (fig. 4).

## III. — Salle d'entraînement.

Pour permettre l'éducation des sauveteurs, ainsi que nous le dirons plus bas, chacune des centrales possède une salle dite salle d'exercices ou d'entraînement. Celle-ci comporte des galeries de mine, des plans inclinés, des voies d'accès, des voies pour



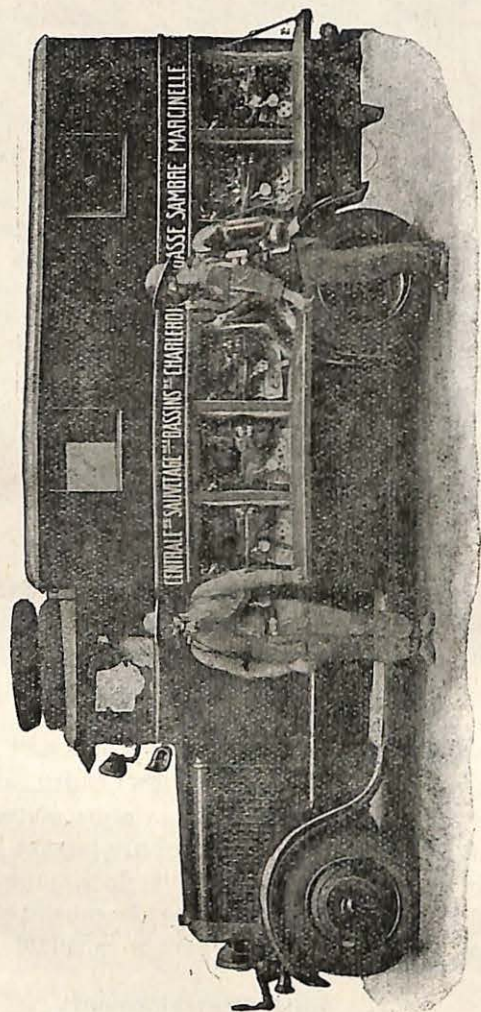


Fig. 4. — L'automobile de secours de la station de Marcinelle.

wagonnets, etc., aménagés pour réaliser, autant que possible, dans le local d'expériences, les conditions du travail dans la mine.

Voici le détail descriptif de la salle d'expérience de Marcinelle : « Le local, qui a 18 mètres de long et 6 de large, comprend deux étages. Au rez-de-chaussée se trouve une voie d'accès boisée avec rails donnant accès à un plan incliné à 22° allant au premier étage. Celui-ci comporte deux voies de niveau boisées également respectivement de 80 cm. et 1 m. 10 de hauteur. Un burquin fait communiquer le rez-de-chaussée avec ces travaux. Le rez-de-chaussée en entier et les voies du premier étage peuvent être remplis de fumée à l'aide d'un fourneau disposé à l'extérieur. Afin de pouvoir surveiller à tout instant les sauveteurs qui évoluent dans l'atmosphère enfumée, une galerie étanche a été réservée tout autour du premier étage, des vitres épaisses, disposées à distance convenable, permettent de suivre les exercices sans être incommodé. Des dalles de verre, enchâssées dans le plafond du rez-de-chaussée, complètent le dispositif. »

A Ressaix : « La salle d'exercice comprend une galerie de 12 m. x 6 x 4 m. divisée en deux compartiments à deux étages. L'étage inférieur a 3 mètres de hauteur. L'étage supérieur, auquel on accède au moyen d'échelles, oblige les sauveteurs à circuler courbés. Les couloirs sont éclairés au moyen de lampes électriques. Autour de la galerie sont établies des portes et des fenêtres de secours que les sauveteurs peuvent facilement ouvrir si l'un d'eux se sentait incommodé. Une salle d'observation, avec baies vitrées, permet de surveiller les sauveteurs. »

A Frameries : « Le local, qui a 12 mètres de long, 5 mètres de large et 5 m. 80 de haut comprend deux étages. Au rez-de-chaussée se trouve une double marche de 8 mètres de long, avec double plaque-à-cœur à chaque extrémité pour les manœuvres avec les chariots; le rez-de-chaussée comprend également de chaque côté dans le sens de sa longueur une voie boisée respectivement de 0 m. 90 et 0 m. 80 de hauteur, donnant accès au moyen d'une trappe de 60 cm<sup>2</sup> d'un côté à un plan incliné de 23° et de l'autre à plan incliné de 32° allant tous les deux au premier étage. Celui-ci comporte un burquin boisé également de 0 m. 65 et 0 m. 85 de hauteur et d'un autre côté une échelle



verticale; tous deux font communiquer le rez-de-chaussée avec les travaux de l'étage. Cette salle peut être remplie de fumée à l'aide d'un fourneau disposé à l'extérieur. Afin de pouvoir surveiller à tout instant les sauveteurs qui évoluent dans l'atmosphère enfumée, il existe une place d'observation séparée de la salle par un pan vitré bien étanche, de presque toute la largeur de cette salle, et on peut encore les observer de l'extérieur dans le sens de la longueur au moyen de vitres. »

Outre ce matériel, les centrales disposent encore d'une série d'appareils de secours : appareils de respiration artificielle de Panis, Pulmotor, boîte de secours, etc.

#### IV. — Personnel de sauvetage.

Ce personnel comporte :

a) Un groupe de *sauveteurs permanents*, attachés à la Centrale, de garde de jour et de nuit, périodiquement renouvelé. En cas d'alerte, ces sauveteurs équipés l'appareil Draeger au dos, sont emportés par l'automobile sur le lieu du sinistre.

b) Des *sauveteurs attachés aux différents sièges*, ceux-ci devant, avec les permanents, coopérer au sauvetage.

Tout ce personnel de sauvetage reçoit, au siège de la Centrale, une éducation particulière en vue du rôle spécial qui lui est dévolu. Le programme enseigné comprend une partie théorique comportant l'étude descriptive et le maniement des appareils, la composition de l'air des mines, des gaz asphyxiants, les moyens de secours, etc.

Une partie pratique permet à ces travailleurs de se familiariser avec le port de l'appareil, le montage, le démontage des pièces, etc. On les soumet ensuite à une série progressive d'exercices sur place, en marchant, en rampant, à l'air libre, puis dans l'atmosphère enfumée.

Une partie d'entraînement a pour but de conserver aux sauveteurs la connaissance parfaite de leur métier et de leur donner l'habileté que pourra requérir la mise en pratique de leur formation spéciale.

#### EXAMEN MEDICAL

Le travail de l'ouvrier portant au dos et en action un appareil respiratoire, type Draeger ou autre, est toujours un travail périlleux et difficile; le sauveteur se trouve dans des conditions physiologiques toutes particulières, qui exigent une intégrité physique aussi complète que possible et un équilibre psychique parfait.

A ce dernier point de vue, il importe de noter que ne peut pas être sauveteur qui veut. Combien de personnes se sentent angoissées quand elles se trouvent dans une atmosphère quelque peu altérée? L'impression d'une insuffisance d'air agite, émotionne certains sujets qui se débarrassent brusquement de toute entrave. Le simple fait, qu'exigent certains appareils respiratoires, de pincer le nez et de ne tolérer que la respiration buccale, rend beaucoup d'hommes incapables de supporter un masque. Ajoutons-y enfin la crainte qu'inspire à certains l'impossibilité de parler ou de crier dès que l'appareil est en œuvre.

Nous avons estimé que l'examen médical confié aux médecins du Service médical du Travail devait être aussi complet et aussi détaillé que possible; il fallait, en effet, procurer aux ouvriers sauveteurs toutes les garanties nécessaires quant à leur état de santé et leur donner l'assurance qu'ils sont aptes à se livrer sans danger spécial aux opérations délicates qu'on attend d'eux; il fallait d'autre part donner aux dirigeants des mines la conviction que les sauveteurs qu'ils enverront dans les puits sinistrés pourront y accomplir l'effort considérable requis dans ces circonstances tragiques, et que le nécessaire sera accompli sans hésitation pour sauver des existences menacées.

(Voir modèle page suivante).

L'examen médical, tel qu'il fut pratiqué, comporte l'examen général du sujet pour le dépistage des infirmités apparentes; la recherche de l'intégrité de l'ouïe et de la vue.

Pour les poumons, outre l'examen clinique habituel, les candidats ont été soumis à la recherche de la capacité respiratoire au moyen du spiromètre de Verdin. Pour l'étude de la pression sanguine, il a été fait usage de l'oscillomètre de Pachon.



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU TRAVAIL  
ET DE LA PRÉVOYANCE SOCIALE

Examen médical des sauveteurs des mines.

Centrale ..... Numéro .....

Date de la visite .....

Nom et prénoms .....

Age..... Travaillant à .....

Détail du métier exercé .....

---

Etat général .....

Infirmités .....

Maladies de la peau ..... Hernies ..... Varicocèle .....

Varices .....

Appareil respiratoire .....

Spirométrie .....

Appareil circulatoire .....

Pouls .....

Pachon .....

Système nerveux .....

Acuité visuelle : O. D. .... O. G. ....

Acuité auditive .....

Constations diverses .....

Décision : Apte ..... Inapte .....

*L'Inspecteur-Médecin,*

N. B. Souligner le motif du refus.

RESULTAT DES EXAMENS MÉDICAUX.

Centrale de Marcinelle.

Les examens médicaux ont été pratiqués par les inspecteurs-médecins du travail Demolin et Gengoux : 499 hommes ont été présentés.

Parmi ces 499 candidats examinés, 89, soit 17 p. e., furent reconnus insuffisants pour leur permettre de se livrer aux entraînements nécessités par les manœuvres de sauvetage.

Nous donnons ci-dessous les différents motifs de refus, ainsi que l'âge des inaptes.

I. — Affections pulmonaires

N° 19	37 ans	Bronchite double. — Gazé de guerre.
20	40 »	Bronchite chronique; expectoration abondante — lobe moyen droit silencieux.
21	36 »	Bronchite : zone de respiration très obscurcie à la base droite.
22	39 »	Bronchite chronique et asthme.
23	39 »	Bronchite sommet gauche.
24	30 »	Pleurésie aiguë récente.
25	46 »	Pleurésie purulente à l'âge de 25 ans; opération, reste une cicatrice sous laquelle on sent la plèvre pariétale.
26	29 »	Craquements sommet droit. Suspect de T. P.
27	39 »	T. P.
47	26 »	T. P.
43	28 »	Sequelles pleurésie droite.
44	35 »	Asthme. — Hernie inguinale.
46	33 »	Bronchite des sommets (T. P.?).
48	35 »	Pleurésie base droite.
49	36 »	Bronchite chronique, difformité thoracique et affaissement à droite.
50	38 »	Suspect de T. P.
51	27 »	Suspect de T. P.
54	28 »	Gazé de guerre.
55	42 »	Ancienne plaie perforante base du poumon gauche.
57	35 »	Bronchite. — Emphysème.



- 65 25 » Bronchite sommet droit.  
 68 39 » Bronchite chronique.  
 70 38 » Pleurésie purulente ancienne (sequelles).  
 72 38 » Affaissement hémithoracique droit. Râles de  
 bronchite.  
 80 39 » Sequelle d'emphysème.  
 81 45 » Bronchite.  
 83 38 » Emphysème.  
 87 38 » Bronchite droite.  
 88 46 » Ancienne pleurésie droite.

#### II. — Affections cardiaques.

- N° 15 30 ans Insuffisance mitrale.  
 16 27 » Insuffisance mitrale.  
 17 31 » Tachycardie. — Extrasystoles.  
 18 35 » Tachycardie. — Tension différentielle peu éle-  
 vée.  
 13 40 » Hypertension (23) avec hypertrophie du cœur.  
 — Troubles de décompensation.  
 58 39 » Pouls inégal — irrégulier — essoufflement.  
 84 42 » Troubles du rythme.

#### III. — Troubles de la pression artérielle.

- N° 11 51 ans Hypertension. — Clangor.  
 12 50 » Hypertension. — Dyspnée.  
 14 40 » Hypertension simple.  
 35 39 » Hypotension (11-10) débilité.  
 36 35 » Hypotension (10-8) dyspnée.

#### IV. — Affections de la vue.

- N° 32 29 ans Taie cornéenne étendue à droite.  
 33 26 » Nombreuses taies aux deux yeux.  
 64 33 » Diplopie.  
 66 25 » Troubles vue suite explosion de poudre.  
 71 36 » Taies. — Diplopie.

#### V. — Affections de l'ouïe.

- N° 62 36 ans Otite. — Acuité auditive nulle à gauche;  
 réduite à droite.

#### VI. — Troubles nerveux.

- N° 38 33 ans Minus habens.  
 40 35 » Emotivité et tachycardie considérables.  
 41 29 » Palpitations émotives.  
 77 28 » Sciatique.

#### VII. — Varices.

- N° 28 49 ans Volumineuses varices jambe gauche.  
 29 45 » Ulcères variqueux.  
 30 31 » Varicosités cuisse avec tendance hémorragique.  
 31 28 » Varices volumineuses de la saphène.  
 53 34 » Varicocele volumineux.

#### VIII. — Hernies.

- N° 1 49 ans Hernie inguinale.  
 2 39 » Hernie inguinale.  
 3 39 » Hernie inguinale et varicocele.  
 4 33 » Hernie ombilicale.  
 5 30 » Hernie inguinale double.  
 6 28 » Volumineuse hernie inguinale.  
 7 26 » Hernie crurale.  
 8 24 » Hernie inguinale.  
 9 24 » Hernie inguinale.  
 10 23 » Hernie inguinale double.  
 59 43 » Hernie ombilicale.  
 67 35 » Hernie inguinale double.  
 69 27 » Hernie ombilicale.  
 73 33 » Hernie inguinale.  
 74 38 » Hernie inguinale.  
 75 33 » Eventration inguinale droite.

#### IX. — Infirmités.

- 78 35 » Hernie inguinale droite (récidive).  
 82 41 » Hernie musculaire.  
 89 42 » Hernie inguinale double.  
 39 28 » Atrophie musculaire marquée.  
 52 37 » Boiterie.  
 56 36 » Taille insuffisante. — Sequelles de fracture.



- 60 34 » Raideur main droite.  
 63 30 » Taille insuffisante (1 m. 54).  
 86 35 » Atrophie et réduction fonctionnelle bras gauche.

## X. — Divers.

- N° 34 47 ans Obésité considérable. — Essoufflement.  
 45 26 » Faiblesse complexion.  
 47 28 » Faiblesse complexion.  
 61 38 » Allongement de l'estomac. — Dénutrition.  
 76 34 » Psoriasis étendu.  
 79 33 » Opéré récemment d'appendicite.  
 37 26 » Opéré récemment d'appendicite.  
 85 27 » Ivresse.

Soit au total :

499 examens  
 410 aptes soit 83 %  
 89 inaptes, soit 17 %

se répartissant comme suit :

Affections pulmonaires . . .	29	soit 32 %	des incapacités
Affections cardiaques . . .	7	» 0.7 %	»
Hernies . . . . .	19	» 20 %	»
Troubles de la pression artérielle . . . . .	5	» 0.5 %	»
Troubles de la vue . . . . .	5	» 0.5 %	»
Affections de l'ouïe . . . . .	1		
Infirmités . . . . .	6	» 0.5 %	»
Troubles nerveux . . . . .	4		
Divers. . . . .	8		

Au point de vue de l'âge, les sujets présentés se répartissent comme suit :

moins de 20 ans . . . . .	néant
de 20 à 30 ans . . . . .	34 %
de 30 à 40 ans . . . . .	55.5 %
de 40 à 50 ans . . . . .	9.6 %
plus de 50 ans . . . . .	2

Il y a lieu de remarquer que le rythme du nombre des inaptes a marqué une tendance décroissante au fur et à mesure que se continuaient les séances d'examens médicaux. Ce fait est dû

à ce qu'au début, aucune sélection préalable n'était faite parmi les ouvriers avant leur envoi aux visites : dans la suite, au contraire, on écartait à l'avance les inaptes avérés.

L'âge des inaptes se répartit comme suit :

De 20 à 25 ans . . . . .	3
De 25 à 30 ans . . . . .	21
De 30 à 35 ans . . . . .	16
De 35 à 40 ans . . . . .	30
De 40 à 45 ans . . . . .	2
De 45 et plus . . . . .	8

Ce relevé montre qu'il est impossible d'attacher à l'âge la valeur d'un critère appréciable.

Au moment où les examens médicaux furent institués, nous avons cru qu'il serait possible de soumettre les candidats aux diverses épreuves médicales après l'exécution d'un certain travail avec l'appareil Draeger. Les médecins inspecteurs durent bientôt abandonner cette façon de faire, les quelques essais qu'ils avaient fait ayant été peu encourageants; il faut, en effet, comme nous le disions plus haut, autre chose qu'une intégrité physique complète pour faire un sauveteur; il faut un équilibre nerveux parfait et, surtout, un entraînement lent et progressif. Voici quelques exemples qui le démontrent et que nous cite le Docteur Gengoux :

Un homme de 42 ans, très robuste, pesant 76 kilos, mesurant 1 m. 75, ne présente rien d'anormal à l'examen médical : pouls 75 à la minute, capacité respiratoire 3 l. 800. On le soumet à un exercice de cinq minutes consistant à couper du bois avec l'appareil Draeger au dos, non raccordé et masque à vent soufflé devant la figure. A l'examen trois minutes après la fin de l'exercice, le sujet se déclare anormalement fatigué, il présente une polypnée marquée et un pouls à 140 — après un repos complet de sept minutes, le pouls est encore à 120, et après dix minutes à 116.

Un autre ouvrier, également en parfait état de santé et de constitution robuste, présente les mêmes troubles avec un pouls à 123 après cinq minutes de repos, à 110 après dix minutes.

Un troisième, cinq minutes après l'exercice présente 132 de pouls, dix minutes après, 106, alors que son état normal est 66.



Le Docteur Demolin dut également renoncer aux examens après exercices :

« Nous avons rapidement abandonné le premier procédé en raison des conditions trop anormales dans lesquelles se trouvèrent les hommes soumis à l'examen après un travail varié et soutenu, simulant un sauvetage.

L'examen du cœur offrit de grandes difficultés : un rythme arbitraire, une révolution cardiaque déroutante, des bruits du cœur accompagnés de souffles d'effort, de claquements violents; des palpitations, de la dyssystolie, de la pâleur du visage; la couleur des lèvres et des extrémités des doigts, etc., toutes ces particularités intéressantes et rencontrées si subitement chez ces hommes ne permirent plus de porter un jugement adéquat sur la valeur fonctionnelle du cœur et son aptitude à l'effort.

Il en fut de même pour l'appareil respiratoire : les symptômes furent si variables après ces exercices que les méthodes d'examen et d'analyse habituelles ne renseignèrent que défec-tueusement sur la valeur de l'arbre aérien et de ses annexes.

L'exploration directe et indirecte se réduisit à une valeur nulle. Ainsi :

1. L'attitude devint chez quelques-uns celle d'hommes rapidement surmenés;
2. Le faciès prenait l'expression de fatigue rencontrée chez les grands fatigués;
3. La dyspnée persistait parfois hors de proportions;
4. Une toux spéciale chez quelques-uns se manifestait sans qu'on put la rattacher formellement à tel ou tel trouble;
5. Chez d'autres la voix fut affaiblie;
6. D'autres encore présentaient une expectoration spumeuse, mélangée à des poussières de couleurs diverses;
7. Le murmure vésiculaire tant aux sommets qu'aux bases, était voilé et troublé par des bruits glottiques ou buccaux;
8. La spirométrie était réduite la plupart du temps.

Un coup d'œil jeté sur ce petit tableau d'anomalies rencontrées dans de pareilles conditions d'examen suffit pour comprendre l'importance d'une exploration à faire dans le calme et voisins des conditions du travail normal. »

Il résulte de ces expériences que les troubles présentés par les ouvriers ne sont pas toujours imputables à un état de santé défectueux; on doit les attribuer souvent à des causes psychologiques, à des conditions physiologiques inaccoutumées, à l'effet constrictif de l'appareil et au manque de discipline respiratoire. Il résulte de l'expérience également que ces troubles s'atténuent rapidement au fur et à mesure que le sujet s'habitue à ce travail spécial et finissent par disparaître assez vite, dans la généralité des cas.

L'examen médical permet donc simplement d'éliminer les inaptes physiques; on ne peut *a priori* affirmer que tel sujet sain en apparence sera un sauveteur habile. Autre conclusion découlant de ces constatations, l'entraînement des sauveteurs doit être extrêmement prudent, gradué lentement; on ne doit leur permettre le travail avec le Draeger raccordé qu'après une pratique les ayant familiarisés complètement avec l'appareil; il faut enfin observer avec beaucoup d'attention les premières épreuves en atmosphère irrespirable.

Le Docteur Gengoux signale qu'il résulte de ses examens que, la capacité respiratoire moyenne au spiromètre étant de 3.500 cm<sup>3</sup>, à peu près 15 % des ouvriers examinés dépassaient 4.000 cm<sup>3</sup> et plusieurs atteignaient 5 litres. Le médecin du travail fut également frappé par le nombre de sujets (au moins 20 %) présentant un obscurcissement marqué du murmure vésiculaire avec, à la percussion, une sonorité normale ou même exagérée (emphysème) dans une notable partie d'un ou des deux champs pulmonaires. Ces ouvriers avaient par ailleurs tous les signes d'une santé excellente et leurs antécédents ne recélaient aucune tare. C'était chez eux cependant que l'on trouvait souvent au spiromètre des chiffres inférieurs à 3.500. Il eût été intéressant de pouvoir soumettre ces sujets à un examen radiographique. Chez les mineurs examinés, la tension artérielle atteint et dépasse fréquemment 15 de maxima (45 à 50 %) avec 8 de minima, bien que leur âge soit en général inférieur à 40 ans.



**Centrale de Ressaix.**

M. le Médecin-Inspecteur Gengoux a examiné à cette Centrale 142 ouvriers, répartis comme suit au point de vue de l'âge :

moins de 20 ans . . .	1 ouvrier
de 20 à 30 ans . . .	60 %
de 30 à 40 ans . . .	30 %
de 40 à 50 ans . . .	10 %
au delà de 50 ans . . .	néant

Le nombre des inaptes n'a été que de 7, soit une proportion beaucoup plus faible qu'à Marcinelle, résultant d'un triage plus effectif avant la visite à la Centrale.

**Affections respiratoires.**

N° 1	39 ans	Respiration obscure au sommet droit. Débilité. Spiromètre : 2.000.
2	37 »	Respiration obscure aux deux sommets. Spir. 2.000.
3	27 »	T. P. sommet droit.
4	27 »	Suspect de T. P. Ancienne Pleurésie.
5	26 »	Ancien pulmonaire (Pleurésie). Spiromètre 2.000.

**Hernies.**

N° 6 38 ans Hernie inguinale.

**Affections de la vue.**

N° 7 29 ans Taie étendue œil droit (acuité nulle).

**Centrale de Frameries.**

Les examens médicaux furent pratiqués par M. l'Inspecteur-Médecin principal Goessens. Leur nombre s'est élevé à 395 avec 22 refusés, soit 6 %.

L'examen médical consistait :

- 1° En un examen général avant l'exercice, avec prise de la tension sanguine et mesure de la capacité respiratoire;
- 2° En un second examen au cours ou après l'exercice, avec prise du pouls et de la pression sanguine.

**I. — Affections respiratoires.**

N° 8	26 ans	Affection des bronches. — Râles.
9	41 »	Râles pulmonaires humides.
14	34 »	Râles humides et secs dans les deux poumons.
16	35 »	Craquements et râles pulmonaires.
17	29 »	Craquements et râles pulmonaires.
21	31 »	Sequelle de pleurésie.
22	32 »	Craquements aux sommets pulmonaires.

**II. — Affections circulatoires.**

N° 5	57 ans	Souffle mitral.
4	39 »	Pouls avant exercice 78 — pendant : 100 irrégulier. Faux pas.
7	43 »	Souffle mitral.
10	47 »	Souffle mitral.
15	47 »	Pouls irrégulier à 120 pendant l'exercice.
18	29 »	Pouls avant exercice 80, irrégulier. Pendant l'exercice : 130 irrégulier. Faux pas.
1	48 »	Pouls 160 pendant l'exercice.

**III. — Troubles de la pression.**

N° 2	42 ans	Pression sanguine 19-10 (avant exercice); 25-10 après exercice).
3	35 »	Pression sanguine 22-10 avant; 23-10 après.
12	27 »	Pression sanguine 21-8.
13	33 »	Pression sanguine 19-10 — clangor.

**IV. — Hernies.**

N° 19 28 ans Hernie inguinale gauche.

**V. — Yeux.**

N° 6 35 ans Borgne œil droit.

**VI. — Divers.**

N° 11	43 ans	Hypertrophie considérable du foie.
20	34 »	Affection rénale.



Soit au total

395 examens

22 inaptes, soit 6 %

373 aptes, soit 94 %

se répartissant comme suit :

Affections pulmonaires . . . .	7, soit 33 %	des inaptes
Affections circulatoires . . . .	7, 33 %	
Troubles de la pression . . . .	4, 18 %	
Divers . . . . .	4 18 %	

Les remarques faites par le Docteur Goessens concordent entièrement avec celles émises par ses collègues MM. Demolin et Gengoux. Il nous signale avoir relevé au cours des examens après exercices une augmentation souvent notable des battements du cœur, ceux-ci devenant parfois irréguliers. La pression sanguine est le plus souvent augmentée au cours de l'exercice (de 1 à 6 points). Des cas d'abaissement de la pression ont été cependant notés. Dans deux cas, le pouls passait de 100 à 160 et devenait petit; dans deux autres cas, le pouls marquait 144 et 146.

Quelques incidents méritent de retenir l'attention : à deux reprises et en présence du médecin-inspecteur, le sauveteur avait fermé sans s'en douter le robinet d'arrivée d'oxygène de la bombonne. L'homme tomba immédiatement en commencement d'asphyxie. L'appareil fut aussitôt enlevé et cela suffit chaque fois à ranimer le mineur.

Il est évident que si l'incident ne s'était pas produit en présence de témoins immédiats, une syncope mortelle serait survenue rapidement. Il est à remarquer que ces incidents arrivèrent à des mineurs endossant l'appareil pour la première fois et que, n'ayant pas suffisamment compris les recommandations, ils avaient cru ouvrir le robinet d'amenée d'oxygène, alors qu'en réalité ils le fermaient.

Deux autres mineurs furent pris d'indigestion (vomissements) l'un après une demi-heure de travail, l'autre après une heure.

\* \* \*

Il semble acquis, d'après ces remarques et observations résultant d'une pratique d'une année, que :

1° Un examen médical très complet et très sévère doit être pratiqué avant d'admettre les ouvriers aux exercices de sauve-

tage en milieu irrespirable. Cet examen doit écarter les candidats dont l'intégrité n'est pas complète;

2° Une bonne santé physique n'est pas suffisante pour faire un bon sauveteur. Les éléments psychiques et nerveux interviennent de façon prépondérante;

3° L'entraînement des sauveteurs doit être extrêmement prudent, lent et progressif. Il doit être précédé d'une initiation complète au maniement des engins.

4° Le travail en milieu irrespirable doit être fait sous une surveillance très sévère;

5° Le personnel enseignant doit être particulièrement prudent et au courant de tous les incidents qui peuvent se produire;

6° Il importe que l'on trouve sur place le matériel nécessaire pour les soins à donner aux victimes éventuelles (appareils de respiration artificielle, médicaments spéciaux, etc.).



# Le dépoussiérage des fumées à la Centrale Electrique de Farciennes

par J. VENTER,  
Ingénieur des Mines, à Charleroi.

---

La Centrale de Farciennes appartenant à la Société Anonyme « Gaz et Electricité du Hainaut » a été construite en l'année 1925 et mise en service en juin 1926.

Elle comporte deux turbo-alternateurs de 10.000 KW. à 6.600 volts et cinq chaudières « Babcock et Wilcox » de 404 mètres carrés de surface de chauffe, équipées au charbon pulvérisé par la Société « La Combustion Rationnelle et Fours Stein ».

L'épuration des fumées était prévue dès la mise en marche de l'usine. Chaque chaudière était munie d'un turbo-filtre dépoussiéreur. Le croquis ci-après (fig. 1) montre la coupe schématique de ces appareils, dont le fonctionnement repose sur la séparation des particules solides par la force centrifuge. Il s'agit dans ce cas d'un centrifugeur statique.

Les gaz y pénétrèrent verticalement de haut en bas, rencontrent une pièce de fonte de section horizontale circulaire et portant à sa face supérieure des aubages incurvés. Ceux-ci forcent le fluide à suivre à grande vitesse une trajectoire courbe; les poussières sont projetées sur la paroi enveloppe, d'où elles retombent dans une trémie, tandis que les gaz épurés reviennent sous la pièce de fonte, vers le centre de l'appareil, puis vers le ventilateur et la cheminée.

On garantissait une perte de charge inférieure à 18 millimètres d'eau en régime normal, et un rendement de 80 %, le rendement étant le rapport du poids des poussières captées au poids total des poussières entrant dans l'appareil.

A l'usage, on a constaté que la perte de charge prévue était largement dépassée, au point de compromettre le tirage de la chaudière; le rendement était loin d'être atteint.



En présence de ce résultat, la direction de l'usine décida d'équiper chaque chaudière avec deux turbo-filtres en parallèle; la perte de charge devait tomber au quart de sa valeur primitive, la vitesse

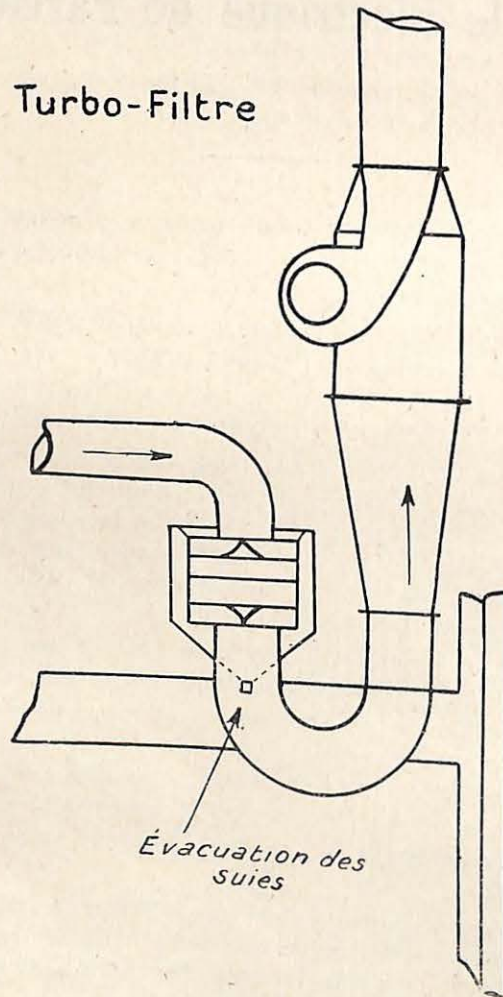


Fig. 1.

de passage des gaz étant moitié moindre pour un même débit à la cheminée. De plus, on espérait, en prolongeant le séjour des fumées dans les appareils, améliorer l'épuration. Certes, la force

centrifuge serait moindre; mais on diminuerait également la rentrée des poussières séparées dans les gaz turbinés, au moment de leur retour vers le centre de l'engin. De plus, la température de ces gaz serait moins élevée, d'où une diminution de leur viscosité et partant, de leur capacité d'entraînement.

Contrairement à ce qui se passe pour les liquides, la viscosité des gaz augmente avec la température.

Le résultat escompté fut partiellement atteint, en ce qui concerne la perte de charge, mais le rendement ne fut guère augmenté. Quatre chaudières, les numéros 1, 2, 3 et 5, furent équipées de la sorte.

N'était leur rendement trop faible, ces appareils seraient hautement recommandables par leur robustesse et l'absence d'entretien. Mais leur action est nulle sur des poussières en-dessous d'une certaine limite de grosseur et de densité.

Il fallait donc chercher dans une autre voie. L'usine se trouve à faible distance d'une agglomération importante: les habitants se plaignent de la chute de poussières dans leurs habitations, jardins, etc...

D'autres centrales d'ailleurs avaient le même problème à résoudre. S'inspirant des résultats atteints dans une chaufferie de charbonnage par un épurateur à voie humide, la direction de l'usine de Farciennes décida l'installation d'un appareil semblable: celle-ci fut terminée en avril 1927 sur la chaudière n° 4. L'épurateur était livré avec une garantie de 90 % de rendement. Le principe du fonctionnement est bien connu. Les fumées rencontrent une série de colonnettes en fonte, disposées en quinconce et le long desquelles on entretient un ruissellement d'eau. Dans l'appareil de Farciennes, la hauteur des colonnes est de 2<sup>m</sup>,80, leur section est inscriptible dans un carré de 10 centimètres de côté, les parois sont incurvées pour augmenter la surface de contact. Le tout est contenu dans un caisson en tôle. Les poussières sont captées par le filet liquide et conduites dans un bassin de décantation.

Au point de vue épuration, le résultat fut remarquable. Les fumées étaient nettement plus claires. On n'a pu mesurer exactement l'effet utile de l'appareil; ces mesures sont d'ailleurs, comme il est exposé plus loin, délicates et difficiles; mais il est



certain que le procédé était de loin supérieur au système primitif par voie sèche. Mais un inconvénient des plus sérieux se montrait à l'usage. Les boues constituées par les poussières captées et l'eau de lavage du dépoussiéreur étaient ramenées aux chasses d'eau réalisant l'enlèvement des cendres des foyers et, de là, renvoyées mélangées aux cendres de combustion, dans un bassin de dépôt.

Celui-ci se trouvait contenir après décantation, des cendres mélangées à une certaine proportion de carbone, qui les rendait inutilisables aux usages habituels. C'était donc à bref délai l'engorgement de la centrale.

Cette situation peut être moins grave au voisinage d'une grosse agglomération, où l'utilisation d'une cendrée, même impropre, est possible pour des usages secondaires tels que la confection de briques légères pour le cloisonnement des immeubles à bon marché.

De plus, en présence de l'anhydride sulfureux contenu dans les fumées, l'eau de ruissellement de l'appareil dépoussiéreur produisait de l'acide sulfurique qui corrodait toutes les parties métalliques avoisinantes. Cette difficulté aurait sans doute pu être éliminée, les recherches entreprises dans le but de trouver un métal adéquat et résistant à la corrosion avaient donné des résultats encourageants.

Mais les essais ne furent pas poussés à fond étant donné que la première objection citée ci-dessus rendait le système inapplicable dans le cas particulier de Farciennes.

On décida d'en revenir à l'épuration par voie sèche qui réalise les objectifs ci-après :

- 1°) réduire l'importance des bassins de décantation;
- 2°) obtenir des cendres exemptes de suie;
- 3°) repasser dans les chambres de combustion le mélange recueilli aux dépoussiéreurs.

1°) Les cendres du cendrier sont enlevées par un courant d'eau. Si, comme c'est le cas à Farciennes, les eaux cendreuses ne peuvent être évacuées immédiatement, il faut les décanter dans des bassins ad hoc et dans le cas du dépoussiérage à voie humide se rencontrent les inconvénients cités ci-dessus : pollution des cendres par le carbone et augmentation considérable du cube de produit pulvérulent à décanter.

2°) L'évacuation des cendres décantées est également un problème d'importance dans une grande centrale utilisant du charbon sale. Jusqu'à présent, les cendres sont cédées à des entreprises

de construction et de pavage qui les emploient en remplacement de sable. Mais le produit recueilli aux dépoussiéreurs de toute nature est mélangé de suie qui le rend impropre à ces usages. Cette seule considération justifierait de l'opportunité de repasser le mélange dans les chambres de combustion.

3°) La teneur en carbone des cendres recueillies dans les épura-teurs est de 35 % en moyenne. Si l'on note que ces appareils retiennent par heure de marche normale :

dans les turbo-filtres : 150 à 180 kilogrammes de mélange cendre-suie;

dans le caisson électrostatique décrit plus loin : 300 à 320 kilogrammes, cette quantité étant sensiblement la même pour l'appareil humide, on voit que le combustible récupérable n'est pas à négliger. Par rapport au combustible total utilisé, il représente 3 % dans les turbo-filtres et 6 % dans les deux autres systèmes.

L'expérience du rebrûlage des cendres a parfaitement réussi et, actuellement, les poussières recueillies par les appareils à voie sèche redescendent directement dans les foyers par une tuyauterie spéciale, de sorte que les seuls résidus évacués proviennent du cendrier inférieur et tiennent moins de 1 % de carbone. L'avantage est une amélioration de la qualité des cendres et une augmentation du rendement de la chaufferie. Ce dispositif condamne évidemment le dépoussiérage par voie humide qui, pour ces raisons, fut abandonné, d'autant plus que le système électrostatique, envisagé depuis longtemps par la direction, paraissait bien mis au point.

Le procédé d'épuration par la précipitation électrique des poussières n'est pas nouveau et est employé dans diverses industries pour la récupération des poussières précieuses (Voir à ce sujet l'article de M. Moureau, *Revue Universelle des Mines* du 15 février 1929, le rapport de M. Niedereau dans les *Annales des Mines*, 1928, t. XXIX, 2<sup>e</sup> livr., le rapport de M. Vrancken dans la même publication, 1925, t. XXVI, 3<sup>e</sup> livr.).

Il consiste à faire circuler le gaz à épurer entre deux électrodes.

L'électrode négative est un fil métallique, l'électrode positive est une paroi plane, circulaire ou polygonale, mise à la terre. La tension entre bornes est 30.000 à 100.000 volts. Les particules sont projetées sur la paroi et retombent par gravité. La théorie du système a fait l'objet de nombreuses communications.



Employé à l'épuration des fumées de chaufferies, le système électrostatique avait révélé un inconvénient sérieux.

Par suite sans doute de la facilité d'agglomération des cendres, celles-ci formaient fréquemment des croûtes d'épaisseur croissante sur la paroi positive. Or, la tension est voisine de la tension d'éclatement, de sorte que, si la distance diminue par la présence de ces croûtes, il arrive qu'une étincelle éclate ou même qu'un arc s'établisse.

Tout récemment, fin 1928, M. Pauthenier, Professeur à la Sorbonne à Paris, a trouvé une solution simple et élégante à cette difficulté.

Dans l'appareil Ostricourt-Pauthenier, les électrodes positives sont des plaques verticales parallèles et régulièrement espacées, entre lesquelles pendent les fils d'électrodes négatives. Le courant gazeux chemine horizontalement entre ces plaques. La nouveauté du système consiste à tendre parallèlement et à trois centimètres des électrodes planes, un treillis métallique à mailles de deux à trois centimètres, mis à la terre comme la plaque elle-même.

Les poussières repoussées traversent le treillis, mais comme la plupart des lignes de force aboutissent à ce réseau et non à la plaque, le champ est faible dans l'intervalle. Les particules y perdent leur vitesse, n'atteignent pas l'électrode et tombent régulièrement en chute libre. Autre détail d'importance : cet espace comporte de nombreuses cloisons verticales, perpendiculaires à la direction de marche des fumées. Il s'ensuit que les particules tombent en atmosphère calme en dehors du courant gazeux ; elles ne risquent pas d'être remises en suspension, ce qui se présente dans d'autres systèmes. Voir ci-après la représentation schématique d'une cellule de l'appareil et l'aspect intérieur d'un caisson en montage (fig. 2 et 3).

La largeur des mailles évite généralement le danger de colmatage de la grille, d'autant plus que celle-ci est soumise à un bombardement continu.

L'obstruction s'est cependant produite dans le cas de poussière de ciment ; on a tourné la difficulté en imprimant au réseau un léger mouvement de vibration.

On conçoit que, outre l'avantage provenant de la grille, l'appareil réalise par sa conception générale une solution avantageuse. Le métal des électrodes positives y est hautement utilisé, puisque

chacune agit par ses deux faces. La perte de charge est faible vu l'ampleur des sections de passage, elle est de l'ordre de 5 millimètres d'eau.

En août 1929, les dirigeants de la Centrale de Farciennes passèrent commande d'un tel appareil à la Société Anonyme « Fumivortité et Dépoussiérage Industriel » (FEDI) à Paris. Ce dépoussiéreur devrait remplacer l'épurateur à voie humide de la chaudière

### Dépoussiéreur Pauthenier Type horizontal

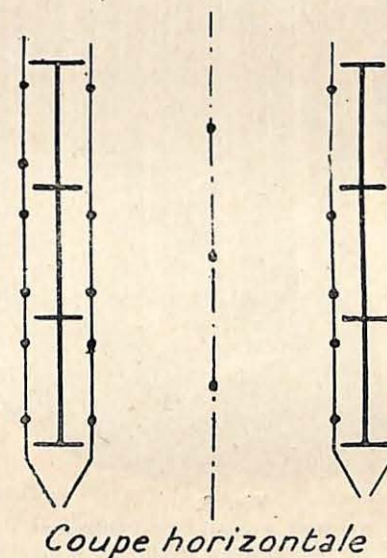


Fig. 2.

n° 4, les autres unités avaient conservé et possèdent encore les turbo-filtres du début. L'installation fut achevée en février 1930 et les essais commencèrent aussitôt.

Ils révélèrent une série d'inconvénients et de lacunes, inhérents à la mise en route de tout système nouveau.

L'écueil le plus sérieux, cause d'arrêts fréquents, est la rupture des électrodes fils, qui amène la mise en court-circuit par la partie



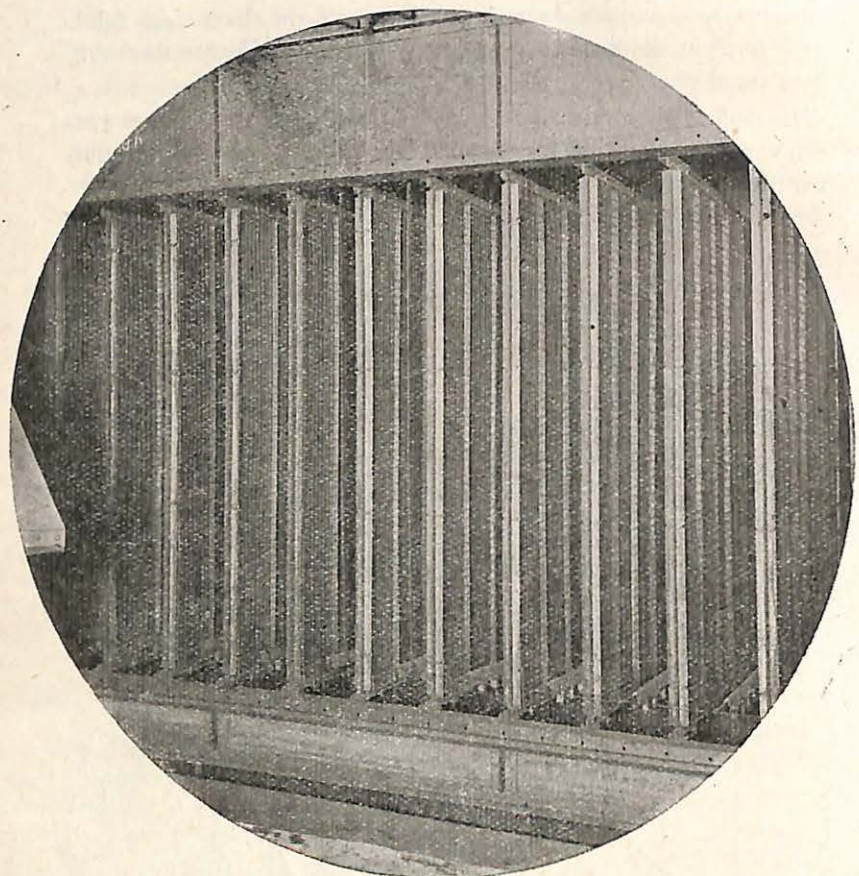


Fig. 3.

Vue intérieure d'un appareil « Ostricourt-Pauthenier » en montage. On distingue les électrodes-plaques, les grilles et le cloisonnement vertical qui assure la descente des poussières en atmosphère calme.

pendante du fil cassé. Ces fils doivent être minces pour obtenir un champ intense. Leur diamètre est de 0,5 millimètre et le poids tendeur est de 350 grammes. Sauf corrosion, on ne s'explique guère le motif de la rupture. Le constructeur et les dirigeants de l'usine ont essayé plusieurs espèces de fils inoxydables et obtenu une amélioration marquée.

La section des électrodes a été également étudiée. On envisage l'emploi, au lieu de fils ronds, de lames minces perpendiculaires au sens du courant. La section totale de l'électrode et donc la

résistance mécanique seront fortement augmentées tout en gardant, à la partie émettrice, un rayon de courbure faible, favorable à la production d'un champ intense. Des « claquages » d'étincelles se sont produits, sans rupture de fils. On les a attribués à des surtensions provenant du système redresseur de courant. La haute tension unidirectionnelle est obtenue en partant de l'alternatif à basse tension, au moyen de deux appareils. L'un est un transformateur élévateur de tension, l'autre est un commutateur synchrone tournant, qui connecte aux électrodes fils les tensions négatives au voisinage du maximum de chaque onde. Le courant obtenu est donc pulsatif.

La direction de la Centrale a augmenté la puissance du transformateur et inséré une résistance élevée dans le circuit à haute tension.

La tension prévue était de 45.000 volts; on a dû marcher à une tension moindre que l'on a augmentée à mesure de l'élimination des imperfections.

Actuellement, l'appareil est en fonctionnement continu et le résultat est remarquable. On pourrait croire parfois la chaudière inactive tant les fumées sont peu visibles.

Une modification d'un autre ordre, ayant en vue une épuration meilleure des fumées et l'amélioration du rendement de la chaufferie, a été décidée et appliquée déjà aux chaudières n<sup>os</sup> 3 et 5, en augmentant le volume des chambres de combustion. On conçoit que, pour une même quantité de gaz, la vitesse d'entraînement des fumées soit moindre, la quantité des matières solides qu'elles emportent diminue. On doit donc trouver plus de cendres au cendrier et moins dans les gaz. Le résultat a répondu largement à ces prévisions.

Il résulte de ce bref exposé que l'épuration des fumées d'une centrale à charbon pulvérisé mérite une étude approfondie, lors de l'établissement du projet de l'usine.

En n'envisageant que le seul point de vue financier, on voit les conséquences néfastes des tâtonnements et des modifications après coup. Le cas de Farciennes est certainement typique à cet égard : en moins de quatre ans, l'usine a fait appel aux trois principes actuellement connus de dépoussiérage forcé.

Ces essais multiples, ajoutés aux frais d'installation futurs des électro-capteurs pour l'ensemble de la chaufferie, représentent une dépense très élevée..



### Contrôle du rendement des appareils dépoussiéreurs.

Il est évidemment primordial de connaître le rendement d'un épurateur. C'est ce chiffre qui exprime en grande partie la valeur d'un appareil; il intervient de façon capitale dans les garanties données par le constructeur à l'exploitant. Un rendement plus ou moins élevé donnera des fumées plus ou moins claires au départ dans l'atmosphère.

Il convient cependant, au point de vue de la qualité des fumées émises, de ne pas exagérer l'importance du rendement. En somme, la nuisance d'une émission dépend uniquement de la quantité de poussières contenue par unité de volume. Or, cette « densité » est donnée par le produit de deux termes : l'un est fonction du rendement, l'autre est la densité à l'entrée de l'appareil. Ce dernier facteur est indépendant du dépoussiéreur, il découle du type général de l'installation, du combustible brûlé et de la conduite du feu.

1°) Dans certains types d'installations, la proportion de cendres recueillies au cendrier n'est que de 30 %. Le restant est entraîné dans les gaz.

Dans d'autres installations, cette proportion atteint 50 et même 70 %.

Il est clair qu'un dépoussiéreur ayant le même rendement déversera, dans le second cas, environ deux fois plus de cendres dans l'atmosphère que dans le premier cas.

2°) Si l'on augmente la teneur en cendres du combustible, la densité des poussières augmente également à l'entrée de l'épurateur.

3°) Enfin, si le tirage et la combustion sont activés, il y aura plus de vitesse au départ des gaz, plus de particules entraînées et encore une fois des fumées plus lourdes et plus chaudes à traiter.

Le rendement lui aussi peut varier pour diverses causes. Il diminuera si la température monte parce que la viscosité des gaz augmente. La finesse des poussières influence aussi leur captage. Dans tous les systèmes, le fait est toutefois peu marqué dans les épurateurs électriques, le rendement sera plus élevé dans le cas de grosses poussières. Or, la finesse des grains dépend de la vitesse d'entraînement, c'est-à-dire encore une fois, des dimensions du

foyer et de la conduite du feu et bien entendu du broyage du charbon.

On voit que beaucoup d'éléments sont à considérer et qu'on ne peut affirmer qu'un appareil dont le rendement a été mesuré dans un cas donnera le même effet utile dans une autre installation. On voit aussi qu'un épurateur fonctionnant à demeure sur une certaine chaudière pourra présenter des rendements variables et que ceux-ci ne seront pas toujours en rapport avec la qualité des fumées dégagées.

Il paraît donc nécessaire, pour qualifier une émission de fumées, de faire porter uniquement l'examen sur cette dernière sans se préoccuper outre mesure du rendement des appareils.

Dans son rapport sur le dépoussiérage électrostatique, présenté à la 2<sup>e</sup> Conférence Mondiale de l'Energie, Berlin, 1930, M. R. Seeliger signale que la valeur d'un appareil doit être basée, non sur son rendement, mais sur la teneur en poussières qui subsiste dans les gaz après épuration; étant données, dit-il, les grandes variations possibles du rendement suivant la nature des poussières traitées.

Au point de vue de la nuisance d'une émission, il est inutile de se préoccuper de l'impalpable qui ne se dépose qu'après un parcours de plusieurs kilomètres et n'est donc pas gênant. Il est d'ailleurs impossible actuellement de précipiter l'impalpable de façon économique.

A ce même point de vue, la nuisance dépendra non seulement de la densité en poussières d'une certaine grosseur, mais encore du débit global des fumées, c'est-à-dire du tonnage en charbon brûlé. Dans tous les systèmes, la quantité des poussières retombant dans un certain rayon sera proportionnelle à ce tonnage. Ces quelques considérations qui sortent apparemment du cadre de l'exposé paraissent nécessaires pour situer la question du rendement et souligner que les résultats des mesures n'ont rien d'absolu.

Pour établir le rendement d'un épurateur, on peut procéder par mesures directes sur les gaz poussiéreux, ou par mesures indirectes. Les deux systèmes ont été employés à Farciennes.

Mentionnons aussi, à titre documentaire, un système ingénieux exposé dans le Bulletin de la Société Babcock et Wilcox, mars, 1929, employé aux Etats-Unis par les « Inspecteurs de la répression des émissions de fumées ».



Il consiste dans l'observation de la teinte des fumées. En l'absence de vapeur d'eau et d'hydrocarbures, la coloration dépend de la teneur en poussières, d'où l'idée de comparer la teinte des fumées à celles de cartes étalons, allant du blanc au noir par des gris de plus en plus foncés. Ce procédé par « colorimétrie » est évidemment grossier, mais il est expéditif. D'après l'article en question, qui publie les cartes étalons éditées par le Bureau des Mines de Washington, un opérateur exercé peut déterminer la densité en poussières à 10 % près. Au moyen de ces cartes, on peut donc calculer le rendement d'un épurateur en faisant des observations au moyen de l'appareil en circuit puis hors circuit.

#### Méthode indirecte.

On fait un essai de longue durée en marche normale (12 à 24 heures à Farciennes). Pendant ce temps, on pèse le charbon brûlé et les produits recueillis au dépoussiéreur et au cendrier. On détermine la teneur en cendres de chacune de ces matières et on calcule les poids :

P : cendres totales contenues dans le charbon brûlé;

P1 : cendres totales contenues dans le mélange cendre-carbone du cendrier;

P2 : cendres totales contenues dans le mélange cendre-carbone du dépoussiéreur.

On a :

$P - P1 =$  cendres pures entraînées par les gaz vers le dépoussiéreur. Mais les fumées contiennent, outre ces cendres proprement dites, une certaine partie de carbone, lequel sera ou capté ou émis à l'air libre (nous avons vu plus haut que la teneur en carbone du mélange recueilli au dépoussiéreur est de 35 % en moyenne). On suppose que cette teneur est la même au sortir à l'air libre et dans le dépoussiéreur, et l'on pose donc le rendement du dépoussiéreur en tablant uniquement sur des cendres pures :

$$R = \frac{P2}{P - P1}$$

d'où une première source d'écart, impossible à chiffrer.

Le calcul, en partant de cette formule, montre que l'erreur relative  $\frac{dR}{R}$  peut atteindre, dans le cas de Farciennes, environ sept fois une erreur relative de dosage en cendres.

Enfin, le principe même de la méthode suppose que les parois de la chambre soient dans le même état au début et à la fin de l'opération, que toutes les cendres produites aient été recueillies et pesées. Dans ce but, on nettoie soigneusement tout l'intérieur avant et après l'essai; mais il y a là encore une source d'écart. Son importance diminue quand l'essai est très long. La méthode n'est pas sûre. A Farciennes, les essais de cette nature ont souvent donné des résultats peu concordants.

#### Méthode directe sur les fumées.

Celle-ci consiste à jauger les poussières contenues dans les fumées avant et après l'épuration.

Pour ce faire, il faut, dans les deux prises, aspirer un certain volume de gaz poussiéreux, le filtrer, le cuber, peser les poussières recueillies et en déduire le poids par mètre cube de fumée. Si P1 et P2 sont ces poids avant et après l'appareil, on a :

$$R = \frac{P1 - P2}{P1}$$

Malheureusement, la pratique est moins simple et la Centrale de Farciennes a connu de grandes difficultés dans la mise au point du procédé.

Il serait fastidieux de les évoquer toutes. Les dernières mesures ont été réalisées avec un appareillage très perfectionné, appartenant à la Société FEDI à Paris.

La méthode a consisté à mesurer, pendant un temps donné, le volume des gaz traités, à déterminer la teneur en poussières P2 des gaz épurés et à peser les poussières captées dans l'appareil épurateur.

La teneur des gaz épurés a été obtenue par prélèvement dans la cheminée d'évacuation, à un endroit où la section de passage est de 0,536 mètre carré. La sonde était introduite perpendiculairement au sens du courant. Cette sonde était un tube de 40 millimètres de diamètre intérieur et dont la paroi était percée d'une



fenêtre d'aspiration de 85 × 15 millimètres, égale à la section du tube.

L'aspiration était réglée de façon à réaliser l'égalité des vitesses dans le carneau et dans la sonde. Le volume du gaz prélevé a été mesuré au moyen d'un petit anémomètre Richard. Les filtres, sacs en tissus, ont été pesés avant et après chaque opération, sur une balance de précision donnant la pesée à 5 milligrammes près.

Les prélèvements ont eu lieu en sept points de la section du carneau et, pour chaque endroit, les mesures ont été répétées plusieurs fois. La teneur en poussières a été calculée pour chacun des sept endroits et on a obtenu :

0,885 gr. 0,775 gr. 1,59 gr. 1,011 gr. 1,58 gr.  
1,06 gr. 2,27 gr.

soit une teneur moyenne P2 de 1,3 gramme par mètre cube.

On voit d'emblée que la position de la sonde dans la section du carneau joue un rôle important et que, d'après l'endroit du prélèvement, la teneur varie de 0,775 à 2,27 grammes.

La vitesse des gaz dans le carneau a été mesurée au moyen d'un ajutage Pitot-Ritter, placé en divers points de la section. La moyenne des mesures a donné 16<sup>m</sup>,60 par seconde, correspondant à un débit de 32.000 mètres cubes par heure, la température moyenne des gaz étant 141°.

On a tenu compte de la variation de la température des gaz dans le carneau et de celle des gaz à l'anémomètre de la sonde pour le calcul de P2.

Les poussières captées par le dépoussiéreur ont été pesées et on a obtenu une moyenne de 327 kilogrammes de cendres par heure de marche.

Le rendement s'établit comme suit :

Poids des poussières précipitées par heure : 327 kilogrammes.

Poids des poussières rejetées dans l'atmosphère :

32.000 × 1,3 gr. = 41,6 kilogrammes.

Rendement :  $\frac{327}{327 + 41,6} = 89 \%$ .

On n'a pu opérer sur les fumées à l'entrée du dépoussiéreur et calculer la teneur P1. Les mesures effectuées dans ce but ont

donné des résultats absolument divergents aux divers points de la section choisie. Il faut en voir la raison dans les conditions spéciales de l'installation, notamment dans la faible longueur du carneau d'amenée, son évasement et les chicanes destinées à répartir les gaz sur toute la hauteur du caisson d'épuration.

D'après le rendement, la teneur P1 serait d'environ 12 grammes par mètre cube de gaz non épuré, chiffre qui paraît correspondre avec les évaluations faites antérieurement.

Néanmoins, il semble que l'erreur possible sur le rendement puisse être assez élevée.

Un écart de 3 décigrammes sur P2, par exemple, donnerait une variation de 3 % sur le rendement. Or, une erreur de cet ordre sur P2 ne paraît pas impossible, car, comme il est dit plus haut, la valeur P2 = 1,3 gramme est obtenue par une moyenne de résultats assez divergents, suivant les points d'aspiration dans la section intéressée.

Enfin, une autorité en matière de mesure de rendement de l'espèce, déclarait récemment, après plusieurs essais dans une usine de la province d'Anvers, avoir obtenu des résultats très variables en modifiant la forme de la sonde, qui, selon lui, joue un rôle prépondérant dans les mesures.

Un résultat peut être, toutefois, souligné sans restriction quant à la comparaison des deux appareils à voie sèche de Farciennes. Par heure de marche, les turbo-filtres captent 150 à 180 kilogrammes de poussières, alors que le caisson électrostatique fonctionnant dans les mêmes conditions de marche sur une chaudière identique, précipite plus de 300 kilogrammes.

La récupération des poussières est donc presque doublée et ce résultat marque suffisamment le progrès accompli depuis la mise en marche de l'usine.

Janvier 1931.