

LA

PRÉVENTION DES ACCIDENTS MINIERS ET LE SAUVETAGE

Exposition du Service des Accidents miniers et du Grisou (1)

I. — Institution et but du service.

En raison des dangers multiples et des nombreuses causes d'accidents que présentent les mines de Belgique, il a été créé, au sein de l'*Administration des Mines*, un service spécial, qui est le *Service des accidents miniers et du grisou*.

Ce service, institué provisoirement par des arrêtés ministériels successifs, du 9 mars 1881, du 25 avril et du 17 décembre 1884 et du 21 mars 1888, l'a été définitivement par l'arrêté royal du 30 octobre 1894.

Il a pour mission l'étude des accidents, en vue de la recherche des moyens d'en prévenir le retour; les dangers du grisou (en y joignant les dangers, connexes, des *poussières charbonneuses*) sont l'objet d'une particulière attention.

La question du *sauvetage* rentre aussi dans ses attributions.

Les moyens mis en œuvre pour l'accomplissement de sa mission ont été jusqu'ici les monographies d'accidents, puis, plus spécialement, dans la lutte contre les dangers du grisou et des poussières, les études sur l'emploi des

(1) Notice de V. WATTEYNE, Inspecteur général des mines, Inspecteur général du Service des accidents miniers et du grisou.

explosifs et l'institution du siège d'expériences et de la station de sauvetage de Frameries.

* Les travaux du Service des accidents miniers et du grisou sont exposés sous forme de brochures (collection des publications du dit Service), de diagrammes, de cartes, de dessins, de photographies et aussi sous forme d'objets, tels les lampes, les explosifs et les appareils de sauvetage expérimentés à Frameries.

II. — Les monographies d'accidents.

Les accidents miniers sont, en Belgique, l'objet d'investigations très complètes de la part du Corps des mines :

Tout d'abord, il est procédé par les soins de l'Ingénieur du district, assisté, quand l'accident a une importance exceptionnelle, par l'Ingénieur principal de l'arrondissement, à une enquête, au cours de laquelle les lieux sont visités et tous les témoins entendus.

Procès-verbal et rapports sont dressés de ces constatations.

L'Ingénieur principal de l'arrondissement, s'il n'a déjà lui-même collaboré à l'enquête, étudie ces documents et en fait un résumé.

Le tout est soumis à l'examen des ingénieurs de l'arrondissement, réunis chaque semaine en un *Comité technique*, présidé par l'Ingénieur en chef directeur.

Pendant ces séances de Comité, chacun des ingénieurs présente les observations qu'il juge opportunes et signale, le cas échéant, les perfectionnements qu'il a vu appliquer ailleurs ou qu'il a imaginés, et qui lui paraissent susceptibles d'améliorer les conditions de la mine. Procès-verbal est dressé de cette séance par l'Ingénieur principal, qui remplit les fonctions de secrétaire du Comité.

L'Ingénieur en chef directeur de l'arrondissement examine particulièrement l'affaire et formule son avis, tant

sous le rapport des suites judiciaires éventuelles qu'en vue des mesures à prendre pour éviter le retour de ces tristes événements. L'Inspecteur général de la province prend, à son tour, connaissance du dossier et formule ses observations dans le même ordre d'idées.

Cela fait, le procès-verbal avec les avis des autorités administratives est transmis au pouvoir judiciaire ; d'autre part, tout le dossier, avec copie conforme du procès-verbal, est envoyé au Ministère de l'Industrie et du Travail, où siège le Service spécial des accidents miniers et du grisou.

Ce Service possède ainsi, pour chacun des accidents, un dossier complet et dispose de documents précieux concernant les dangers auxquels sont exposés les ouvriers mineurs.

Il importe, pour que ces documents aient toute leur utilité, de les porter, analysés, groupés et synthétisés, à la connaissance des personnes à qui incombe le soin de veiller à la sécurité des ouvriers, aux Ingénieurs du corps des mines, aux Délégués à l'inspection, aux Directeurs et Ingénieurs des exploitations minières.

C'est ce que le *Service des accidents miniers et du grisou* a entrepris de faire, en étudiant à part les diverses catégories d'accidents, en recherchant quels sont, tant en Belgique que dans les autres pays, les moyens imaginés pour les éviter, et, le cas échéant, en en proposant d'autres que l'étude des accidents aura pu suggérer.

Les études de ce genre (monographies d'accidents) publiées jusqu'à présent, et dont des exemplaires sont exposés, sont les suivantes :

1. *Les inflammations de grisou dans les mines de houille de Belgique, de 1880 à 1890* (ROBERTI-LINTERMANS). — *Ann. des Trav. publics*, t. LI, 1894.

Cet ouvrage fait suite au relevé, fait en 1880 par la COMMISSION DU GRISOU, des inflammations survenues de 1851 à 1879.

2. *Les dégagements instantanés de grisou, de 1880 à 1891* (ROBERTI et LINTERMANS). — *Ann. des Trav. publics*, t. LII, 1895.

Ce travail fait suite à l'« Etude sur les Dégagements instantanés de grisou, de 1848 à 1879 », publiée en 1879 par G^{ve} ARNOULD, et à une « Etude sur les mesures à prendre en vue des dégagements instantanés de grisou », publiée par M. EM. HARZÉ en 1885.

3. *Les accidents survenus dans les puits* (WATTEYNE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. III, 1898.

4. *Les accidents survenus dans les cheminées d'exploitation* (WATTEYNE et DENOËL). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. IV, 1899.

5. *Les inflammations de grisou dans les exploitations souterraines de terres plastiques* (WATTEYNE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XII, 1907.

8. *Courrières et La Boule* (WATTEYNE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XIII, 1908.

9. *Les accidents dus à l'emploi des explosifs* (WATTEYNE et BREYRE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XIII, 1908, et t. XIV, 1909.

10. *Les accidents dans les charbonnages belges en 1908* (BREYRE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XIV, 1909.

11. *Les accidents du grisou et les explosions de poussières, de 1891 à 1909* (WATTEYNE et BREYRE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XV, 1910.

12. *Les dégagements instantanés de grisou, de 1891 à 1908* (STASSART et EM. LEMAIRE). — *Ann. des Mines de Belg.*, t. XV, 1910.

Parmi les brochures exposées, il s'en trouve une antérieure au travail de feu Roberti sur les « Dégagements instantanés de grisou », et qui relate des expériences intéressantes la même question.

Ces expériences avaient été faites en 1885-86, par MM. WATTEYNE et MACQUET, à la demande de feu l'Ingénieur principal SCHORN, alors chargé de la Direction du Service. Elles sont relatées sous le titre : « Premières recherches et Expériences » et ont été publiées en 1887 dans les *Annales des Travaux publics*, 1^{re} série, t. XLIV.

L'objet principal de ces recherches était la répartition des pressions dans les couches grisouteuses.

Les recherches de M. Macquet, effectuées au Charbon-

nage de *Beaulieusart*, ont jeté des lumières nouvelles, fort intéressantes, sur l'influence exercée, au point de vue des dégagements instantanés, par un déhouillement plus ou moins rapide.

Au charbonnage de *Belle-Vue* (Unis de l'Ouest de Mons), où le soussigné a fait le plus grand nombre de ses expériences, avec la collaboration de M. SOUPART, alors Directeur des travaux de cette mine, des pressions remarquables ont été trouvées. L'une d'elles a atteint, le 9 mai 1886, le chiffre, non encore dépassé, de 42 1/2 atmosphères. Cette pression élevée a été donnée par un trou de sonde creusé, à travers un banc de roches, dans la couche *Mouton*, à l'étage de 670 mètres.

La monographie signalée sous le n° 12 est encore en cours de publication. Elle n'est donc pas exposée, mais une grande partie en a déjà paru dans les premières livraisons du tome XV, 1910, des *Annales des Mines de Belgique*.

En outre, parmi les dessins exposés dans notre compartiment, se trouve une carte donnant la répartition des dégagements instantanés dans le bassin houiller belge. Cette carte, encore inédite, fait partie du travail de MM. STASSART et LEMAIRE.

Rappelons que les *dégagements instantanés de grisou* sont un phénomène qui a été longtemps spécial aux mines belges. (On signale depuis quelques années des phénomènes de ce genre en France, en Allemagne, en Autriche, en Hongrie et dans d'autres pays encore.) Ils y ont été très nombreux. Depuis l'année 1848, où les premiers ont été constatés, jusqu'en 1908 inclusivement, 357 cas ont été portés à la connaissance de l'Administration des mines; 114 d'entre eux ont fait des victimes et ont occasionné la mort de 447 ouvriers.

Rappelons aussi que ces événements, appelés, dans le Borinage, « volcans », sont caractérisés par une sortie,

en masse et violente, de grisou *hors de la couche même*, avec *projection plus ou moins abondante de charbon* partiellement broyé.

Il ne faut pas les confondre avec d'autres, dénommés à peu près de même en Angleterre (*sudden outburst of gas*) et que nous appelons chez nous « soufflards ». Ces derniers sont des jets plus ou moins violents de grisou s'échappant de fissures ou de vides formés *dans les roches*, et non accompagnés de projection de charbon.

Ces deux catégories de phénomènes sont très différentes l'une de l'autre et les mesures à prendre, pour éviter les accidents qui en sont la conséquence, diffèrent aussi fortement.

Les mesures à prendre, en ce qui concerne les dégagements instantanés sont indiquées dans le livre de MM. Stas-sart et Lemaire.

Faisons remarquer que, malgré l'accroissement en profondeur des exploitations, et, par cela même, la pénétration de plus en plus grande dans les régions à dégagements instantanés (il y avait, en 1897, en Belgique, 20 sièges d'exploitation classés « à dégagements instantanés » en 3^e catégorie ; en 1907, il y en avait 35), le nombre de victimes a sensiblement diminué.

En effet, le nombre de morts résultant des dégagements instantanés s'est élevé par an, depuis 1860, époque où ces phénomènes ont commencé à acquérir une certaine fréquence, et par 10,000 ouvriers occupés tant au jour qu'au fond :

Pendant la période	1861-1870	1.18
»	1871-1880	1.61 (1)
»	1881-1890	0.54
»	1891-1900	0.51
»	1901-1909	0.28

(1) Cette période a été défavorablement influencée par la terrible catastrophe survenue le 17 avril 1879 au charbonnage de l'Agrappe, à Frameries, par suite d'un dégagement instantané, et qui avait causé la mort de 121 ouvriers.

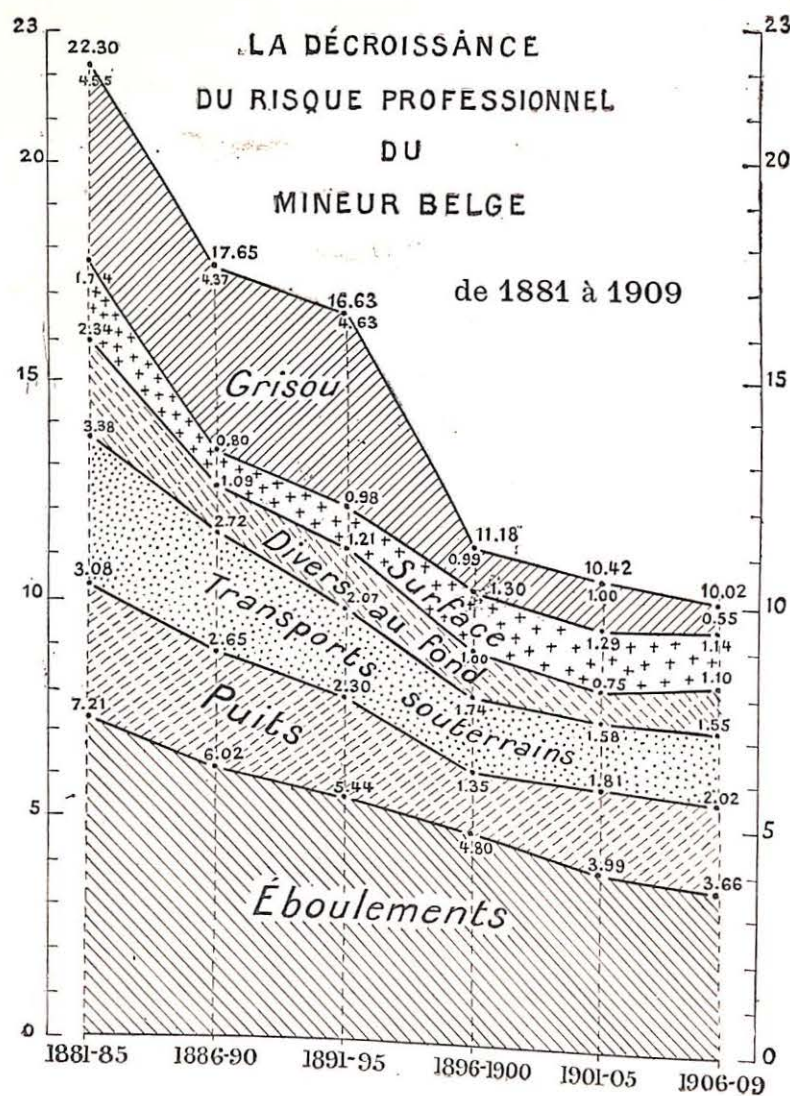
La *diminution du risque professionnel* a d'ailleurs été obtenue dans la plupart des catégories d'accidents, ainsi que le montrent les chiffres suivants, qui représentent le nombre d'ouvriers tués annuellement par 10,000 ouvriers y occupés, par les accidents de toutes catégories au fond :

Pendant la période	1851-1860	32.30
»	1861-1870	26.06
»	1871-1880	23.60
»	1881-1890	19.92
»	1891-1900	13.84
»	1901-1909	10.25

Faisons remarquer que ce dernier chiffre est le plus bas qui ait été atteint dans aucun pays minier ; il constitue ainsi un « record mondial » !

Le diagramme ci-après, reproduction de celui qui figure à l'exposition, donne, par grandes catégories d'accidents et par périodes quinquennales, les données statistiques pour ces vingt-neuf dernières années.

On trouvera plus loin des données plus détaillées au sujet des accidents du grisou.



III. — Etudes et statistiques sur l'emploi des explosifs.

Par le relevé des explosions de grisou qui survenaient dans les mines de houille, il fut reconnu que, dans les conditions où se trouvent ces mines depuis que les travaux ont acquis une certaine intensité et qu'ils ont été pourvus d'une bonne ventilation, le grand danger est l'emploi des explosifs.

Dès lors, il importait de s'attaquer à ce danger, et, tout d'abord, de bien le reconnaître.

C'est ce qui donna naissance à ces « statistiques comparatives » qui furent entreprises dès 1894, à la demande de feu le Directeur général G. Arnould.

Les premières se rapportent aux années 1888 à 1893, après quoi elles se sont succédées de deux ans en deux ans, dressées, d'après les documents recueillis par MM. les Ingénieurs des mines, par le soussigné, d'abord seul, puis en collaboration successivement avec M. Denoël et avec M. Breyre.

Ces « statistiques » ont un double but : tout d'abord, en signalant les abus dans l'emploi de ces dangereux auxiliaires, elles en empêchent le retour et encouragent les directions des mines à restreindre cet emploi (1). Ensuite, les auteurs de ces études s'attachent à suivre de près et à signaler tous les progrès accomplis dans la technique des explosifs ; ces progrès sont portés à la connaissance des exploitants de mines, qui s'efforcent de les mettre à profit.

C'est ainsi que l'on a vu d'année en année se réduire l'emploi des explosifs les plus dangereux, notamment de la poudre noire, et s'y substituer l'emploi d'explosifs moins dangereux, qualifiés « de sûreté », dont nos études signalaient les avantages.

(1) Des médailles d'or du prix Jouniaux ont été, à la suite de ces statistiques, octroyées aux Directions des mines qui avaient réalisé dans leurs travaux la suppression des explosifs.

L'emploi des explosifs n'est pas également dangereux dans toutes les opérations.

Il l'est relativement peu dans les travaux préparatoires à la pierre, où le grisou se présente rarement et où surtout les poussières charbonneuses font défaut.

Il le serait au contraire beaucoup dans l'abatage lui-même ; mais, les règlements belges le prohibant pour cette opération dans toutes les mines à grisou, le danger est, par le fait, écarté. (A remarquer que, tout au moins en Belgique, le danger des poussières marche à peu près parallèlement avec celui du grisou, car, généralement parlant, les mines non grisouteuses sont peu poussiéreuses).

Mais il est encore une autre opération que l'on pratique en plein chantier, là où le grisou se dégage et où les poussières se forment, c'est l'entaillement des roches encaissantes pour l'agrandissement des voies d'exploitation, ce que l'on appelle en Belgique, *le coupage des voies, ou le bosseyement*.

Aussi, dans les statistiques, l'emploi des explosifs pour le coupage des voies est-il relevé et mis en vedette d'une façon spéciale. Les quantités d'explosifs employées y sont indiquées par 1,000 tonnes de charbon extraites.

Mais, dans le coupage des voies, il est à remarquer que l'entaillement des roches encaissantes est d'autant plus fort et, par conséquent, que l'emploi des explosifs est d'autant plus nécessaire que la couche a moins d'ouverture.

De là, si l'on veut apprécier le plus ou moins de restriction que l'exploitant s'impose dans l'emploi des explosifs pour le coupage des voies, il est nécessaire de faire intervenir l'ouverture de la couche.

C'est ainsi qu'a été créé ce facteur appelé la *Densité du minage* au coupage des voies, qui est le produit du nombre représentant la quantité, en kilogrammes, d'explosifs consommés, au coupage des voies, par 1,000 tonnes extraites, multiplié par le nombre représentant, en mètres, la couche exploitée.

On a ainsi des nombres simples, de deux chiffres au maximum, qui donnent une idée approximative du plus ou moins d'intensité ou de réserve que l'on apporte dans l'emploi des explosifs pour la dangereuse opération du coupage des voies.

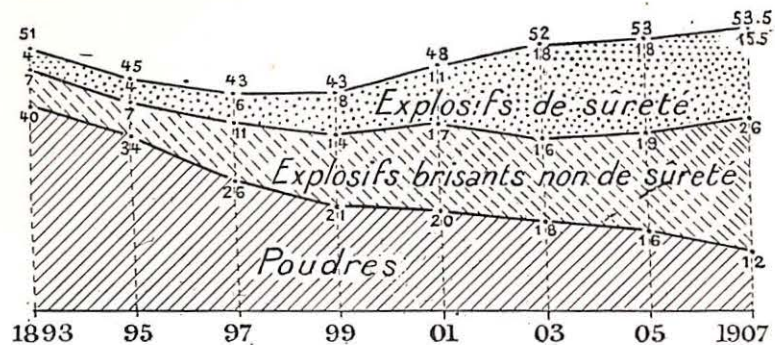
Le tableau suivant, extrait de la statistique pour l'année 1907, résume les densités du minage pour la période 1893-1907. On voit que cette densité est représentée moyennement par 25 à 35 dans les mines peu ou pas grisouteuses, tandis qu'elle tombe en dessous de 10 dans les mines dangereuses.

Densité du minage au coupage des voies.

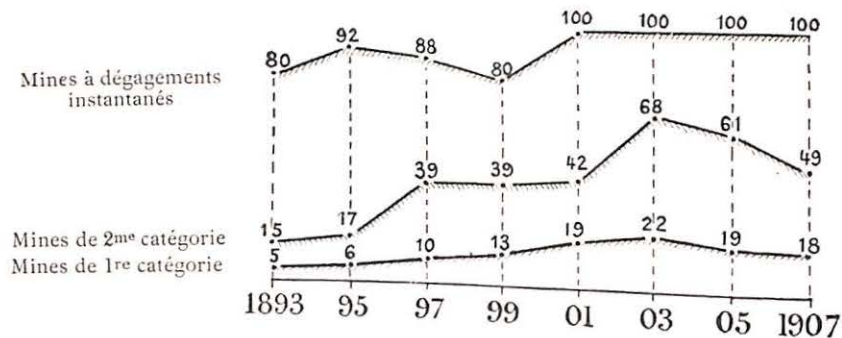
		1893	1895	1897	1899	1901	1903	1905	1907
Mines non grisouteuses	Couchant de Mons	17	18	22	25	25	19	24	20
	Centre	20	25	29	34	33	33	33	30
	Charleroi.	44	33	34	36	34	39	32	30
	Namur.	26	32	60	33	52	47	49	44
	Liège.	35	32	32	35	46	42	38	44
	Le Royaume	27	27	30	33	34	33	32	29
Mines à grisou de la 1 ^{re} catégorie	Couchant de Mons	19	18	15	18	15	19	24	17
	Centre.	24	24	22	21	23	23	23	27
	Charleroi.	33	29	23	26	35	35	32	36
	Namur.	29	27	40	33	41	43	41	45
	Liège.	35	37	34	37	36	39	40	45
	Le Royaume.	29	27	25	27	30	33	31	33
Mines à grisou de la 2 ^e catégorie	Couchant de Mons	14	10	{ A 11 B 9	12 8	16 7	15 6	16 8	14 4
	Centre.	11	23	A 8	8	{ A 25 B 14	36 5	28 4	26 5
	Charleroi.	17	14	{ A 15 B 1	20 4	24 5	26 9	25 1	25 2
	Namur.	22	15	{ A 13 B 1	11 2	32 3	» »	» »	» »
	Liège.	17	18	{ A 20 B 3	18 5	19 6	21 11	23 8	26 7
	Le Royaume	17	14	{ A 16 B 4	17 6	21 7	23 8	25 6	23 5
Mines à grisou de la 3 ^e catégorie	Couchant de Mons	8	5	2	4	4	0	½	0
	Charleroi.	1	0	0	0	0	0	½	0
	Le Royaume.	5	3	1	2	3	0	½	0

Quelques diagrammes, figurant à l'Exposition, donnent une idée des progrès accomplis, spécialement dans le sens de la diminution progressive de l'emploi de la poudre noire et de sa substitution par les explosifs de sûreté.

Voici deux de ces diagrammes :



Le premier indique pour l'ensemble des charbonnages de Belgique et pour tous usages, les quantités, en kilogrammes par 1,000 tonnes extraites, d'explosifs lents (poudres), brisants et « de sûreté » consommées de 1893 à 1897.



Le second indique les proportions d'explosifs de sûreté (en kilogrammes par 1,000 tonnes extraites) employés au coupage des voies dans les mines grisouteuses de 1893 à 1907.

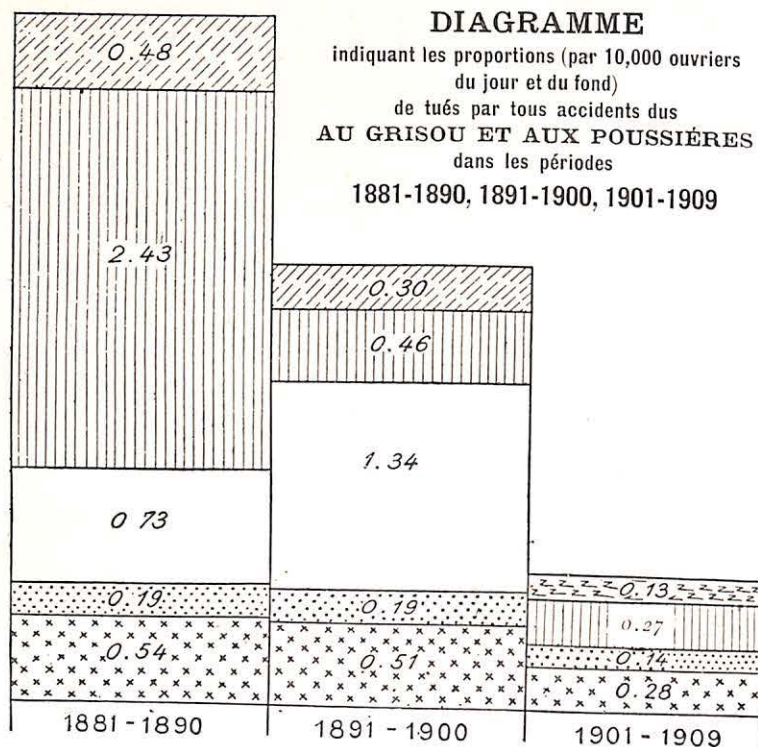
Un rapprochement intéressant — et encourageant — est celui que l'on peut faire entre la substitution des explosifs de sûreté aux explosifs les plus dangereux, et la diminution des explosions de grisou et de poussières.

La coïncidence est remarquable.

L'emploi des explosifs de sûreté s'est généralisé de plus en plus à partir de 1890 ; et l'on voit en même temps tomber d'une façon extrêmement sensible la proportion des victimes des explosions provoquées par l'emploi des explosifs, jadis si nombreuses.

Le diagramme ci-après, extrait de la brochure de MM. Watteyne et Breyre sur « Les accidents du grisou », met ce fait en lumière.

DIAGRAMME
 indiquant les proportions (par 10,000 ouvriers
 du jour et du fond)
 de tués par tous accidents dus
AU GRISOU ET AUX POUSSIÈRES
 dans les périodes
1881-1890, 1891-1900, 1901-1909



Légende :

- Inflammations par des lampes à flamme.
- Id. par des lampes électriques.
- Id. par les explosifs.
- Inflammations par des causes diverses ou indéterminées.
- Asphyxies en dégagement normal.
- Dégagements instantanés.

Les moyennes générales des tués annuellement (par 10,000 ouvriers occupés) par les accidents de toute nature dus au grisou, sont les suivantes :

Période 1881-1890	4.37
» 1891-1900	2.80
» 1901-1909	0.82

IV. - Le Siège d'expériences de Frameries.

1. - LES EXPLOSIFS.

Les publications sur l'emploi des explosifs, signalées dans le chapitre précédent, n'étaient pas, ai-je déjà dit, seulement des statistiques. La plupart d'entre elles constituaient de véritables études sur cette question si importante des explosifs et notamment des explosifs de sûreté.

Dans l'une d'elles, celle consacrée à l'emploi des explosifs en 1897, la question des explosifs de sûreté a été tout spécialement traitée par MM. WATTEYNE et DENOËL (1), qui ont ensuite, de nouveau, développé leurs idées à ce sujet au Congrès de Paris en 1900 (2).

Après avoir discuté les travaux effectués et les idées émises sur cette question dans les autres pays miniers, notamment en France, les auteurs ont conclu comme suit :

Au point de vue théorique, la sûreté des explosifs en présence du grisou et des poussières de houille inflammables est une fonction de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle du refroidissement complet des produits de l'explosion.

Le premier terme dépend à la fois des circonstances extérieures et de la nature de l'explosif, le second dépend de la nature et du poids de l'explosif qui détone.

Pour un explosif quelconque, la sûreté n'est jamais que relative et ne peut se concevoir qu'en dessous d'une certaine limite de charge.

Les principales conditions dont dépend la valeur relative des divers explosifs au point de vue de la sécurité sont la température de détonation, la pression initiale et la vitesse de l'explosion. Ces éléments sont caractéristiques pour un explosif donné, supposé de composition chimique homogène et sous un état physique déterminé. De leur combinaison plus ou moins heureuse dépend la grandeur de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle de la détente d'un poids donné de l'explosif. Leur influence sur la grandeur de cet écart est

(1) *Annales des Mines de Belgique*, t. III, 1898, 4^e livr.

(2) *Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale*, 3^e série, t. XIV, 1900.

encore imparfaitement définie, ce qui tient à la complexité extrême des phénomènes qui entrent en jeu.

Au point de vue pratique, il résulte de l'insuffisance de nos connaissances actuelles qu'on ne peut enserrer dans une formule à la fois simple et exacte les conditions multiples dont dépend la sûreté des explosifs en présence du grisou et des poussières de houille; mais nous possédons le moyen de déterminer expérimentalement la *charge limite* de sûreté qui est l'expression de l'écart entre la durée du retard à l'inflammation et celle de la détente des gaz produits par l'unité de poids de l'explosif. Elle résume à la fois l'influence de la nature physique et chimique de l'explosif et celle de la grandeur de la charge; elle donne, par conséquent, la plus juste idée du degré de sûreté relative des divers explosifs.

La charge limite doit être déterminée dans des conditions identiques pour tous les explosifs et se rapprochant, autant que possible des conditions les plus dangereuses pouvant se rencontrer en pratique dans les travaux des mines de houille.

Un explosif de sûreté sera, par suite, caractérisé par une charge limite suffisamment élevée; rigoureusement, elle devrait être égale au maximum des charges qu'on emploie en pratique avec cet explosif. Ainsi, la sécurité serait garantie, indépendamment de toutes les précautions dont il convient toujours d'entourer l'emploi des explosifs, mais qui peuvent être omises par suite de la négligence des boute-feu.

Pour apprécier jusqu'à quel point un explosif se rapproche de cet idéal, il faut tenir compte, non seulement de la grandeur de la charge limite de sûreté, mais surtout de la puissance de travail qu'elle représente. C'est donc cette dernière quantité qui est la véritable unité de mesure du degré de sûreté des divers explosifs. Seront seuls classés comme explosifs de sûreté ceux pour lesquels cette caractéristique sera supérieure à un minimum donné, équivalant, par exemple, à l'énergie potentielle d'une charge moyenne de dynamite n° 1. Eu égard à la nature particulière du travail à effectuer et aux chances de danger, ce minimum pourrait être différent suivant que les explosifs sont destinés à l'abatage de la houille ou aux travaux au rocher.

La détermination de la *charge-limite* de sûreté et la recherche d'explosifs où cette charge est assez élevée pour satisfaire aux exigences de la pratique, tel a été l'objet, dès ses débuts, du Siège d'expériences de Frameries en ce qui concerne les explosifs.

Pour que cette *charge-limite* ait une signification et puisse guider les exploitants dans l'emploi des explosifs, il importait qu'elle fût déterminée dans des conditions se rapprochant, dans la mesure du possible, de celles de la pratique en adoptant comme telles les plus dangereuses qui puissent être rencontrées. Ces conditions sont celles d'une mine débouillant ou « faisant canon » dans une atmosphère au maximum d'explosibilité.

Nous ne décrivons pas ici comment ces conditions ont été réalisées au Siège d'expériences de Frameries établi en 1901-1902. Les publications déjà nombreuses que le *Service des accidents miniers et du grisou* a consacrées à cette installation et aux travaux qui y ont été effectués nous dispensent de donner à nouveau cette description (1).

(1) Voici la liste de ces publications, dont des exemplaires sont exposés dans le compartiment du « service » :

1. Emploi des explosifs en 1901 et description du siège d'expériences de Frameries (WATTEYNE, STASSART et DENOEL). — *Ann. des M. de Belg.*, t. VII, 1902.
2. La station d'essais des lampes et des explosifs (WATTEYNE et STASSART). — *Rev. univ. des M.*, 4^e série, t. IV, 1903.
3. Le siège d'expériences de l'Administration des mines à Frameries. Aperçu sommaire (WATTEYNE). — *Ann. des M. de Belg.*, t. IX, 1904.
4. The purpose and present state of the first experiments (WATTEYNE). — *Transaction of the Institution of Mining Engineers*, vol. XXVII.
5. Expériences sur les lampes de sûreté (WATTEYNE et STASSART). — *Ann. des M. de Belg.*, t. IX.
6. Nouvelles expériences sur les lampes de sûreté (WATTEYNE et STASSART). — *Ann. des M. de Belg.*, t. X.
7. Les lampes de sûreté et les explosifs au siège d'expériences de Frameries (WATTEYNE et STASSART). — *Publication du Congrès des Mines, Liège 1905*.
8. Les explosifs de sûreté au siège d'expériences de Frameries (WATTEYNE et STASSART). — *Ann. des M. de Belg.*, t. X.
9. Examen de quelques types de lampes et recherches nouvelles sur la résistance des verres (WATTEYNE et STASSART). — *Ann. des M. de Belg.*, t. XI, 1906.
10. Divers essais sur les explosifs de sûreté au siège d'expériences de Frameries (WATTEYNE et STASSART). — *Atti del VI Congresso internazionale di chimica applicata, à Rome en 1906*.
11. Les appareils respiratoires et la station de sauvetage de Frameries (STASSART et BOLLE). — *Ann. des M. de Belg.*, t. XIV, 1909.
12. Essais sur le rallumeur au ferro-cérium (WATTEYNE et LEMAIRE). — *Ann. des M. de Belg.*, t. XIV.
13. Les mines et les explosifs au Congrès de chimie appliquée à Londres en 1909 et quelques résultats récents des expériences de Frameries (WATTEYNE et STASSART). — *Ann. des M. de Belg.*, t. XIV, et *Publ. du congrès de Londres*.
14. Les lampes de sûreté expérimentées en 1908-09 au siège d'expériences de l'Etat (E. LEMAIRE). — *Ann. des M. de Belg.*, t. XV, 1910.

Rappelons seulement que les charges sont tirées dans une galerie de 2 mètres carrés de section, emplie d'un mélange d'air et de grisou naturel (mélange à 8 % de méthane). Le mélange est obtenu par une ventilation extérieure communiquant avec la chambre d'explosion aux deux extrémités de celle-ci.

Les explosifs sont chargés à une densité de chargement (rapport entre l'espace occupé réellement par les explosifs et l'espace occupé par la charge) de 0.35 à 0.45, et non bourrés.

La *charge limite* est la charge la plus élevée où l'inflammation du mélange explosible n'a pas lieu.

La puissance des explosifs est déterminée au bloc de plomb par comparaison avec la dynamite n° 1.

Il a été admis que, pour qu'un explosif puisse être classé comme « de sûreté », la charge-limite doit être au moins équivalente en puissance à 175 grammes de dynamite n° 1.

Trente explosifs ont été ainsi successivement reconnus et admis comme « de sûreté vis-à-vis du grisou » ou « anti-grisouteux ».

Le danger des poussières a été révélé en Belgique par plusieurs catastrophes minières dont plusieurs très caractéristiques.

La plus importante, et la première où ce danger s'est révélé de la façon la plus incontestable, sinon la plus incontestée, a été la catastrophe de « La Boule », survenue à Quaregnon le 4 avril 1887 ; elle causa la mort de 113 ouvriers.

Depuis lors, on s'en est occupé en Belgique à diverses reprises. Des publications répétées, de la part de MM. les Ingénieurs des mines Demeure, Macquet, Schorn et de l'auteur de la présente notice l'ont signalé, et même une galerie expérimentale, à trop petite échelle il est vrai,

établie à Seraing puis au Horloz, a donné lieu à divers essais de la part de MM. Schorn, Roberti-Lintermans, Dejardin, Minsier et V. Firket.

Des essais des explosifs dans des atmosphères poussiéreuses ont aussi été exécutés par MM. Braive, Macquet, Larmoyeux, Namur et Soupart, de 1889 à 1890, dans les galeries d'essais établies au charbonnage des Produits et à Marchienne.

Plus tard, de nombreuses expériences ont été pratiquées, sur cet objet, dans la galerie de Frameries, en diverses circonstances, entre autres devant MM. les Ingénieurs du Corps des Mines de France, qui ont désiré utiliser cette galerie pour étudier certaines particularités de la catastrophe de Courrières.

Dans des expériences récentes, nous nous sommes attachés tout d'abord à étudier, pour les écarter, les causes de première inflammation.

Ces causes sont surtout les explosifs. L'emploi des explosifs de sûreté écartait le danger, mais pour autant seulement que ces explosifs fussent de sûreté aussi bien vis-à-vis des poussières que vis-à-vis du grisou.

Or, il a été reconnu qu'il n'en était pas toujours ainsi et que certains explosifs classés comme « antigrisouteux » n'étaient pas de sûreté, ou l'étaient à un degré moindre, vis-à-vis des poussières.

De nouveaux essais de classement s'imposaient donc.

Il y fut procédé ; la charge limite vis-à-vis des poussières fut déterminée par de nombreuses expériences et c'est ainsi que fut établie la nouvelle liste, promulguée par les circulaires ministérielles du 18 octobre 1909 et du 31 mars 1910, des « Explosifs S. G. P. » c'est-à-dire : de Sûreté, vis-à-vis du Grisou et des Poussières.

Le tableau qui représente cette liste est exposé sous forme d'un diagramme dont les coordonnées figurent les

charges limites et aussi l'équivalent, en puissance, de cette charge en dynamite n° 1.

Les ordonnées des charges-limites sont représentées par les explosifs eux-mêmes en cartouches de diamètre tel, en ayant égard à leur densité, qu'un poids de 10 grammes correspond à une longueur de 0^m10.

L'ordonnée, qui est la charge-limite elle-même, indique ainsi exactement, en centimètres, le nombre de grammes de la dite charge.

Voici cette liste, avec les compositions et caractéristiques de chaque explosif :

DÉNOMINATION de l'Explosif ET DÉSIGNATION du Fabricant	COMPOSITION	Charge maximum n'enflammant pas le grisou (charge limite) — Grs.	Poids équivalent en énergie à 10 Grs de dynamite n° 1. — Grs.	Poids équivalent de la charge limite en dynamite n° 1. — Grs.
Permonite (<i>Sprengstoff A. G. Carbonit</i> , à Hambourg.)	Nitroglycérine . . . 6 Colle de gélatine-glycér. 1 Farine de blé. . . . 4 Farine de bois . . . 3 Trinitrotoluène . . . 7 Perchlorate de potassium 24.5 Chlorure de sodium. . 25.0 Nitrate d'ammoniaque . 29.5	900	15.59	577
Permonite B (<i>Compagnie de la Forcite</i> , à Baelen-Wezel)	Nitroglycérine . . . 6 Colle de gélatine-glycérine 1 Farine de blé. . . . 4 Farine de bois . . . 3 Trinitrotoluène . . . 7 Perchlorate de potassium 24.5 Chlorure de sodium. . 25 Nitrate d'ammoniaque . 29.5	900	16.20	556
Densite IV (<i>E. Ghinijonet et Ghinijonet & Cie</i> , à Ougrée-lez-Liège).	Nitrate d'ammoniaque 18 Nitrate de potasse . . 45.5 Chlorhydrate d'ammoniaque . . . 17.5 Trinitrotoluène . . . 19	850	15.47	549
Sécurophore III (<i>Westfaelisch-Anhaltische Sprengstoff, A. G.</i> , à Berlin)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de potasse . . 34 Nitrate de baryte . . . 1 Farine de seigle . . . 38.5 Farine de bois . . . 1 Carbonate de soude. . 0.5	850	15.51	548
Antigel de sûreté (<i>Société anonyme d'Arendonck</i> , à Arendonck).	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de soude. . . 20 Binitrotoluol. . . . 15 Sulfate d'ammoniaque . 5 Cellulose de farine . . 35	900	17.17	524

DÉNOMINATION de l'Explosif ET DÉSIGNATION du Fabricant	COMPOSITION	Charge maximum n'en- flammant pas le grisou (charge limite) — Grs.	Poids équivalent en énergie à 10 grs de dynamite n° 1. — Grs.	Poids équivalent de la charge limite en dyna- mite n° 1. — Grs.
Ingélite (Compagnie de la Forcite, à Baelen-Wezel.)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de soude . . . 20 Binitrotoluol . . . 15 Sulfate d'ammoniaque . . . 5 Cellulose et farine . . . 35	900	17.55	513
Kohlencarbonite (Sprengstoff A. G. Car- bonit, à Hambourg.)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de potasse . . . 34 Nitrate de baryte . . . 1 Farine de blé . . . 38.5 Farine d'écorce . . . 1 Carbonate de soude . . . 0.5	900	17.97	501
Colinite antigrisouteuse (Société anonyme de dy- namite de Matagne, à Matagne-la-Grande.)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de potasse . . . 34 Nitrate de baryte . . . 1 Farine de blé . . . 38.5 Farine d'écorce . . . 1 Carbonate de soude . . . 0.5	900	18.12	497
La Minerite (Compagnie de la Forcite, à Baelen-Wezel.)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de potasse . . . 34 Nitrate de baryte . . . 1 Farine de blé . . . 38.5 Farine d'écorce . . . 1 Carbonate de soude . . . 0.5	900	18.20	495
Colinite antigrisouteuse B. (Société anonyme de dy- namite de Matagne, à Matagne-la-Grande.)	Nitroglycérine gélatinisée 26 Sulfate de magnésie . . . 7 Nitrate d'ammoniaque . . . 20 Farine de seigle et cellu- lose 29 Trinitrotoluol . . . 12 Perchlorate de potassium 6	800	17.40	460

DÉNOMINATION de l'Explosif ET DÉSIGNATION du Fabricant	COMPOSITION	Charge maximum n'en- flammant pas le grisou (charge limite) — Grs.	Poids équivalent en énergie à 10 grs de dynamite n° 1. — Grs.	Poids équivalent de la charge limite en dyna- mite n° 1. — Grs.
Favier III bis (Société belge des explo- sifs Favier, à Vilvorde.)	Nitrate d'ammoniaque. 60 Carbonate de baryte. . . 5 Chlorure d'ammonium . . . 4 Sulfate d'alun . . . 5 Farine de blé. . . . 6 Nitrate de potasse . . . 11 Trinitrotoluène . . . 8.5 Permanganate de potasse 0.5	750	16.60	452
Fractorite D (Société anonyme de dy- namite de Matagne, à Matagne-la-Grande.)	Nitrate d'ammoniaque . . . 75 Nitrate de soude . . . 10 Oxalate d'ammoniaque . . . 7 Nitroglycérine . . . 4 Farine de blé . . . 4	700	16.66	420
Minite (Société anon. des poudres et dynamites d'Aren- donck, à Arendonck.)	Nitroglycérine . . . 25 Nitrate de potasse . . . 35 Farine de seigle . . . 39.5 Soude 0.5	750	18.53	405
Flammivore III (Société anonyme d'Aren- donck, à Arendonck.)	Nitrate d'ammoniaque . . . 70 Sulfate d'ammoniaque . . . 9 Sulfate de baryte . . . 7 Nitroglycérine . . . 6 Dextrine 8	650	17.00	382
Dynamite Antigrisouteuse V (Compagnie de la Forcite, à Baelen-Wezel.)	Nitroglycérine . . . 44 Sulfate de soude . . . 44 Cellulose 12	650	18.08	359
Grisoutine II (Société anon. des poudres et dynamites d'Aren- donck, à Arendonck.)	Nitroglycérine . . . 44 Sulfate de soude . . . 44 Farine de bois . . . 12	650	19.16	339

DÉNOMINATION de l'Explosif ET DÉSIGNATION du Fabricant	COMPOSITION	Charge maximum n'exp- lant pas le grison (charge limite) — Grs.	Poids équivalent en énergie à 10 grs de dynamite n° 1. — Grs.	Poids équivalent de la charge limite en dyna- mite n° 1. — Grs.
Densite III (E. Ghinijonet et Ghini- jonet et Cie, à Ougrée.)	Nitrate ammonique . . . 74	700	22.60	310
	Nitrate de soude . . . 22			
	Trinitrotoluol . . . 4			
Poudre blanche Cornil I bis (Société de la Poudrerie de Carnelle, à Châtelet.)	Nitrate ammonique . . . 77	500	16.40	305
	Nitrate de potasse . . . 1			
	Binitronaphtaline . . . 3			
	Chromate de plomb . . . 1			
	Chlorure ammonique . . . 18			
Yonckite N° 10 (Société anonyme de la Poudrerie de Ben-Ahin, à Liège.)	Nitrate d'ammoniaque . . . 30	500	16.50	303
	Nitrate de soude . . . 15			
	Perchlorate d'ammonia- que 25			
	Trinitrotoluol . . . 10			
	Chlorure de sodium . . . 20			
Favier II bis (Soc. belge des Explosifs Favier, à Vilvorde.)	Nitrate ammonique . . . 76.6	500	17.06	293
	Chlorure ammonique . . . 20			
	Binitronaphtaline . . . 2.4			
Fractorite B (Société anonyme de dyna- mite de Matagne, à Matagne-la-Grande.)	Nitrate ammonique . . . 75	450	15.73	286
	Oxalate ammonique . . . 2.2			
	Binitronaphtaline . . . 2.8			
	Chlorure ammonique . . . 20			
Minolite antigrisouteuse (Laurent Cornet, à Ver- viers.)	Nitrate d'ammoniaque . . . 72	400	16.93	236
	Nitrate de soude . . . 23			
	Trinitrotoluol . . . 3			
	Trinitronaphtaline . . . 2			
Ammoncarbonite (Sprengstoff A.-G. Car- bonit, à Hambourg.)	Nitrate ammonique . . . 82	300	15.74	191
	Nitrate de potasse . . . 10			
	Farine de blé . . . 4			
	Nitroglycérine . . . 4			
Grisoutite (Société anonyme de dyna- mite de Matagne, à Matagne-la-Grande.)	Nitroglycérine . . . 44	300	16.80	179
	Sulfate de magnésie . . . 44			
	Cellulose . . . 12			

2. — LES LAMPES.

Les lampes constituent la seconde cause de danger d'inflammation des atmosphères explosibles dans les mines.

Nous rappellerons très sommairement, vu le peu d'espace qui nous est laissé, les principaux résultats des expériences, dont le détail se trouve in extenso dans les publications exposées :

1. La lampe Mueseler non cuirassée, jadis la seule admise par le règlement belge, est aisément mise en défaut dans les courants ascensionnels ou descendants.

Munie d'une cuirasse, elle se comporte beaucoup mieux.

2. La nature de l'huile n'influe pas sensiblement sur le degré de sûreté des lampes ;

3. Le rallumeur intérieur à pastilles de phosphore ne présente pas de danger spécial lors de son fonctionnement.

Ces trois constatations ont servi de base à la réglementation actuelle (arrêté royal du 9 août 1904).

Voici quelles ont été, en application de l'article 3 de cet arrêté, les lampes admises jusqu'ici par les arrêtés ministériels successifs.

A remarquer que toutes sont des lampes cuirassées.

Nous les rangeons par ordre de pouvoir lumineux, moyen pratique, en unités Heffner.

	Pouvoir lumineux.
Lampe Wolf à alimentation inférieure	0.87
» Grümer et Grimberg	0.87
» Mulkay n° 2	0.84
» d'Arras	0.82
» André-Billon	0.81
» Seippel n° 6	0.77
» de Bochum (mèche ronde)	0.71
» Wolf n° 3	0.68
» Koch	0.67

Lampe Müller	0.64
» Demeure	0.57
» Wolf à alimentation supérieure	0.53
» Mulkay n° 1	0.50
» Marsaut	0.40
» Mueseler cuirassée	0.37
» Fumat	0.36
» Body-Firket	0.23

A noter qu'il s'en faut de beaucoup que toutes ces lampes soient entrées dans la pratique courante.

En outre des lampes à flamme, un certain nombre de lampes électriques sont employées dans les travaux souterrains. Conformément à l'arrêté royal du 15 mai 1905, leur emploi doit être autorisé par arrêté de la Députation permanente du Conseil provincial.

Les expériences de Frameries ont démontré (les essais, non entièrement terminés encore, seront publiés ultérieurement) que l'inflammation d'un mélange grisouteux ambiant peut se produire lors de la rupture de l'ampoule.

On remédie aisément à ce danger spécial en enveloppant les ampoules par des globes en verre épais, à joints *hermétiques*.

3. — ESSAIS DIVERS.

Divers autres points ont aussi été examinés à Frameries, notamment :

a) Plusieurs systèmes nouveaux de rallumeurs, entre autres le rallumeur au ferro-cérium à étincelles. Malgré les qualités de cet intéressant procédé, il n'a pas été trouvé sûr et n'a pu être admis.

D'autres systèmes du même principe sont encore à l'examen.

b) On a essayé l'emploi de tôles perforées au lieu de tissus métalliques.

Les premiers essais ont donné des résultats favorables.

c) L'importante question de la résistance à la rupture des verres des lampes a été abordée et résolue.

A la suite de nos expériences, un arrêté ministériel a prescrit, le 20 décembre 1906, que les verres employés dans les mines franchement grisouteuses (2^e et 3^e catégories) doivent porter des marques reconnues, après expériences effectuées à Frameries sur la résistance de ces verres aux effets calorifiques et aux chocs mécaniques.

f) La possibilité d'inflammation du grisou par des étincelles autres que des étincelles électriques a été étudiée.

On n'a jusqu'ici pu obtenir l'inflammation que lorsque le grisou contient un certain pourcentage d'hydrogène.

g) On a aussi procédé à quelques essais de moteurs électriques en vue de reconnaître le plus ou moins d'efficacité de leur enveloppement.

h) Enfin, des expériences sont encore en cours sur divers facteurs pouvant influencer le degré de sûreté des explosifs soit vis-à-vis du grisou, soit vis-à-vis des poussières.

Il y a notamment la densité de chargement, au sujet de laquelle bien des points sont encore obscurs.

Il y a aussi l'influence de la section de la chambre d'explosion.

Cette influence est variable suivant la nature de l'explosif.

D'une façon générale, cependant, la charge-limite diminue lorsque la section est plus rétrécie.

V. — Le sauvetage.

L'installation de la Station de sauvetage de Frameries, décidée en 1905, à la suite de l'Exposition de Liège, a été réalisée en 1906.

Tous les détails sur cette station sont donnés dans le livre, déjà signalé, de MM. STASSART et BOLLE sur « Les appareils respiratoires et la station de sauvetage de Frameries ».

Dans un avant-propos de cet ouvrage, j'ai indiqué le but et la raison d'être de telles stations de sauvetage et la nécessité de les établir dans chaque charbonnage ou, tout au moins, dans chaque groupe de charbonnages.

Cette raison d'être et cette nécessité auraient été confirmées encore par les circonstances du terrible accident survenu le 11 mai 1910 à la mine de Whitehaven, en Angleterre, et où 136 ouvriers ont perdu la vie.

D'après le *Colliery Guardian* du 19 mai, « ces circonstances ont conduit à conclure que si des appareils respiratoires s'étaient trouvés sur les lieux au moment de l'accident au lieu d'arriver trente heures plus tard, des vies auraient pu être épargnées... La morale de cet événement est qu'il doit y avoir, à toutes les mines, une station de sauvetage pourvue d'équipes d'ouvriers bien exercés ».

De telles stations ont été prescrites en Belgique, dans toutes les mines de 2^e et de 3^e catégorie, par l'arrêté royal du 23 juin 1908.

Une des cartes exposées indique la répartition des stations de sauvetage dans les divers bassins du pays ainsi que le nombre et la nature des appareils respiratoires qui s'y trouvent en dépôt.

Sont aussi exposés : des photographies de la Station de sauvetage de Frameries et des exemplaires de plusieurs des appareils respiratoires qui ont été examinés et essayés à la dite station.

Quelques-uns d'entre eux sont pourvus de perfectionnements postérieurs à la description qu'en ont fait MM. Stassart et Bolle dans l'ouvrage précité.

Les appareils exposés sont les suivants :

1. L'appareil VANGINOT-MANDET, à air comprimé, sans récupération ;
2. L'appareil AEROLITH, à air liquide ;
3. L'appareil CLAUDE, à oxygène liquide, postérieur à la rédaction de la susdite notice ;
4. L'appareil DRAEGER ;
5. L'appareil SECURITAS ;
6. L'appareil TISSOT.

Ces trois derniers appareils sont à oxygène emmagasiné sous pression, avec régénération.

Nous y avons ajouté l'appareil très intéressant imaginé dès 1854 par le D^r Schwann, Professeur à l'Université de Liège, qui semble être le premier précurseur des appareils à régénération. L'appareil exposé appartient à la collection de l'Université de Liège.

Bruxelles, mai 1910.

V. WATTEYNE.