

AVERTISSEMENT.

L'avis placé en tête du dernier volume (1^{re}. livr. 1824) porte que les *Annales des Mines* seront augmentées de deux livraisons, et qu'elles paraîtront de *deux mois en deux mois*. Néanmoins, à cause de l'abondance des matières, les livraisons de 1824 sont encore bien plus fortes qu'elles ne devaient l'être, puisque chacune d'elles surpasse de beaucoup *sept à huit* feuilles d'impression.

S'il fallait s'en tenir à ce nombre, il serait impossible de faire connaître, à temps, dans ce Recueil tous les Mémoires qui intéressent l'art des mines.

D'après cette considération, il a été arrêté qu'à commencer du 1^{er}. janvier 1825, chaque livraison comprendra, au moins, *dix* feuilles d'impression. Les livraisons continueront de paraître de *deux mois en deux mois*.

Les six livraisons d'une même année formeront *deux volumes*. On y joindra les tableaux, cartes et planches nécessaires à l'intelligence du texte.

En s'engageant ainsi à faire paraître, par année, *six livraisons* composées chacune de *dix* feuilles d'impression, au moins, on ne peut maintenir le prix de la souscription aux *Annales des Mines*, tel qu'il avait été fixé au moment de la publication du volume de 1816 (1).

Ce prix a été porté, à compter du 1^{er}. janvier 1825, à *vingt francs*, par an, pour Paris, et à *vingt-quatre francs* pour les Départemens.

On s'abonne, à Paris, chez MM. Treuttel et Würtz, libraires, rue de Bourbon, n^o. 17, ainsi que dans leurs maisons établies à Londres, 30 Soho-Square, et à Strasbourg, rue des Serruriers, n^o. 3.

(1) Alors on ne s'était engagé à publier, par année, qu'un seul volume, composé de quatre livraisons de sept à huit feuilles d'impression chacune.

INSTRUCTION PRATIQUE

SUR L'EMPLOI

DES LAMPES DE SURETÉ DANS LES MINES,

ET

Sur les moyens de pénétrer sans danger dans les lieux méphitisés ;

Publiée par M. le Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

§ 1^{er}. — OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR L'AÉRAGE ET L'ÉCLAIRAGE DES MINES.

L'AÉRAGE et l'éclairage de l'intérieur des mines présentent de grandes difficultés, contre lesquelles viennent quelquefois échouer tous les secours de la science, toutes les ressources de l'industrie, et toutes les précautions de la prudence humaine.

Dans beaucoup de circonstances, il ne s'agit pas seulement de renouveler l'air des excavations souterraines, c'est-à-dire, d'y introduire sans cesse l'air même de la surface du sol, pour subvenir en même temps à la respiration des ouvriers et à la combustion des lampes; il faut encore en extraire et en expulser toutes les mofettes nuisibles qui s'y forment ou qui s'en dégagent en plus ou moins grande abondance. En un mot, il ne suffit pas de porter au mineur, dans ses ateliers les plus profonds et les plus reculés, l'air sans lequel il ne peut vivre; il faut aussi écarter

de lui différens fluides aériformes qui lui donneraient la mort.

C'est sur-tout dans les mines de houille que ces sortes de difficultés se rencontrent plus fréquemment, et qu'elles sont accompagnées de plus de dangers. Tantôt le gaz azote et le gaz acide carbonique (que la plupart des mineurs ne distinguent pas l'un de l'autre, et qu'ils nomment *mauvais air*), remplissent les anciens ouvrages et se répandent dans les galeries et les puits, et l'on ne peut y rester ou en approcher sans risquer d'être frappé d'asphyxie; tantôt le gaz hydrogène carboné (le *grisou* ou *grieux* des mineurs) sort des fentes du rocher ou de la masse même de houille qu'on exploite. Plus à craindre que les deux premiers gaz, il peut, comme eux, asphyxier les ouvriers, et s'il vient à prendre feu à une lumière lorsqu'il est mêlé en certaines proportions (1) avec l'air commun, il produit une explosion terrible, qui brûle tous ceux qu'elle atteint, qui renverse et détruit tous les ouvrages, et qui, transformant subitement l'air des galeries en gaz délétère, frappe aussi de mort quelques instans plus tard tous ceux que le feu et la commotion ont pu épargner (2).

Dans les cas les plus ordinaires, pour prévenir ces déplorables catastrophes, on emploie différentes méthodes, et on a recours à différentes dispositions particulières que nous nous bornerons à rappeler ici en peu de mots.

A. Lorsqu'on redoute le dégagement continuel

(1) Le mélange d'une partie en volume de gaz hydrogène carboné avec quatre, cinq, six, et jusqu'à treize parties d'air atmosphérique, a la propriété de faire explosion.

(2) Le gaz hydrogène carboné produit, par sa combus-

et l'accumulation des gaz méphitiques dans une partie de la mine, on rend l'aérage *plus vif et plus serré*, selon l'expression des mineurs; c'est-à-dire que l'on augmente la vitesse et le volume de l'air qu'on y fait circuler, afin de noyer ces gaz dans une telle masse d'air commun, que le mélange qui en résulte ne puisse être nuisible (1).

B. Lorsqu'on craint l'affluence et l'explosion du gaz hydrogène carboné, on force l'air qu'on fait venir du dehors à passer sur la surface même des *tailles* d'exploitation, et dans les coins et les angles des galeries, pour balayer continuellement les parois, entraîner tous les jets de gaz inflammable qui en sortent, et toutes les bulles de ce gaz qui pourraient y rester adhérentes. On a soin sur-tout de faire arriver le courant au bas des *tailles*, de sorte qu'il les parcourt en montant plutôt qu'en descendant, et on le conduit ensuite au dehors de la mine par des galeries et des puits où il n'y a aucune lumière. On empêche les ouvriers de fumer dans la mine; on leur défend l'entrée des vieux ouvrages, qui sont pleins de gaz inflammable; on interdit le travail à la poudre; on diminue autant qu'on peut le nombre des lampes dans les galeries de service et dans les ateliers; quelquefois même on n'en emploie qu'une seule, qu'on place à l'entrée des chambres d'exploitation, et dont on augmente, s'il le faut, la clarté à l'aide d'un réflecteur.

tion, de l'eau et son propre volume de gaz acide carbonique.

(1) Un dixième de gaz acide carbonique dans l'air éteint les lumières, et est nuisible aux hommes et aux animaux.

Dans quelques mines, on éclaire les travailleurs avec la *meule d'acier*, dont les étincelles ne peuvent que difficilement enflammer le gaz hydrogène carboné.

C. Si l'on s'aperçoit ou si l'on soupçonne que ce gaz s'est amassé dans quelque cavité de peu d'étendue au plafond d'une galerie, on peut le neutraliser en un instant en y mettant le feu : c'est aussi de cette manière que, dans plusieurs mines du midi de la France, on détruit, tous les matins, l'air inflammable des chambres d'exploitation avant l'entrée des ouvriers ; mais cette précaution n'empêche pas toujours d'autres explosions d'avoir lieu, et elle n'est pas elle-même sans inconvénients, sur-tout si l'espace occupé par le gaz inflammable est considérable, et si l'on néglige de mettre les ouvriers à l'abri de tout accident (1).

D. Si le gaz inflammable est répandu dans toute ou presque toute l'étendue d'une mine, et

(1) Tous les ouvriers doivent être retirés : celui qui est chargé de ce dangereux service se couvre de linges mouillés, et porte un masque sur le visage ; il tient à la main une longue perche, au bout de laquelle est une chandelle allumée ; il se couche le ventre sur le sol, se traîne jusqu'au lieu où il présume que le gaz est rassemblé, et il l'enflamme en élevant sa lumière.

Remarquons ici que, s'il était reconnu nécessaire, en certains cas, de mettre le feu au gaz explosif rassemblé dans une partie de la mine, on pourrait le faire avec moins de danger, en disposant d'avance, dans le lieu où le gaz est amassé, une batterie de fusil dont le bassinet contiendrait un peu de poudre, et dont la détente serait attachée à un fil d'archal, qui serait prolongé jusqu'à telle distance qu'on voudrait, et même jusqu'au dehors de la mine. On n'aurait qu'à tirer le fil quand il faudrait produire l'explosion.

si l'on a lieu de craindre que ce gaz, venant à s'allumer aux foyers d'aérage, ne produise une détonation qui se propage de proche en proche jusqu'aux extrémités les plus éloignées, on conduit l'air de manière que le mélange explosif ne traverse pas les grilles et le combustible embrasé, mais qu'il passe en dehors des parois de ces foyers, et qu'il vienne se réunir au courant d'air chaud et de fumée à une assez grande distance (1) au-delà des grilles pour qu'il ne puisse s'enflammer (2).

E. Enfin, si l'on appréhende que le gaz hydrogène afflue en si grande proportion dans toutes les parties d'une mine, que l'air en soit surchargé et ne puisse servir à la respiration (3), on peut faciliter son écoulement en pratiquant au plafond des galeries des évents ou des soupiraux par où ce gaz plus léger s'échappe dans des canaux particuliers qui le conduisent hors de la mine, et l'air atmosphérique, circulant dans les galeries inférieures, parviendra ainsi aux ouvriers plus pur, ou moins mêlé de mofettes.

Tels sont les moyens principaux dont on s'est servi depuis long-temps pour garantir les mineurs des dangers auxquels ils sont malheureusement exposés dans les mines où il se développe une grande quantité de gaz méphitiques ou de gaz inflammables.

(1) Cette distance doit être, en général, de 20 à 25 mètres au moins.

(2) Voyez la note (1) de la page 11 ci-après.

(3) Un tiers de gaz hydrogène carboné, mêlé à deux tiers d'air atmosphérique, éteint la lumière des lampes, et ne pourrait être respiré long-temps sans inconvénient.

Mais, il faut l'avouer, quelques soins qu'on ait mis dans la pratique habituelle de ces différens moyens, et quelque intelligence qu'on ait apportée dans tous les détails de leur exécution, ils n'ont pas toujours eu tout le succès qu'on avait droit d'en attendre. L'approche imprudemment faite d'une seule lumière dans un angle de galerie où s'était amassé un mélange d'air commun et de gaz hydrogène a suffi parfois pour produire en un instant une explosion générale, et ruiner la mine la mieux conduite, la mieux aérée, la mieux exploitée.

Dans d'autres cas difficiles à prévoir, des torrens de gaz sortis inopinément de quelque cavité rencontrée par hasard, ou de quelque crevasse inaperçue, ont troublé subitement et arrêté la circulation de l'air, inondé les galeries et rendu la mine inabordable.

Grâce aux progrès des sciences et aux découvertes nouvelles, ces explosions soudaines, que l'habileté des chefs et la vigilance des ouvriers ne pouvaient pas empêcher, seront presque toujours évitées à l'avenir; et si l'art est encore impuissant pour arrêter et détourner les irruptions imprévues des gaz méphitiques, il peut du moins fournir des moyens sûrs de pénétrer dans les mines dont ces gaz remplissent toutes les chambres et toutes les avenues.

Avec la lampe de sûreté, le mineur peut maintenant s'éclairer sans danger au milieu d'une atmosphère mélangée de gaz hydrogène.

Avec un appareil convenablement disposé pour la respiration, il peut aussi aller et séjourner dans les excavations souterraines, où ne se trouve pas l'air ordinaire qui est nécessaire pour l'en-

retien de la vie et la combustion des lampes.

La première de ces deux inventions n'est connue que depuis peu d'années; elle est due à sir Humphry Davy, président de la Société royale de Londres. De nombreuses expériences ont complètement démontré son efficacité. Les lampes de sûreté sont aujourd'hui généralement employées dans les mines de l'Angleterre et de la Belgique, où l'on a lieu de craindre les explosions du gaz hydrogène: elles commencent à l'être aussi dans nos mines de houille; on en compte plus de deux mille dans celles d'Anzin; mais des préjugés, ou de faux prétextes, ont jusqu'ici empêché de les admettre dans plusieurs autres exploitations.

L'invention de l'appareil respiratoire est plus ancienne que celle de la lampe de sûreté; cependant il ne paraît pas qu'elle ait encore eu aucune application. On ne peut douter qu'elle ne puisse être de la plus grande utilité, soit pour porter des secours aux malheureux mineurs qui ont pu être surpris au fond de leurs ateliers souterrains par un déluge de gaz méphitique, soit pour réparer et rétablir les canaux d'aéragé et rendre la mine accessible, soit enfin pour visiter et reconnaître d'anciennes mines et des ouvrages abandonnés.

Nous croyons rendre un véritable service et à l'art des mines et à l'humanité, en appelant aujourd'hui l'attention de tous les exploitans sur ces deux moyens de sûreté, dont il est bien à désirer que l'usage leur devienne familier.

Nous allons exposer d'abord les propriétés, la construction et l'usage de la lampe de sûreté, et les soins indispensables qu'elle exige.

Nous décrirons ensuite l'appareil respiratoire,

et nous examinerons quelles doivent être ses principales dispositions, selon les différentes circonstances où il peut être employé.

§ 2. — LAMPE DE SURETÉ.

1°. *Propriétés de cette lampe.*

La lampe de sûreté consiste spécialement dans une lanterne dont l'enveloppe, en toile métallique (de fil de fer ou de cuivre), recouvre et renferme la mèche d'une lampe ordinaire.

Cette toile métallique, dont le tissu est assez fin et assez serré pour qu'il contienne au moins cent quarante ouvertures dans un centimètre carré, a la propriété très-remarquable de ne point laisser passer la flamme à travers ses interstices; de sorte que, si l'on porte cette lampe allumée dans une atmosphère explosive de gaz hydrogène carboné, le gaz entrant dans l'intérieur de l'enveloppe pourra prendre feu à la lumière de la lampe, mais l'explosion ne pourra pas se propager au dehors, même quand la toile métallique aurait acquis la chaleur du fer rouge (1).

(1) On peut observer un phénomène tout-à-fait semblable, si l'on dirige, sur un morceau de la toile métallique dont il s'agit ici, un jet de gaz hydrogène carboné sortant d'une vessie ou d'un gazomètre; on pourra allumer le jet d'un côté ou de l'autre de la toile à volonté, sans que la portion qu'on aura enflammée puisse mettre le feu à celle qui est de l'autre côté. Il en est de même d'un tube métallique qui n'a que 3 millimètres de diamètre, et dont la longueur est très-grande relativement à ce diamètre; ce tube ne peut transmettre l'inflammation d'une de ses extrémités à l'autre. Tous ces faits s'expliquent par la considération que la flamme exige un degré de température très-élevé, qui ne peut subsister quand les gaz qui la produisent viennent à être en contact avec des surfaces métalliques dont la température est beaucoup plus basse.

La condition essentielle pour que cet effet ait toujours lieu infailliblement, c'est que l'espace dans lequel la flamme de la lampe est confinée ne communique avec l'atmosphère extérieure par aucune ouverture, aucune jointure, ou aucune fente qui soit plus large que les mailles de l'enveloppe (1).

2°. *Forme et construction de cette lampe.*

La forme des lampes de sûreté peut être variée de différentes manières: celles qui sont représentées, *fig. 1* et *10* des planches I et II ci-jointes, réunissent l'avantage de la solidité à celui d'une construction simple et peu dispendieuse.

Ces lampes ont trois parties principales: 1°. le réservoir d'huile; 2°. l'enveloppe imperméable à la flamme; 3°. la cage, qui sert à fixer l'enveloppe sur le réservoir et à la garantir de tout choc.

1°. *Réservoir d'huile.*

Le réservoir *a* est cylindrique et plus large que haut, afin que l'huile qu'il renferme soit moins éloignée de l'extrémité allumée de la mèche, et puisse l'alimenter facilement, même lorsqu'elle est près d'être entièrement consumée.

(1) Cette propriété des tissus métalliques à petites mailles et des tubes de métal longs et étroits peut avoir son application en beaucoup de circonstances, et dans les mines même, pour empêcher la détonation qui aurait lieu dans un fourneau allumé de se communiquer au gaz qui afflue vers ce fourneau. M. Chevrement a fait dernièrement un heureux essai de ce moyen dans une mine des environs de Mons. Il a fait placer deux grilles de fer garnies de toile métallique dans la galerie qui aboutit au foyer d'aérage, et prévenu ainsi toute propagation d'explosion en arrière dans l'intérieur de la mine.

Le fond supérieur de ce réservoir est percé d'une ouverture circulaire de 18 à 20 millimètres de diamètre, que recouvre la plaque horizontale du porte-mèche, et il est surmonté d'un anneau cylindrique *b*, dont la surface verticale intérieure est taillée en écrou.

Dans la plupart des lampes qui ont été employées jusqu'ici, un tube extérieur *c* (*fig. 1*) sert à introduire l'huile dans le réservoir; son ouverture inférieure s'approche assez près du fond pour qu'elle soit toujours sous la surface de l'huile, même quand il n'en reste plus que quelques millimètres de hauteur; son orifice extérieur se ferme avec une vis en cuivre (1).

Dans les mines de Mons, on a remplacé ce tube droit par un tube recourbé en dedans du réservoir comme un siphon (*fig. 3*), afin qu'il restât toujours de l'huile au fond de ce tube, et qu'il n'y eût point de communication ouverte au dehors, même quand le bouchon est enlevé et qu'on verse l'huile dans la lampe; mais ce moyen n'empêcherait pas qu'une détonation dans l'intérieur du cylindre du tissu métallique ne chassât l'huile hors du siphon, et il est bon, dans tous les cas, de s'abstenir d'ouvrir le bouchon du réservoir quand l'air de la mine est détonnant.

Ces remarques prouvent qu'il vaut mieux supprimer tout-à-fait ce tube extérieur, comme on

(1) Quelques fabricans de lampes ont cru pouvoir substituer, par économie, des bouchons de liège aux vis en cuivre : mais le bouchon à vis est plus sûr; car si la lampe venait à se renverser sans s'éteindre quand il ne reste plus que très-peu d'huile dans le réservoir, il pourrait arriver que le bouchon de liège sautât, et qu'il y eût alors un passage ouvert à la flamme du dedans au dehors.

le voit dans la *fig. 10*, qui représente une lampe nouvellement construite à Liège par MM. Chevremont et Smets frères : l'appareil en est plus simple; on y verse l'huile par l'ouverture que recouvre la plaque horizontale du porte-mèche (1).

Un tube *d*, ouvert par les deux bouts, est soudé sur le fond du réservoir et s'élève jusqu'au-dessus de la plaque du porte-mèche, qu'il traverse. Il est destiné à contenir une tige cylindrique *e*, qui le remplit entièrement, et dont le bout supérieur est recourbé en forme de crochet pour servir à régler la mèche, l'élever; l'abaisser, la moucher ou l'éteindre. L'extrémité inférieure de cette tige est repliée à angle droit, afin qu'on puisse la placer et l'arrêter sur la languette ou plaque d'arrêt *f*, dont un bout est libre, et dont l'autre est soudé sous le réservoir (2).

Un autre tube *g* traverse les deux fonds du réservoir, et il y est soudé hermétiquement : il sert au passage d'une tige à vis, qui tient la lanterne fermée, et ne permet de l'ouvrir qu'avec la clef qui convient à la tête de cette vis. Une plaque ou *cache-entrée u*, qui tourne sur un clou rivé, sert à boucher l'orifice de ce tube, et empêche la terre et la boue d'y entrer. (*Voyez fig. 11 et 15.*)

Le porte-mèche *h* consiste en un petit tube vertical de 5 millimètres de diamètre, et de

(1) Les premières lampes de sûreté qui ont été apportées de Londres à Paris n'avaient pas de tube extérieur pour y verser l'huile : l'École royale des mines en possède un modèle de cette forme depuis 1816.

(2) Il est bon que cette tige soit arrêtée ainsi, pour empêcher qu'elle ne retombe d'elle-même sur la mèche et ne l'éteigne.

30 millimètres de longueur; il est soudé au centre d'une plaque horizontale *i*, de 45 millimètres de diamètre. Il a sur le côté, un peu au-dessous de son extrémité supérieure, une ouverture rectangulaire *k*, pour y introduire à volonté le crochet qui sert à relever ou à noyer la mèche. (Voyez *fig.* 8 et 9.)

2°. *Lanterne ou enveloppe imperméable à la flamme.*

Cette enveloppe *l*, en toile ou gaze métallique (1), qui contient cent quarante ouvertures par centimètre carré, a la forme d'un cylindre un peu conique, ce qui permet de la faire entrer dans la cage dont il va être parlé ci-après, et de l'en retirer plus facilement pour la brosser et la nettoyer.

Sa hauteur est de 15 à 17 centimètres; son extrémité supérieure a 35 millimètres de diamètre, et est fermée par un fond de la même toile; son extrémité inférieure a 58 ou 40 millimètres de diamètre; elle est ouverte, et son bord *m* est replié en dehors, sur une largeur de 2 à 3 millimètres, comme on le voit, *fig.* 6; ou, ce qui vaudrait mieux, ce bord inférieur est serré étroitement par un lien de fil de fer dans la gorge d'une rondelle ou virole de cuivre *n* (*fig.* 14). Cette virole a l'avantage de conserver la forme

(1) Cette toile est ordinairement en fil de fer de trois dixièmes de millimètre de grosseur: une toile en fil de cuivre rouge peut aussi être employée à cet usage; mais on ne doit pas se servir de tissu en laiton ni en platine. Le fil de laiton aurait l'inconvénient de s'altérer et de se détruire à la longue, et le fil de platine pourrait communiquer l'explosion au dehors. Voyez, ci-après, page 23, la note (1).

circulaire du bord inférieur de l'enveloppe, et elle empêche qu'on ne puisse enlever cette enveloppe ou cette cheminée sans dévisser la cage.

Les différentes dimensions que nous venons d'indiquer sont celles qui conviennent le mieux; car, dans des cylindres plus grands, la combustion du gaz inflammable échauffe beaucoup trop leur partie supérieure, et peut l'amener promptement à une forte chaleur rouge, d'où il arriverait que le tissu métallique serait altéré et troué en peu de temps, et ne pourrait plus garantir de l'explosion.

Il est bon, pour éviter cet inconvénient dans tous les cas, même dans les petits cylindres, de recouvrir le haut de l'enveloppe cylindrique *l* par une deuxième enveloppe *o*, longue de 3 à 4 centimètres, et dont le fond est élevé de 12 à 15 millimètres au-dessus du fond de la première.

Les jointures de ces enveloppes doivent être doubles ou à bords repliés l'un sur l'autre, pour qu'il n'y ait aucune ouverture plus grande que les interstices du tissu; il faut aussi que le bord inférieur de la deuxième enveloppe soit cousu avec soin, afin qu'il reste toujours appliqué sur la première et ne puisse s'en séparer, même quand elle viendrait à être pliée ou déformée.

Au lieu d'ajouter la deuxième enveloppe en toile métallique dont on vient de parler, on peut (comme on l'a fait dernièrement dans les mines des environs de Mons) adapter au sommet de l'enveloppe ou cheminée *l* un chapiteau cylindrique de cuivre *p*, de trois centimètres de longueur, et percé de trous aussi petits que les mailles de la toile métallique. (Voyez *fig.* 6.)

3°. *Cage qui sert à fixer l'enveloppe cylindrique ou la lanterne sur le réservoir, et à la garantir de tout choc.*

Cette cage *q* est composée de quatre, ou mieux, de cinq gros fils de fer, longs de 18 à 19 centimètres, fixés par leur bout inférieur sur le bord d'un anneau de cuivre *r*, et, par leur autre bout, sur une plaque de tôle *s*, de 7 à 8 centimètres de diamètre.

L'anneau *r* porte sur sa surface verticale extérieure quatre ou cinq pas de vis (*fig. 7 et 14 bis*).

La plaque *s* est assez large pour couvrir le cylindre et le réservoir, et empêcher que les gouttes d'eau qui peuvent tomber d'en haut ne pénètrent dans la lanterne et n'éteignent la lampe; elle est munie d'un anneau et d'un crochet *t*, pour qu'on puisse porter la lampe à la main, l'accrocher à la boutonnière de l'habit ou l'attacher où l'on veut.

On fait entrer le cylindre de toile métallique dans cette cage, jusqu'à ce que son bord inférieur *m*, ou la virole *n*, sur laquelle ce bord est fixé, soit en contact avec l'anneau *r*; cet anneau se visse ensuite dans l'écrou du réservoir, et il fixe ainsi en même temps la cage, le cylindre et le porte-mèche, et les maintient en place (1).

3°. *Avantages de cette lampe.*

La lampe construite dans les dimensions et

(1) Cet anneau *r* pourrait être ajusté sur le réservoir comme un couvercle de tabatière; mais, dans ce cas, il offrirait moins de sûreté contre l'explosion que s'il était assemblé à vis, parce qu'il pourrait arriver qu'il fût placé assez obliquement pour laisser une ouverture suffisante au passage de la flamme.

avec tous les soins que nous avons indiqués présente au mineur toute la sécurité désirable, et elle peut servir à l'éclairer sans danger dans toutes les galeries et dans toutes les excavations souterraines où il a à craindre la présence du gaz hydrogène carboné.

Elle a l'avantage, quand le gaz ne se renouvelle pas et ne se mêle pas continuellement dans l'atmosphère de la mine, de le brûler peu-à-peu et d'en réduire la quantité au-dessous de celle qui est nécessaire pour l'explosion.

Lorsqu'au contraire ce gaz afflue sans cesse et avec une telle abondance qu'il ne peut être consumé assez vite, la lampe fournit des indices certains de l'état de l'air de la mine; elle signale le danger qu'il pourrait y avoir à y rester, et elle avertit ainsi le mineur du moment où il doit se retirer.

Si le gaz inflammable commence à se mêler avec l'air ordinaire dans les plus petites proportions, son premier effet est d'augmenter la longueur et la grosseur de la flamme.

Si ce gaz forme le douzième du volume de l'air, le cylindre se remplit d'une flamme bleue très-faible, au milieu de laquelle on distingue la flamme de la mèche (1).

(1) Quelquefois, mais rarement, quand le gaz est peu abondant ou inégalement répandu dans l'air, on entend plusieurs petites explosions intérieures qui se succèdent rapidement, mais qui ne doivent inspirer aucune inquiétude, parce qu'elles ne se propagent point au dehors. Voyez les expériences faites par le docteur Hamel, de Saint-Petersbourg, dans la mine de houille de Decbank, *Philos. Magazine*, juillet 1816; voyez aussi les *résultats des expériences faites avec les lampes de sûreté*, par M. Baillet, inspecteur divi-

Si le gaz forme le sixième ou le cinquième du volume de l'air, la flamme de la mèche cesse d'être visible; elle se perd dans celle du gaz qui remplit le cylindre, et dont la lumière est assez éclatante (1).

Enfin, si le gaz vient à former le tiers du volume de l'air, la lampe s'éteint tout-à-fait (2); mais les mineurs ne doivent pas attendre jusque-là pour se retirer.

Nous venons de dire que, dès que l'air de la mine est devenu explosif, c'est-à-dire quand il contient un douzième ou un treizième de gaz hydrogène carboné, le cylindre de la lampe est à l'instant rempli de la flamme de ce gaz, et que la lumière de cette flamme augmente ensuite en intensité à mesure que la quantité du gaz augmente. Les ouvriers doivent donc consulter continuellement cette indication: elle doit être leur sauvegarde, et leur montrer s'ils doivent enfin quitter la mine, jusqu'à ce qu'on ait pu y faire arriver une plus grande masse d'air atmosphérique.

sionnaire au corps royal des mines, et notamment les septième, huitième et deuxième expériences, rapportées pages 189, 190, et 197 du t. Ier. des *Ann. des mines*.

(1) Dans tous ces différens cas, on peut toujours éteindre facilement la flamme qui remplit le cylindre de toile métallique, en le couvrant d'un étui en tôle ou en étoffe de laine.

(2) On peut observer ces différens états dans une galerie de mine où afflue le gaz hydrogène, si l'on place d'abord la lampe sur le sol (où il y a moins de gaz), et si on l'élève ensuite graduellement jusqu'au plafond, où le gaz plus léger se trouve ordinairement en plus grande proportion.

4°. *Emploi de la lampe de sûreté quand l'atmosphère est explosive.*

Dans le cas où les mineurs ont besoin de travailler long-temps dans une mine dont l'atmosphère est explosive, on peut craindre que la combustion prolongée du gaz dans la lanterne n'échauffe la toile métallique du cylindre à une température trop élevée, et ne finisse par l'altérer ou la trouser. On prévient cet inconvénient en faisant usage,

Ou d'une lampe à double cylindre;

Ou d'une lampe à simple enveloppe, dont les fils du tissu sont composés de deux ou de plusieurs fils tordus et tressés ensemble;

Ou d'une lampe dont le cylindre est en cuivre laminé, percé de très-petites ouvertures circulaires, ou, mieux, rectangulaires (1);

Ou même enfin d'une lampe de sûreté ordinaire, dont le sommet est recouvert d'une seconde enveloppe (*fig. 10*), et qu'on place dans une lanterne ordinaire de verre ou de corne, dont on a enlevé la porte.

Le double cylindre en toile ou gaze métallique est complètement sûr, et il n'y a pas d'exemple que le cylindre extérieur ait jamais acquis la chaleur rouge, même quand le cylindre intérieur a été lui-même échauffé à ce haut degré de température pendant plusieurs heures.

Le cylindre en toile métallique, dont les fils

(1) Les ouvertures rectangulaires ont, à grandeur égale, un pouvoir réfrigérant plus considérable, et doivent être préférées. Voyez les remarques sur la perméabilité à la flamme, par M. Lefroy, *Annales des mines*, t. Ier. page 219.

sont composés de deux ou de plusieurs fils tordus ensemble, a aussi l'avantage de s'échauffer moins vite, et de rester exposé à la flamme du gaz sans rougir (1).

Le cylindre en cuivre percé de petits trous offre la même sûreté; mais il a l'inconvénient de coûter un peu plus cher. Si son épaisseur est de 6 dixièmes de millimètre, les ouvertures rectangulaires doivent avoir 1 millimètre 6 dixièmes de hauteur, sur 8 dixièmes de millimètre de la largeur. Ces ouvertures pourront même être plus grandes si l'épaisseur du cuivre est elle-même plus considérable (2).

Enfin la lampe de sûreté ordinaire (*fig. 10*), étant renfermée dans une lanterne commune de verre ou de corne, sera aussi moins exposée à s'échauffer et à rougir, parce que la circulation de l'air y sera diminuée (3).

(1) Des lampes de sûreté dont la toile métallique est composée de fils tressés d'un quarantième de pouce anglais d'épaisseur, et contient seize fils en chaîne et trente fils en trame, ont en même temps assez de flexibilité et de solidité pour ne pas se rompre, même par des chocs très-violens.

(2) Cette lampe convient très-bien quand on ne doit en faire usage que rarement. Pour le service ordinaire, les lampes à tissu de fil métallique sont préférables, à cause de leur flexibilité et de la facilité de substituer de nouveaux cylindres. Cette flexibilité de l'enveloppe est ici bien plus importante qu'on ne le croirait au premier aperçu. L'expérience a déjà prouvé plusieurs fois que l'explosion a été prévenue avec des lampes à tissu métallique, et qu'elle ne l'aurait pas été dans les mêmes circonstances, si leur enveloppe avait été faite d'autre matière plus résistante. Cette remarque pourrait s'appliquer en partie au chapiteau de cuivre de l'enveloppe, *fig. 6*.

(3) On obtient un effet semblable, c'est-à-dire qu'on re-

5°. *Usage de la lampe de sûreté lorsqu'elle vient à s'éteindre dans une atmosphère surchargée de gaz inflammable.*

Quand le volume du gaz hydrogène carboné est le tiers de celui de l'air atmosphérique, la lampe s'éteint aussitôt; mais alors même elle offre aux mineurs une nouvelle ressource, si l'on a eu soin de placer dans l'intérieur du cylindre, au-dessus ou autour de la mèche, plusieurs fils ou lames de platine tournés en spirale, dont l'épaisseur soit de 3 dixièmes de millimètre environ (1).

tarde ou qu'on empêche le trop grand échauffement de l'enveloppe de cette lampe, 1°. si l'on ajoute en dedans ou au dehors une plaque étamée qui sert de réflecteur; ou 2°. si l'on enferme le cylindre de toile métallique dans un cylindre de verre plus court, et qui intercepte ainsi le passage de l'air dans une partie de la longueur du cylindre métallique; ou 3°. si l'on adapte à une lampe à double cylindre une cheminée en cuivre qui ne laisse à découvert que le tiers ou la moitié de la surface cylindrique du tissu métallique; ou encore 4°. si l'on recouvre cette lampe d'un cylindre en cuivre qu'on peut lever ou abaisser à volonté; ou enfin 5°. si, comme l'a proposé M. Hodgson, on renferme la mèche de la lampe dans une lanterne dont un côté est fermé par un verre épais, mastiqué avec soin, et dont le côté opposé est garni d'un tissu métallique, qu'on peut couvrir ou découvrir plus ou moins par une plaque de cuivre qui glisse dans une coulisse.

Mais nous devons faire remarquer que, parmi toutes ces variétés de formes que nous venons d'indiquer, celles qui admettent du verre ne sont pas sans inconvénient: le verre est exposé à être brisé par la chute de la lampe, par le choc d'un corps étranger, et même par quelques gouttes d'eau froide qui viendraient à tomber sur sa surface extérieure, lorsqu'il est échauffé par la flamme de la lampe.

(1) En plaçant la spirale de fil de platine au bas de la

Ces fils ou ces lames de platine acquerront bientôt et conserveront un haut degré de chaleur, tant que la lampe brûlera et consumera le gaz hydrogène répandu dans l'air de la mine. Mais dès que ce gaz, affluant sans cesse, viendra à former le tiers du volume de l'air et à éteindre la flamme de la lampe, le platine dans l'obscurité paraîtra lumineux et répandra une lueur assez forte pour guider les mineurs lorsqu'ils se retirent (1).

Ce phénomène n'a plus lieu quand la proportion du gaz est telle qu'il forme les deux cinquièmes du volume de l'air : le platine cesse alors d'être en ignition, il perd peu-à-peu sa haute température ; mais on peut la lui rendre de nouveau si l'on parvient assez tôt dans une partie de

la lampe et autour de la mèche, on met le fil à l'abri de la fumée.

(1) Le platine reste ainsi lumineux, pendant que le gaz se consume lentement et sans flamme. Le palladium se comporte comme le platine dans les circonstances dont il est ici question ; mais le cuivre, l'argent, le fer, l'or et le zinc n'ont pas les mêmes effets. Cette propriété de produire, d'entretenir et de rendre sensible la combustion des gaz, a été attribuée par M. Davi au peu de conductibilité et au peu de capacité de chaleur du platine et du palladium. Les expériences de M. Derobeneiner, et celles de MM. Thénard et Dulong, viennent de prouver que la nature du métal ou des autres substances solides en contact avec les gaz détermine la combinaison de ces gaz à des températures très-différentes ; que cette action est modifiée par l'étendue de la surface, l'épaisseur des fragmens ; et même par leur configuration, et qu'elle a, en certains cas, tant d'énergie, que le métal (comme l'éponge de platine, la limaille de platine ou le précipité de platine par le zinc) peut, même en partant de la température ordinaire, devenir incandescent et produire l'explosion.

la mine où il y ait une plus grande proportion d'air atmosphérique ; le platine redevient bientôt rouge ; il enflamme le gaz dans l'intérieur du cylindre, si le mélange d'air et de gaz est explosif, et le gaz enflammé rallume à l'instant la mèche de la lampe (1).

Ce moyen curieux de s'éclairer quand toutes les autres lumières s'éteignent pourra quelquefois servir aux mineurs, soit pour se diriger dans les parties d'une mine dont ils ne connaissent pas les détours, soit pour se porter des secours mutuels, soit même pour juger par l'éclat du fil de l'état de l'air de la mine.

Il ne serait donc pas inutile que les maîtres mineurs et les chefs d'ateliers eussent des lampes garnies intérieurement de spirales en fil de platine.

La spirale de fil de platine peut être suspendue à 4 ou 5 centimètres au-dessus de la mèche, et dans ce cas, elle doit être supportée par un gros fil en platine, en argent, en cuivre ou en fer, ajusté sur la plaque du porte-mèche de manière qu'on puisse l'enlever facilement quand il s'agit de nettoyer la lampe. La spirale de fil de platine peut aussi être placée au bas de la lampe autour de la mèche. (Voyez *fig.* 19 et 20.)

(1) Il résulte évidemment de cette propriété du platine, 1°. qu'on ne doit pas employer une toile en fil de ce métal pour faire l'enveloppe cylindrique d'une lampe de sûreté ; 2°. que les fils de platine qu'on peut placer dans l'intérieur de ces lampes pour répandre de la lumière dans les mélanges qui contiennent trop peu d'air atmosphérique pour être explosifs doivent être disposés de manière qu'aucune pointe de ces fils ne puisse traverser les mailles de l'enveloppe et se projeter au dehors dans aucun cas.

6°. Soins qu'exige la lampe de sûreté.

L'emploi de la lampe de sûreté dans les mines demande plusieurs soins essentiels, dont les uns doivent être pris par les ouvriers eux-mêmes, et dont les autres regardent spécialement le maître-mineur; mais avant de les exposer, nous devons d'abord faire observer que la lampe de sûreté ne doit dispenser, dans aucun cas, de la nécessité d'entretenir dans la mine un courant continuél d'air atmosphérique, et de veiller sans cesse, avec la plus minutieuse attention, à ce qu'aucune matière embrasée ne puisse occasionner la détonnation du gaz hydrogène. Ainsi, l'on défendra sévèrement aux ouvriers de fumer dans l'intérieur de la mine; on leur interdira l'emploi de la poudre dans tous les lieux où l'air sera détonnant, et les moyens qu'on adoptera pour le renouvellement continuél de l'air seront combinés de manière qu'ils ne puissent donner lieu à l'explosion du gaz inflammable.

1°. Toute la garantie que présente la lampe de sûreté dépendant nécessairement de l'isolement de sa flamme dans une enveloppe de toile métallique, il faut sur-tout que, dans aucune circonstance et sous aucun prétexte, le mineur ne se permette d'ouvrir sa lampe, d'en séparer ni même seulement d'en soulever l'enveloppe cylindrique. Toute sécurité disparaîtrait à l'instant, et l'imprudencé d'un seul compromettrait le sort de tous ceux qui se trouveraient alors dans la mine.

Il faut donc absolument, quelque confiance qu'on ait dans tous les ouvriers, et quelque superflue que paraisse cette précaution, employer

un moyen particulier de fermer les lampes, pour que les ouvriers ne puissent les ouvrir.

On s'est d'abord servi pour cet effet d'un petit cadenas. Ce moyen était fort simple; mais il a présenté plusieurs inconvéniens qui l'ont fait abandonner. La poussière et la boue bouchaient et obstruaient souvent l'entrée du cadenas; quelques ouvriers essayaient de l'ouvrir ou de le forcer avec un crochet ou un autre instrument, et la dépense première ainsi que l'entretien de ces cadenas coûtaient assez cher dans les mines où il faut plusieurs centaines de lampes.

Par toutes ces raisons, on a renoncé à l'emploi des cadenas, et l'on a adopté généralement l'usage d'une tige à vis, qui traverse dans un tube le réservoir d'huile, et pénètre ensuite dans une ouverture pratiquée sur le bord de l'anneau inférieur de la cage de la lampe. La tête de cette tige ne doit pas être saillante au-dessous du fond du réservoir; elle est à trois ou quatre pans, et ne peut être tournée qu'avec une clef semblable à une clef de pendule.

Pour rendre cette fermeture plus sûre, il convient que la tête de la tige reste cachée à une certaine profondeur dans le tube qui la renferme; elle exigera ainsi une clef dont le canon sera plus long, et les ouvriers ne pourront que plus difficilement s'en procurer une pareille.

2°. Il convient encore de numéroter toutes les lampes et de donner toujours la même lampe au même ouvrier. C'est un moyen de surveillance qu'il ne faut pas négliger, et qui fera connaître quels sont ceux qui soignent leurs lampes et les conservent, et quels sont ceux qui les endommagent ou qui essaient de les ouvrir.

3°. Dans une mine où l'on craint l'explosion du gaz hydrogène carboné, on doit faire exclusivement usage de la lampe de sûreté, et il ne faut jamais se permettre d'employer des lampes ordinaires dans les parties de la mine où l'on pourrait supposer qu'il n'y a pas de danger de détonation. Il n'arrive que trop souvent que la circulation de l'air venant à être accidentellement troublée, retardée ou interrompue, les parties de la mine où l'air est ordinairement aussi pur que celui de la surface du sol sont tout-à-coup infectées de gaz inflammable.

4°. Les lampes doivent être toutes allumées hors de la mine; le maître mineur, qui est chargé de cette fonction, les ferme ensuite exactement, et en remet une à chaque ouvrier.

5°. Cette distribution des lampes ne doit se faire qu'après que chacune d'elles a été visitée et examinée, et qu'elles ont été reconnues en bon état.

6°. Les ouvriers descendent dans la mine munis chacun de leur lampe, qu'ils portent à la main, ou qu'ils ont accrochée à leur boutonnière (1); et ils doivent mettre tous leurs soins, pendant le trajet, pour qu'elle ne reçoive aucun choc et n'éprouve aucun accident qui puisse déformer ou trouser son enveloppe.

7°. Quand les mineurs sont arrivés à leur poste, ils doivent suspendre leur lampe à un crochet fixé sur un étau en bois ou en fer (2). Ils

(1) Quelques-uns accrochent leur lampe à un anneau cousu sur l'épaule gauche; d'autres l'attachent à un cordon passé autour du cou.

(2) Dans quelques mines de l'Angleterre, le support en fer est préféré, parce que le bois est quelquefois exposé à se charbonner à la surface par l'effet de la chaleur exces-

doivent avoir soin de la placer à quelque distance des tailles, à l'abri des chutes de houille et de pierres; ils doivent aussi l'éloigner des couraus de gaz qui sortent impétueusement des fentes ou des trous de sonde, pour éviter que la combustion rapide de ce gaz dans l'intérieur des lampes n'échauffe leur enveloppe cylindrique à une trop haute température.

Ils doivent sur-tout se garder de la fixer dans la houille ou dans le terrain qui la recouvre; car le plus petit éboulement pourrait la faire tomber, la briser, la déchirer, ou seulement la trouser sans l'éteindre, et occasionner ainsi une explosion dans la mine.

8°. La poussière qui vole dans l'air, particulièrement à l'époque de la journée où l'on abat la houille dans les tailles d'exploitation, bouche promptement les interstices de la toile métallique de ces lampes. Chaque ouvrier doit avoir une brosse pour nettoyer, quand il le faut, l'enveloppe cylindrique de sa lampe, et lui rendre ainsi toute sa clarté.

9°. Le réservoir de la lampe, représenté *fig. 1*, contient environ 152 grammes (5 onces) d'huile, ce qui suffit pour neuf à dix heures. Si le travail de l'ouvrier doit durer plus long-temps, il faut alors avoir soin d'ajouter de nouvelle huile au bout de sept à huit heures; mais cette addition d'huile dans une lampe allumée demande beau-

sive de la lampe. Voyez la lettre de M. Buddle à M. Davy, *Philos. Magazine*, t. XLVIII, page 55; mais cet effet n'a pas lieu si l'on donne à la tige du crochet de fer assez de longueur pour que la lampe ne touche pas l'étauçon en bois dans lequel ce crochet est fixé.

coup de précautions et ne doit pas toujours se faire dans la mine.

Lorsqu'on se trouve dans une atmosphère explosive, et que le gaz brûle dans l'intérieur de l'enveloppe de la lampe, et sur-tout lorsqu'il ne reste pas assez d'huile dans le réservoir pour couvrir et fermer l'ouverture inférieure du tube par lequel on doit verser l'huile, il est prudent de ne pas ouvrir le bouchon du réservoir et de ne pas ajouter de nouvelle huile. Il vaut mieux, dans ce cas, faire apporter une nouvelle lampe allumée(1).

La lampe qui n'a point de tube extérieur (*fig. 10*) n'a pas cet inconvénient; son réservoir est plus grand et contient assez d'huile pour un travail de douze heures, ce qui est plus que suffisant pour le service ordinaire.

10°. Si les mineurs se trouvent dans une atmosphère explosive, et qu'ils s'aperçoivent que la combustion des gaz dans l'intérieur de la lampe échauffe et fait rougir la toile métallique, quoique l'explosion ne puisse pas être communiquée même à ce haut degré de température, ils devront, si leur travail peut être retardé sans inconvénient, se retirer dans une autre partie de la mine jusqu'à ce qu'on soit parvenu à faire arriver une assez grande masse d'air commun pour diminuer la proportion du gaz hydrogène carboné.

11°. Dans les mêmes circonstances, si le tra-

(1) On cite plusieurs accidens qui ont eu lieu parce qu'on a imprudemment ouvert le bouchon du réservoir, quand il e restait pas assez d'huile pour empêcher la communication du dedans au dehors.

vail des mineurs est urgent et indispensable, et s'ils doivent rester long-temps dans une atmosphère détonnante, il sera bon qu'ils rafraichissent de temps en temps le cylindre de toile métallique avec une éponge imbibée d'eau ou avec un linge mouillé.

12°. Dans aucun cas, les ouvriers ne doivent essayer d'éteindre, en la soufflant, la flamme du gaz qui remplit la lanterne; car, quoiqu'on sache que des courans rapides de gaz hydrogène et d'air atmosphérique ne communiquent pas ordinairement l'explosion quand les lampes sont bien construites, on pourrait craindre, sur-tout si les fils étaient dérangés ou qu'ils fussent à la température de la chaleur rouge, qu'un souffle violent ne poussât au dehors de la lampe la flamme, qui, dans un air calme et en repos, y serait restée confinée. C'est en couvrant la lampe d'un étui en tôle, ou en l'étouffant dans leurs vêtemens, que les ouvriers doivent l'éteindre(1).

13°. Quand les ouvriers sont sortis de la mine et ont remis chacun leur lampe au maître mineur, toutes ces lampes sont aussitôt reportées dans le magasin, où on les nettoie et où on les examine de nouveau.

14°. Pour nettoyer les lampes, on commence par les ouvrir: on sépare ensuite les cylindres de tissu métallique de la cage qui les renferme,

(1) Cette précaution est sagement recommandée aux ouvriers des mines de Valenciennes. Un article du règlement relatif à la police intérieure de ces mines porte: « Dans » le cas où le grisou arriverait en trop grande abondance » dans l'intérieur de la cheminée métallique, il est défendu » de souffler le feu pour l'éteindre: l'ouvrier l'étouffera » dans un étui ou dans ses vêtemens. »

et on les dégraisse, soit en les plongeant dans de l'eau chaude qui tient un peu de potasse en dissolution, soit en les exposant à un feu clair qui brûle la suie et l'huile qui les salissent.

Dans le premier cas, après avoir lavé les cylindres, on les rince dans l'eau claire, on les brosse en dedans et en dehors, et on les fait sécher.

Dans le deuxième cas, on fait tourner chaque cylindre pendant une minute seulement sur le feu, et lorsqu'ils sont refroidis, on les brosse pour enlever toute la poussière carbonneuse qui les recouvre.

Cette deuxième méthode est préférée aujourd'hui à la première; elle altère moins le tissu des cylindres et laisse sur les fils de ce tissu une sorte de vernis qui prévient leur oxidation (1).

15°. On visite ensuite toutes les parties de la lampe; on met au rebut tous les cylindres de toile métallique qui ont quelque défaut, et l'on renvoie aux ateliers les réservoirs et les cages qui ont besoin d'être réparés (2).

16°. Quand les cylindres dont la toile est en fil de fer doivent rester quelque temps en magasin sans être employés, et qu'ils ne sont pas encore couverts d'un enduit de rouille, il faut les huiler pour empêcher qu'ils ne se détériorent.

17°. On pourra aussi, avant de se servir de ces

(1) Un ouvrier un peu exercé peut nettoyer deux cents lampes dans une journée.

(2) Les réparations les plus ordinaires consistent à redresser les barreaux de la cage qui sont courbés, à resserrer les rivures de ces barreaux qui ont pris du jeu, et à resouder les tubes qui aboutissent au fond du réservoir et qui laisseraient échapper l'huile de la lampe.

lampes, éprouver leur sûreté en les plongeant allumées dans un baril qu'on aura rempli d'un mélange détonnant de gaz inflammable et d'air ordinaire; mais cette épreuve, une fois faite, ne doit pas dispenser de l'examen journalier auquel chaque lampe doit être sévèrement soumise, quand elle revient de la mine et avant qu'on l'y reporte.

7°. *Réponses à quelques objections qui ont été faites contre les lampes de sûreté.*

Quoiqu'une expérience de plusieurs années ait prouvé, dans un grand nombre de mines de diverses contrées de l'Europe, toute l'efficacité de la lampe de sûreté, il ne sera peut-être pas inutile de réfuter ici tout ce qu'on a objecté pour en rejeter l'usage.

1°. On a prétendu que des poussières de matières combustibles suspendues dans l'air pénétreraient dans l'intérieur de l'enveloppe cylindrique, et qu'elles pourraient s'y allumer, en ressortir enflammées et causer l'explosion.

Mais on a jeté à plusieurs fois de suite de la poudre de houille et de pyrite, de la poudre à canon pulvérisée et mêlée de poudre de charbon, dans les lampes qui brûlaient dans un mélange de gaz plus explosif que le gaz inflammable des mines, et l'explosion n'a pu être communiquée au dehors. L'explosion n'a pas eu lieu non plus quand on laissa ces matières flotter dans cette atmosphère, ni même quand on les eut amoncelées sur le sommet du cylindre, qui avait acquis la chaleur rouge (1).

(1) Voyez les diverses expériences rapportées, pages 36,

2°. On a avancé que la combustion prolongée du gaz hydrogène dans l'intérieur du cylindre de toile métallique, quand l'air de la mine est détonnant, finirait par altérer, brûler et trouser le tissu de cette enveloppe.

Cet accident, qui aurait lieu sans doute à la longue pour des lampes à simple enveloppe, n'est pas à redouter pour celles qui ont une double enveloppe cylindrique ou un chapiteau de cuivre au sommet, ou dans lesquelles la circulation de l'air est diminuée par un réflecteur en fer ou en cuivre étamé.

3°. On a pensé que l'air agité pousserait la flamme à travers les mailles de l'enveloppe, et pourrait causer ainsi une détonnation au dehors ; mais des essais nombreux ont pleinement dissipé toutes ces craintes. Des courans mélangés d'air atmosphérique et de gaz hydrogène carboné n'ont pu expulser la flamme hors du cylindre de toile métallique, quand cette toile contenait cent quarante ouvertures par centimètre carré.

4°. On a craint encore que lorsqu'il s'établit dans une mine de forts courans de gaz inflammable et d'air ordinaire, agissant parallèlement ou sous différens angles, l'effet de ces courans ne fût d'accroître la température du cylindre de toile métallique, et d'augmenter par suite son pouvoir à laisser passer la flamme ; mais l'expérience a encore été cette fois favorable aux lampes de sûreté bien construites.

Des lampes à simple et à double cylindre ayant été exposées à un courant de gaz inflammable,

54 et 93 du *Philos. Magazine*, t. XLVIII, 1816, et les *Annales des mines*, tome 1^{er}., page 208.

dirigé transversalement à un grand courant d'air atmosphérique, le gaz brûla dans l'intérieur des lampes, mais leur tissu métallique ne fut porté qu'à la chaleur rouge.

On augmenta ensuite la vitesse du courant de gaz inflammable de manière à obtenir un jet impétueux, et tel qu'il ne s'en rencontre jamais dans les mines : la lampe à double cylindre fut exposée au concours des deux courans de gaz et d'air ordinaire ; son tissu métallique acquit bientôt la chaleur rouge, mais il ne brûla pas et ne communiqua pas l'explosion. La lampe à simple enveloppe ayant été placée au point où la combustion était la plus intense, le fil de son tissu brûla en jetant des étincelles et transmit l'explosion. Mais les lampes simples portant des plaques d'étain pour diminuer la circulation de l'air et réfléchir en même temps la lumière, et des lampes à double cylindre placées dans les mêmes courans que ci-dessus, ne purent jamais s'échauffer jusqu'au degré de la combustion du fer, et elles n'ont point communiqué l'explosion (1).

5°. On a objecté que les cylindres en tissu métallique étaient trop faibles pour l'usage des mines, et qu'ils seraient exposés à des chocs et à des chutes qui pourraient les plier, les déformer

(1) Voyez le tome XLVIII du *Philos. Magazine*, p. 198, et le tome 1^{er} des *Annales des mines*, page 207. Au reste, si l'on pouvait craindre de rencontrer des courans de gaz qui élevassent la chaleur du tissu métallique au-delà du rouge obscur, on parviendrait, avec des tissus de fils tressés (page 19 ci-dessus), dans lesquels les vides sont plus rétrécis et les surfaces rayonnantes beaucoup plus grandes, à ne pas dépasser ce degré de chaleur, et à éviter ainsi toute

ou les trouser. Mais les gros fils de fer qui les entourent, le réservoir qui les supporte, et le chapeau qui les recouvre, les garantissent de beaucoup d'accidens : et s'il était vrai qu'ils ne fussent pas assez solides, il serait facile d'employer des tissus plus serrés et plus épais, et même des cages extérieures à barreaux plus nombreux et plus forts, et de donner ainsi à ces lampes toute la solidité désirable en conservant toute leur sûreté.

6°. On a souvent répété que les lampes de sûreté donnaient moins de lumière que les lampes libres et découvertes. On a ajouté que les mailles du cylindre de toile métallique s'obstruaient facilement, et se remplissaient de poudre de houille, et que les ouvriers n'étaient pas assez bien éclairés, sur-tout sur la fin de leur journée et lorsqu'ils ont besoin de beaucoup de lumière pour achever certains ouvrages, tels que le triage de la houille et le choix des remblais. Cette objection, il faut en convenir, peut paraître, au premier aspect, n'être pas sans fondement; il n'y a aucun doute qu'une flamme renfermée dans un cylindre de toile métallique répande au dehors moins de lumière qu'elle n'en donnerait si cette enveloppe n'existait pas. On a reconnu par des expériences directes que la lampe de sûreté perdait un cinquième ou un quart de lumière, qui est inter-

explosion. En général on peut dire qu'on sera toujours maître de maintenir la température du tissu aussi basse qu'on voudra, en diminuant les ouvertures, et en augmentant la masse métallique et les surfaces rayonnantes; car cette température cessera toujours de s'accroître quand le tissu pourra dissiper, par le rayonnement et par le contact de l'air extérieur, toute la quantité de chaleur qu'il recevra de la flamme de la lampe.

cepté par les fils de l'enveloppe. Mais si l'on adapte à la lampe une plaque d'étain ou de fer ou cuivre étamé qui serve de réflecteur, ou un verre plan convexe, placé en dehors, qui rassemble les rayons et les empêche de diverger, on obtient sur tous les points qui sont éclairés en même temps par la lumière directe et par la lumière réfléchie, ou seulement par la lumière réfractée, autant de clarté qu'en pourrait donner la flamme de la lampe libre et découverte.

Le réflecteur peut être placé à volonté en dedans ou en dehors du cylindre de toile métallique; mais on concevra aisément qu'il produit plus d'effet quand il est placé intérieurement (comme celui de la *fig. 21, pl. II*), que quand il est appliqué en dehors sur l'enveloppe cylindrique de la lampe, parce que, dans le premier cas, les rayons réfléchis n'ont qu'une fois à traverser les mailles de la toile métallique, tandis que dans le second le tissu serait traversé trois fois par les mêmes rayons, tant avant qu'après leur réflexion (1).

On peut donc par ces moyens simples, le réflecteur ou la lentille, augmenter, quand on le veut, la lumière portée sur les points où le mineur applique son travail, et la rendre égale à celle de la flamme libre de la lampe.

Au reste, quand il ne serait pas possible d'obtenir d'une lampe de sûreté la même lumière que d'une lampe ordinaire, il ne faudrait pas moins

(1) Si l'on n'avait pas besoin de faire servir le réflecteur à diminuer le passage de l'air dans la lanterne (voyez la note (5) de la page 20), on pourrait le placer en dehors, et l'incliner de manière à réfléchir la lumière hors du cylindre dans telle direction qu'on voudrait.

préférer l'emploi de la première sorte de lampes dans toutes les mines où l'on peut craindre les détonnations du gaz hydrogène; car on pourra toujours multiplier sans danger les lampes de sûreté, si l'on a besoin de plus de lumière, tandis qu'au contraire, dans les mêmes circonstances d'une atmosphère explosive, si l'on se sert de lampes ordinaires, on sera contraint, pour diminuer les chances d'un péril imminent, de diminuer aussi le nombre de ces lampes et de réduire les mineurs à travailler presque dans l'obscurité.

7°. Enfin on objecte que plusieurs explosions ont eu lieu dans des mines où l'on faisait un usage habituel des lampes de sûreté.

Mais ces événemens déplorables, dont on n'assigne pas la véritable cause, ne peuvent pas affaiblir la confiance que doit inspirer l'emploi bien entendu et bien dirigé de ce moyen précieux d'éclairage. Ils doivent être seulement un avertissement utile, que ces lampes ne sont destinées à prévenir que les explosions qui seraient occasionnées par la flamme de leur mèche, si elle était libre et à découvert. Leur sûreté cesse si on les ouvre, si elles sont trouées ou déchirées; si leur enveloppe métallique, devenue rouge par la combustion long-temps continuée du gaz inflammable, est exposée à un souffle violent qui chasse la flamme au dehors, ou à un courant rapide qui brûle les fils du tissu et les met en fusion; enfin, si des imprudens essaient d'allumer leur pipe, en appuyant le tabac sur l'enveloppe de la lampe, et en produisant avec la bouche une forte aspiration qui attire la flamme.

Nous ne répéterons pas ici quelles précautions doivent être prises contre tous ces accidens, ni

quels autres soins non moins indispensables doivent être apportés pour entretenir une circulation d'air continuelle, et pour empêcher toutes les explosions que pourraient produire beaucoup de causes tout-à-fait étrangères aux lampes de sûreté.

Il nous suffira de rappeler que quand l'air d'une mine est mélangé de gaz inflammable, la lampe de sûreté offre le double avantage de garantir le mineur des chances de détonnation qui sont les plus ordinaires et les plus fréquentes, et de lui signaler tous les autres dangers, en lui montrant que l'air est devenu explosif: c'est à sa prudence à les prévenir ou à les éviter.

§ 3. — MOYENS DE PÉNÉTRER SANS DANGER DANS LES LIEUX OÙ MANQUE TOTALEMENT L'AIR RESPIRABLE.

Pour qu'un homme puisse pénétrer et rester sans danger dans un lieu où manque totalement l'air nécessaire à l'entretien de la vie (1), il faut indispensablement que cet air, dont il a besoin pour respirer, lui soit fourni par un appareil particulier.

La forme et la construction de cet appareil doivent varier selon la profondeur et l'éloignement du lieu où l'homme devra pénétrer, et selon le temps pendant lequel il voudra y séjourner.

PREMIÈRE SORTE D'APPAREIL. — *Tube respiratoire ouvert à l'air libre.*

Lorsqu'il s'agira de descendre au fond d'un

(1) C'est-à-dire, l'air ordinaire ou atmosphérique, qui est composé de 0,79 de gaz azote et de 0,21 de gaz oxygène.

puits peu profond ou d'une carrière exploitée à ciel ouvert, et que ce puits et cette carrière sont remplis d'un gaz méphitique, on rencontrera ordinairement peu de difficultés, et l'on conçoit qu'on pourra aller, marcher, agir et demeurer sans danger au milieu de cette atmosphère mortelle, si l'on tient appliquée sur la bouche une sorte d'embouchure semblable à celle d'un *porte-voix*, et si à cette embouchure est adaptée l'extrémité d'un tube flexible qui soit assez long pour que son autre extrémité ouverte reste constamment dans l'air ordinaire hors du puits ou de la carrière.

A l'aide de ce tube, l'homme respirera par la bouche l'air qui lui est nécessaire, mais il faudra qu'il rejette par les narines l'air des poumons (1).

On pourra encore et plus facilement, au lieu de l'embouchure dont on vient de parler, faire usage d'un masque ou nez artificiel posé au-dessus de la bouche, attaché par des cordons derrière la tête, et auquel s'adapte aussi le bout d'un long tube flexible, qui a son autre bout ouvert dans l'air ordinaire.

Dans ce dernier cas, on fera les inspirations

(1) On lit, dans les *Fastes de la marine française*, par Turpin (in-4°. Paris, 1784, page 36), que les Cosaques qui exercent la piraterie sur la mer Noire se réfugient dans les *Palus-Méotides*, et se font couler bas avec leurs barques lorsqu'ils se voient poursuivis par les Turcs : enfoncés sous l'eau, ils conservent une respiration libre, par le moyen d'un roseau creux, dont ils tiennent un bout dans la bouche, et dont l'autre sort de l'eau, et ils attendent ainsi le retour de la nuit pour relever leurs barques et se soustraire aux poursuites de leurs ennemis.

par le nez, et l'air qui sort des poumons sera expiré par la bouche.

C'est ainsi que Pilâtre de Rosier (1) a pu, en 1785, descendre au fond d'une cuve de brasseur profonde de 4 mètres, et y rester des heures entières au milieu du gaz acide carbonique dont elle était remplie : il y agissait et marchait sans gêne et sans souffrance; il respirait facilement et rejetait sans peine l'air gâté des poumons; et plusieurs animaux qu'on a mis auprès de lui ont été promptement asphyxiés.

C'est aussi par un procédé analogue, mais convenablement modifié, que M. Klingert de Breslau, et plusieurs de ses ouvriers, en 1797, ont pu descendre dans l'Oder, y travailler sous l'eau à 6 ou 7 mètres de profondeur, scier des troncs d'arbres, attacher avec des cordes des masses pesantes englouties au fond du fleuve, etc., tandis qu'un aide, placé sur le rivage, tenait les tubes respiratoires ouverts dans l'atmosphère (2).

Nous ne devons pas dissimuler que l'embouchure appliquée sur la bouche, et le masque ou nez artificiel, demandent une certaine habitude

(1) Voyez un Mémoire ayant pour titre : *Description et usage du respirateur antiméphitique*, imaginé par Pilâtre de Rosier, avec un *Précis des expériences faites par ce physicien sur le méphitisme des fosses d'aisance, des cuves à bière*, etc., par M. Delaunay. Paris, chez Laurent, libraire, rue de Tournon, 1785. Voyez aussi le *Journal de physique*, 1786, et le *Journal des mines*, tome III, n°. 14.

(2) Voyez la *Description de la nouvelle machine à plonger*, par M. K.-H. Klingert. Breslau, 1799. Voyez aussi les *Annales des arts et manufactures*, par Oreilly, tome III.

pour faire à propos les inspirations et les expirations sans commettre d'erreur, et pour ne pas courir le risque de respirer, en aucun cas, du gaz méphitique.

Il est facile, au reste, de prévenir cet inconvénient en ajoutant, à l'embouchure qui se place sur la bouche, un petit tube métallique contenant deux soupapes (1). Ce tube a le même diamètre que le tube flexible qui vient y aboutir, et sa longueur n'a que 4 à 5 centimètres. L'une des soupapes est placée dans le petit tube, près de sa jonction avec le tube flexible, et s'ouvre en dedans pour laisser entrer l'air extérieur; l'autre est ajustée dans une tubulure latérale soudée au tube métallique: elle ne peut s'ouvrir qu'en dehors, pour laisser échapper l'air des poumons, et s'opposer à l'entrée des gaz méphitiques.

Cette disposition, qui complique un peu l'appareil, exige aussi qu'on ne fasse aucune inspiration par les narines, ou que, pour s'en empêcher plus sûrement, on se serve d'une pince à ressort qui comprime le nez (2). Avec cette dernière précaution, on est dispensé de toute expérience, et l'appareil respiratoire devient susceptible d'être employé avec un égal succès par ceux même qui n'auraient jamais essayé d'en faire usage.

L'appareil simple, qui ne consiste que dans une embouchure et un tube flexible, peut être tenu à la main, ou, ce qui vaut mieux, on peut l'arrêter et le fixer sur la bouche avec des rubans noués derrière la tête.

(1) Cette invention est due à M. Delaunaye. Voyez la description citée ci-dessus du *respirateur antiméphitique*.

(2) Cette pince peut avoir la forme d'un ressort de lunettes. Voyez *fig. 7*, pl. 3.

L'appareil aussi simple que le précédent, le masque (*fig. 1*, pl. III) qui doit s'appliquer sur le nez, et auquel s'adapte aussi un tube flexible, doit être maintenu au-dessus de la bouche par des courroies ou des rubans.

L'appareil à soupape (*fig. 2* et 8) est composé d'une embouchure adaptée à un petit tube métallique muni de deux soupapes, et auquel aboutit le tube flexible.

Ce même appareil peut contenir un autre tube en forme de bec (*fig. 4*), qui est destiné à être tenu dans la bouche.

Le tube flexible de ces différens appareils peut être fait en peau ou en taffetas enduit d'un vernis de gomme élastique; il doit être cousu avec soin, et soutenu intérieurement par des espèces de trachées ou des spires en fil de fer (1).

L'embouchure peut être faite en bois, en ivoire ou en métal garni de cuir, et doit s'appliquer exactement autour de la bouche.

Le petit tube qui contient les soupapes sera en métal, et les soupapes seront en cuir fortifié par une plaque en tôle ou en laiton.

Quant au tube en forme de bec (*fig. 4*), qui doit être tenu dans la bouche, et autour duquel on doit réunir les lèvres pour empêcher complètement le passage des gaz au milieu desquels on se trouve, il pourra être en ivoire, et sera vissé au centre de l'embouchure, dans le prolongement du tube des soupapes.

Cette première sorte d'appareil, si le tube flexible a 20 millimètres de diamètre, pourra

(1) Ces fils devront être huilés, pour empêcher que la rouille ne les détériore.

être employée avec beaucoup de facilité dans les carrières exploitées à ciel ouvert, ou dans les puits et les galeries dont la profondeur et la longueur n'excèdent pas 20 à 30 mètres.

Dans des puits plus profonds et des galeries plus longues, une plus grande longueur de tube d'un aussi petit diamètre opposerait trop de résistance au mouvement de l'air, et les aspirations ne pourraient se faire qu'avec beaucoup de peine.

Par les expériences qui ont été répétées à Breslau, et que nous avons citées ci-dessus, on a reconnu qu'on respirait beaucoup plus aisément à travers un tuyau de 16 mètres [50 pieds] de longueur et de 13 millimètres et demi de diamètre, qu'à travers le même tuyau quand sa longueur était de 32 mètres [100 pieds], et l'on a acquis la preuve que, dans ce dernier cas, la poitrine était promptement fatiguée.

Il s'ensuit évidemment que, quand la longueur du tube de conduite augmente, il faut augmenter en même temps le diamètre de ce tube.

Si donc on a à pénétrer dans un puits profond rempli de mofettes, ou si du fond de ce puits on doit se transporter dans des galeries dont l'air soit vicié, le premier tube qui est adapté à l'*embouchure* qu'on tient appliquée sur la bouche pourra conserver le diamètre de 20 millimètres sur une longueur de plusieurs mètres; mais il faudra que les tubes d'allonge qui seront successivement ajoutés, à mesure qu'on s'éloignera de l'orifice du puits, aient un diamètre proportionné à la distance totale à laquelle on devra parvenir.

Dans les deux circonstances que nous venons d'indiquer, c'est-à-dire, au bas d'un puits profond et dans des galeries plus ou moins étendues, il

sera indispensable d'employer une lampe ou plutôt une bougie (1) pour s'éclairer : cette bougie sera renfermée dans une lanterne en verre épais bien close, et qui pourra être portée à la main ou accrochée sur la poitrine à la boutonnière de l'habit. On fournira à cette bougie l'air qui sera nécessaire à son aliment, en établissant une communication continuelle à l'aide d'un petit tube d'embranchement (2) entre la lanterne et le tube principal qui amène l'air extérieur; et on laissera les gaz, résidus de la combustion, s'échapper sans cesse par une ouverture pratiquée au sommet de la lanterne, ou, mieux, par les nombreux interstices d'un tissu métallique, lorsqu'on aura à craindre l'explosion du gaz inflammable (3).

Remarquons ici que si l'on avait quelque intérêt à économiser toute la dépense de l'air atmosphérique que consomme cette lanterne (4), on pourrait faire servir à son entretien l'air qui est

(1) La bougie doit être préférée, parce qu'elle n'aura pas besoin d'être mouchée.

(2) Il convient que cet embranchement soit plus petit que le tube principal, et que sa jonction avec ce tube soit à quelque distance de l'*embouchure* appliquée sur la bouche.

(3) Dans un petit ouvrage, imprimé chez P. Didot l'aîné, à Paris, en 1811, et ayant pour titre *Mémoire sur une nouvelle machine à plonger appelée TRIXON*, M. Frédéric de Drieberg a aussi proposé d'employer une lanterne lorsque le fond de la mer est obscur, et d'entretenir la combustion de la lampe de cette lanterne avec l'air même qui est amené par les tubes respiratoires.

(4) Ce cas aura lieu quand on sera forcé d'employer les appareils de la deuxième sorte, dont il sera question ci-après.

expiré par les poumons (1), et qui contient encore environ un sixième de gaz oxigène (2).

Il suffira en effet, pour cela, d'ajouter à l'appareil respiratoire un petit tuyau flexible, dont une extrémité aboutisse au fond de la lanterne, et dont l'autre soit adaptée, ou sur la tubulure qui renferme la soupape d'expiration, si l'appareil a des soupapes, ou sur un masque qui sera appliqué sur la bouche, si les expirations doivent se faire immédiatement par la bouche. Dans tous les cas, il faudra que l'air rejeté par les poumons parvienne sans interruption autour de la mèche et sans former un courant qui l'éteigne.

Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, que la mine où il s'agit de pénétrer était entièrement remplie de gaz méphitique dans toute son étendue et jusqu'à la surface du sol; mais si l'air était pur et semblable à l'air de l'atmosphère extérieure, dans quelque partie de la mine, il serait inutile de prolonger le tube flexible jusqu'au dehors du puits; il suffirait de tenir son extrémité ouverte dans l'endroit où l'on aura reconnu que l'air ne contient aucun mélange de mofette et peut être respiré.

DEUXIÈME SORTE D'APPAREIL. — *Tubes respiratoires adaptés à des réservoirs d'air portatifs.*

Quoique les appareils respiratoires dont nous venons de parler puissent être employés pour

(1) Ce moyen d'éclairer sans augmenter la dépense d'air a été proposé en 1812 par M. A. G. Voyez le *Journal des mines*, tome XXXII, page 75.

(2) L'air ordinaire contient 0,21 de gaz oxigène lors-

pénétrer, au milieu d'une atmosphère méphitique, dans des puits profonds, et jusqu'aux extrémités de longues galeries, quand on a soin de proportionner le diamètre des tubes de conduite à leur longueur, il faut cependant reconnaître que ces appareils conviennent mieux pour des exploitations à ciel ouvert, et pour tous les cas où les puits ont peu de profondeur et les galeries peu d'étendue: leur usage pourrait rencontrer plus d'une difficulté, s'il fallait prolonger, à une grande distance et à travers tous les détours d'une vaste exploitation, le tube flexible, dont l'extrémité ouverte doit toujours être maintenue dans un air pur et sans mélange de mofettes.

Une autre sorte d'appareil, qui a été employée dans les mines du Hartz par M. de Humboldt (1), méritera, sans aucun doute, d'être préférée dans les mines profondes, et sur-tout lorsqu'il s'agira d'arriver promptement au fond des puits et aux extrémités les plus reculées des galeries.

Les appareils de cette deuxième sorte diffèrent de ceux que nous avons décrits en ce que le tube respiratoire adapté à l'embouchure qui s'applique sur la bouche est toujours très-court et communiqué par son autre bout avec un réservoir plus ou moins grand, et qui contient de l'air ordinaire, pur et propre à être respiré.

Le réservoir, qui est une partie essentielle de

qu'il entre dans les poumons; il perd environ 0,03 de ce gaz pendant l'acte de la respiration, qui sont transformés en gaz acide carbonique, de sorte que l'air expiré contient encore 0,18 de gaz oxigène.

(1) Voyez le tome VIII du *Journal des mines*, page 849, et le tome II de la *Richesse minérale*, par M. Héron de Villefosse, pages 137 et 140.

ces appareils, peut être porté à dos comme un havresac par l'homme même à qui il doit servir, ou bien il peut être transporté dans un petit char à quatre roues, que l'homme pousse devant lui comme un chariot de mine, ou qu'il tire derrière lui à l'aide d'une bricole (1).

Dans tous ces cas, il doit être fait d'une matière souple, soit en peau, soit en taffetas gommé ou en toile vernie, afin qu'il puisse s'affaisser de lui-même à mesure que l'air en est aspiré (2). On le remplit d'air atmosphérique au moyen d'un soufflet ordinaire muni d'une soupape, et on le ferme soit par un robinet, soit même en nouant et en étranglant avec un cordon l'orifice qui a servi à y introduire l'air (3).

PREMIER CAS. — *Réservoir porté à dos.*

Lorsque ce réservoir doit être porté à dos, on peut lui donner une capacité de 210 décimètres cubes, ou 1 mètre en longueur, 6 décimètres en largeur, et 55 centimètres en épaisseur. Ce volume d'air est à-peu-près celui qui est nécessaire à un homme pour respirer pendant quinze à seize minutes (4). Dans beaucoup de circonstances, ce

(1) On pourrait encore, si on le trouvait plus commode, porter deux réservoirs d'air, pendus de chaque côté aux épaules, comme les deux seaux d'un porteur d'eau.

(2) On pourrait aussi employer à cet usage les vessies des grands animaux.

(3) Si l'on remplissait ce réservoir de gaz oxygène pur ou mêlé avec de l'air atmosphérique, il servirait plus longtemps à la respiration : mais ce gaz coûte cher à obtenir ; on n'en aura pas toujours à sa disposition au moment où il faudra se servir de l'appareil, et l'on sait d'ailleurs qu'on ne peut pas le respirer long-temps sans inconvénient.

(4) Le nombre d'inspirations qu'on peut faire dans un

temps suffira pour porter des secours à des ouvriers asphyxiés au fond d'une mine et les ramener au dehors.

On doit enfermer ce réservoir d'air dans une sorte de cage ou de panier en osier, pour qu'il conserve sa forme aplatie quand il est plein d'air, et aussi pour le garantir des frottemens et des chocs qui pourraient, dans la traversée de la mine, le déchirer ou le trouer.

L'homme qui veut faire usage de cet appareil pour descendre dans une mine remplie de moquettes commence par se l'attacher sur les épaules avec des courroies comme celles qui servent à fixer le sac du soldat.

Il applique ensuite et fixe sur la bouche l'embouchure à soupapes de la *fig. 6*, à laquelle s'adapte un tube flexible qui n'a que 4 ou 5 décimètres de longueur et 15 millimètres de diamètre, et dont l'autre extrémité aboutit au réservoir et communique avec l'air qui le remplit.

Enfin il accroche en avant à la boutonnière de

temps donné varie selon les individus : les uns n'en font que douze à treize dans une minute ; d'autres en font vingt-six à vingt-sept dans le même temps. Si l'on prend le nombre 20 pour le nombre moyen des inspirations par minute, ou 28,800 inspirations par vingt-quatre heures, et qu'on admette, avec Thomison, que la quantité d'air inspirée qui entre à chaque fois dans les poumons, et qui en sort ensuite par l'expiration, est de 656 centimètres cubes (ce qui fait à-peu-près le septième de toute la quantité d'air que les poumons peuvent contenir ordinairement), on trouve que la quantité d'air inspirée est de 13,120 centimètres cubes par minute, 787 décimètres cubes $\frac{2}{3}$ par heure, et de 18,882 décimètres cubes ou 19 mètres cubes environ par jour. Cette dernière quantité représente un poids de 24 kilogrammes, ou à-peu-près.

son habit une lanterne contenant une lampe ou une bougie, et qui reçoit l'air expiré par les poumons, comme nous l'avons précédemment indiqué (1).

L'homme ainsi armé peut alors descendre sans crainte dans un puits plein de gaz méphitique, et s'avancer d'un pas assuré jusqu'au fond des chambres d'exploitations; il pourra y agir librement et sans gêne. Mais il devra se hâter; ses instans sont comptés, il faut que la petite provision d'air qu'il porte avec lui lui serve encore pour se retirer.

La nécessité de ne donner que de petites dimensions au réservoir qu'on doit porter avec soi a fait imaginer qu'on pourrait augmenter par la compression la quantité d'air qu'il contient, pour qu'il servit plus long-temps à la respiration. C'est dans cette vue que M. A. G. a proposé (2) de condenser l'air au tiers de son volume ordinaire, dans un réservoir en cuivre laminé, fortifié par des bandelettes de fer, et qu'on porterait appliqué sur la poitrine comme un plastron.

Il est évident qu'on pourrait ainsi augmenter la provision d'air sans faire varier la capacité du réservoir (3). Mais il faudra régler l'écoulement de l'air, dont la vitesse et la densité diminueront sans cesse depuis le commencement jusqu'à la fin,

(1) Voyez ci-dessus la page 43. Voyez aussi la *fig. 5*.

(2) Voyez le *Journal des mines*, t. XXXII, page 72 et suiv.

(3) L'air étant comprimé au tiers de son volume ordinaire, cette provision ne sera que doublée, parce que les deux tiers seulement s'écouleront par le tube respiratoire,

et fournir aux poumons de l'air réduit à la densité ordinaire, et qu'ils puissent aspirer comme dans leurs fonctions habituelles. Bornons-nous à faire observer que la position du réservoir en avant de la poitrine ne permet de lui donner que peu de hauteur et peu d'épaisseur, afin que l'homme qui le porte ne soit jamais gêné dans ses mouvemens et qu'il puisse, au besoin, se baisser jusqu'à terre. Il serait plus commode de le porter à dos, ce qui d'ailleurs permettrait de lui donner plus de volume.

Ajoutons que si l'on voulait augmenter encore la provision d'air par une plus grande compression, on ne pourrait le faire qu'en augmentant en même temps la résistance et le poids des parois du réservoir.

DEUXIÈME CAS. — *Réservoir porté sur un chariot de mineur.*

Lorsqu'on prévoit qu'il faudra rester dans une atmosphère méphitique plus long-temps que ne le permet le réservoir dont nous venons de parler, on doit employer un réservoir d'une capacité plus grande.

On peut lui donner 2 mètres de longueur, 5 décimètres de largeur et 85 centimètres de hauteur. Sa capacité sera ainsi de 850 décimètres cubes; il pourra passer facilement dans les ga-

et que l'action des poumons sera insuffisante pour aspirer le dernier tiers. Il est vrai que, dans ce cas, on pourrait faciliter cette aspiration en ouvrant par un robinet une communication avec l'air ambiant; mais le mélange qui se ferait alors ne pourrait pas être respiré sans danger, s'il contenait un dixième de gaz acide carbonique.

leries ordinaires, et il suffira pour la respiration d'un homme de taille moyenne pendant plus d'une heure. On l'enfermera dans une cage prismatique à barreaux en bois pour le mettre à l'abri de tout accident, et on le placera sur un petit chariot à quatre roues comme ceux des mineurs (1).

L'homme qui traînera ce chariot tiendra appliquée sur sa bouche l'embouchure dont nous avons parlé ci-dessus (voyez *fig.* 5 et 6), et qui communiquera par un tube flexible avec l'air du réservoir. Il portera aussi une lanterne, attachée à sa boutonnière comme dans le cas précédent, et dont la flamme sera entretenue par l'air expiré des poumons. Le tube de communication entre l'embouchure appliquée sur la bouche et le réservoir porté sur le chariot devra être de plusieurs mètres de longueur, afin que quand l'homme sera arrivé au lieu où il devra agir, il puisse s'éloigner plus ou moins du chariot et faire librement tout ce que les circonstances exigeront (2).

TROISIÈME CAS. — Réservoirs successivement remplacés.

Si le réservoir de 850 décimètres cubes d'air

(1) On pourrait aussi mettre au-dessus de ce réservoir un couvercle en bois qui glisserait contre les barreaux de la cage, et aiderait par son poids à la sortie des dernières portions de l'air qui y est contenu.

(2) Si l'on adoptait l'usage des réservoirs métalliques contenant de l'air comprimé, il serait indispensable d'employer ou un sac de peau, ou une sorte de gazomètre qu'on remplirait successivement avec l'air de ce réservoir, toutes les fois qu'il serait vidé, et ce serait l'air de densité ordinaire contenu dans ce sac ou ce gazomètre que l'homme aspirerait.

était insuffisant pour le temps qu'on aura besoin de passer au fond de la mine, il ne faudrait pas songer à en employer un de plus grande dimension, parce qu'il arriverait souvent qu'il ne passerait pas dans des galeries basses, étroites ou sinueuses. Il vaudrait mieux essayer de traîner deux chariots et leurs réservoirs l'un à la suite de l'autre; mais si ce moyen était impraticable, on aurait la ressource de faire amener par un autre ouvrier un nouveau chariot et une nouvelle provision d'air. On pourrait même substituer ainsi successivement des réservoirs pleins aux réservoirs vides.

On concevra aisément que, pour que ce service puisse s'exécuter avec sûreté, *l'ouvrier pourvoyeur* devra être muni, pour lui-même, d'un réservoir d'air porté à dos, comme on l'a vu page 46, et les réservoirs sur les chariots auront des ajutages en cuivre à robinet et à vis, pour s'adapter aux tubes respiratoires de l'homme qui devra demeurer dans l'atmosphère méphitique du fond de la mine.

Celui-ci n'aura d'autre soin à prendre, pour ne pas manquer d'air, que de dévisser l'extrémité du tube qui tient au réservoir, un moment avant qu'il soit entièrement vidé, et de l'assembler sur-le-champ sur un réservoir plein (1).

(1) Si c'était un inconvénient que la respiration fût interrompue pendant quelques instans très-courts qui seront nécessaires pour déplacer et replacer le tube respiratoire, on leverait toute difficulté à cet égard, en terminant ce tube par une double branche munie de deux ajutages à robinet et à vis. On commencerait par assembler une des

TROISIÈME SORTE D'APPAREIL. — *Tubes respiratoires adaptés à des soufflets et à des tuyaux de conduite d'air.*

L'emploi des réservoirs d'air remplacés successivement par de nouveaux réservoirs pleins, à mesure qu'ils se vident, permet de prolonger, pour ainsi dire, indéfiniment le séjour qu'on peut avoir besoin de faire au fond et aux extrémités d'une mine remplie de mofettes, quelles que soient d'ailleurs sa profondeur et son étendue.

Ce moyen simple et facile offre tant d'avantages, qu'on pourrait croire inutile d'en chercher un meilleur; cependant, comme les ouvrages souterrains pratiqués à différens niveaux peuvent quelquefois ne se communiquer que par des passages si étroits et si tortueux, qu'il serait impossible d'y faire passer les réservoirs d'air avec leurs chariots, nous allons indiquer une troisième sorte d'appareil qui pourrait, dans certains cas, avoir une utile application.

Cette troisième sorte d'appareil exige, comme ceux que nous avons décrits jusqu'ici, une embouchure, à laquelle est adapté un tube respiratoire; mais ce tube, au lieu de communiquer, soit à l'air libre par le moyen d'un long tube de conduite, soit avec un réservoir plein d'air par le moyen d'un tube très-court (comme dans les deux premières sortes d'appareils), communique avec des soufflets qui lui transmettent l'air pur

branches sur le réservoir plein, avant d'enlever celle qui tient au réservoir vide.

et propre à être respiré. L'emploi de ces soufflets a pour but principal d'éviter aux poumons la fatigue que ne manquerait pas de leur causer l'aspiration de l'air long-temps continuée à travers des tuyaux d'un petit diamètre et d'une longueur considérable.

Dans une machine à plonger, imaginée par M. de Drieberg (1), deux soufflets sont portés à dos et mis en mouvement par l'homme même qui veut pénétrer au fond de l'eau, et ils transmettent immédiatement dans le tube respiratoire dont cet homme est muni l'air qu'ils aspirent par un tube d'une longueur plus ou moins grande.

Dans un appareil proposé en 1814 pour faciliter l'enlèvement des asphyxiés (2), M. Brizé-Fradin fait aussi usage d'un soufflet; mais il le fait porter à dos et mouvoir par un aide qui se tient toujours dans une partie de la mine où l'air est pur et sans mélange de mofettes, et l'air expulsé par ce soufflet est conduit par un tuyau de longueur suffisante jusqu'au tube respiratoire, dont il faut que soit muni celui qui doit aller secourir les asphyxiés au fond du puits rempli de gaz méphitique.

On ignore si ces deux moyens, presque semblables, de pénétrer au fond de l'eau et dans une

(1) Voyez le mémoire déjà cité, sur une nouvelle machine à plonger appelée *triton*. Paris, Didot aîné, 1811.

(2) Voyez un ouvrage ayant pour titre : *Secours à employer dans l'exploitation des mines de houille, préservatifs contre les émanations métalliques, suivis d'un moyen nouveau pour enlever les asphyxiés*; par Brizé-Fradin. Paris, Chaigneau aîné, 1814.

atmosphère où manque l'air respirable, ont été essayés avec des tubes d'une grande longueur, et s'ils l'ont été avec un plein succès. Ils auraient l'avantage de fournir de l'air respirable à toute distance, à travers les passages les plus impraticables et sans aucune discontinuité; mais il est à craindre qu'ils ne présentent beaucoup de difficultés dans l'usage. L'expérience seule pourra faire apprécier le mérite de ces deux inventions.

On n'entrera ici dans aucun détail sur la disposition, le jeu et l'emploi des différentes parties de ces derniers appareils. On se bornera à faire remarquer que la capacité et la vitesse des soufflets devront être combinées de manière qu'ils puissent fournir 13 à 14 décimètres cubes d'air par minute, pour chaque homme dont il faudra entretenir la respiration.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche 1.

- FIG. 1^{re}. Lampe de sûreté, munie d'un tube nourricier.
2. Coupe du réservoir de cette lampe.
3. Coupe du même réservoir, dont le tube nourricier est recourbé comme un siphon.
4. Plan de ce réservoir vu par-dessus.
5. Plan du même réservoir vu par-dessous.
6. Enveloppe ou cheminée cylindrique en toile métallique, terminée au sommet par un chapiteau de cuivre rouge percé de petits trous.
7. Cage qui sert à recouvrir l'enveloppe de toile métallique, et à la défendre de tout choc.
- 8 et 9. Plan et élévation du porte-mèche.

Planche II.

- FIG. 10. Lampe de sûreté sans tube nourricier.
11. Coupe du réservoir de cette lampe.
12. Plan du réservoir vu par-dessus.
13. Plan de ce même réservoir vu par-dessous.
14. Enveloppe de toile métallique, recouverte à son sommet par une deuxième enveloppe, et fixée, par son bord inférieur, sur une virole de cuivre.
- 15 bis. Coupe de la partie inférieure de cette enveloppe assemblée sur la cage de la fig. 10.
15. Enveloppe ou cheminée cylindrique en cuivre laminé, percée de petits trous rectangulaires.
16. Clef de la lampe.
17. Tige à vis, pour fermer la lampe de la fig. 10.
18. Plan du crochet qui sert à régler la mèche.
19. Spirale de platine suspendue à un support, dont le bout inférieur s'ajuste dans un tuyau quadrangulaire soudé sur le porte-mèche.
20. Spirale de platine placée sur la plaque du porte-mèche.
21. Plaque du porte-mèche, portant un réflecteur.

Les mêmes lettres désignent les mêmes objets dans toutes les figures.

- a. Réservoir d'huile.
- b. Anneau ou collet cylindrique élevé au-dessus du réservoir. Sa surface verticale intérieure est taillée en écrou.
- c. Tube nourricier pour servir à introduire l'huile dans le réservoir. Son orifice extérieur se ferme avec une vis en cuivre.
- d. Tube ouvert par les deux bouts. Il est soudé sur le fond du réservoir, et s'élève jusqu'au-dessus de la plaque du porte-mèche.
- e. Tige recourbée, qui remplit exactement le tube *d*, et sert à régler la mèche.

- f.* Languette ou plaque d'arrêt pour arrêter la tige *e*, et l'empêcher de retomber sur la mèche.
- g.* Tube qui traverse les deux fonds du réservoir, sur lesquels il est soudé. Il renferme un écrou dans lequel se visse la tige *g*, qui sert à fermer la lampe.
- h.* Porte-mèche.
- i.* Plaque horizontale du porte-mèche.
- k.* Ouverture rectangulaire dans le tuyau du porte-mèche.
- l.* Enveloppe ou cheminée cylindrique en toile métallique.
- m.* Bord inférieur de cette cheminée. Il est replié en dehors.
- n.* Virole ou rondelle de cuivre, sur laquelle est fixé le bord inférieur de l'enveloppe de toile métallique.
- o.* Deuxième enveloppe de toile métallique au-dessus du sommet de la première.
- p.* Chapiteau en cuivre, percé de petits trous, et adapté au sommet de l'enveloppe cylindrique *l*, en toile métallique.
- q.* Cage composée de cinq barreaux en gros fils de fer, fixés, par un bout, sur l'anneau ou virole de cuivre *r*, et par l'autre bout sur une plaque de tôle *s*.
- t.* Crochet pour porter ou accrocher la lampe.
- u.* Cache-entrée qui sert à boucher le tube *g*.

Planche III.

- FIG. 1^{re}.** Masque ou nez artificiel, maintenu par des rubans et adapté à un tube respiratoire.
- 2 et 3.** Embouchure adaptée à un petit tube muni de deux soupapes, vue en plan et en élévation.
- 4.** Coupe d'une embouchure semblable à celle de la figure précédente, mais à laquelle on a ajouté un tube en forme de bec, qui entre

dans la bouche, et autour duquel on réunit les lèvres.

- FIG. 5.** Embouchure à soupapes, avec deux tubes flexibles d'aspiration et de respiration.
- 6 a.** Plan de cette embouchure vue par-dessus.
- 6 b.** Élévation de cette embouchure vue en dehors, et coupe des tubes à soupapes.
- 6 c.** Élévation de l'embouchure vue en dedans.
- 6 d.** Élévation de l'embouchure vue de côté.
- 7.** Pince à ressort, pour comprimer le nez et empêcher toute respiration par les narines.
- 8.** Embouchure munie de deux soupapes à charnière, et d'un long tuyau flexible tenu ouvert à l'air libre.

Table des matières.

§ Ier. — OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR L'AÉRAGE ET L'ÉCLAIRAGE DES MINES.	Pag. 3
§ — II. LAMPES DE SURETÉ.	10
1°. Propriété de cette lampe.	ib
2°. Sa forme et sa construction.	11.
<i>a.</i> Réservoir d'huile.	ib.
<i>b.</i> Enveloppe imperméable à la flamme.	14
<i>c.</i> Cage qui sert à recouvrir et fixer l'enveloppe.	16
3°. Avantage de cette lampe.	ib.
4°. Emploi de cette lampe quand l'atmosphère est explosive.	19
5°. Usage de cette lampe lorsqu'elle vient à s'éteindre dans une atmosphère surchargée de gaz inflammable.	21
6°. Soins qu'exige la lampe de sûreté.	24
7°. Réponses à quelques objections.	31
§ III. — MOYENS DE PÉNÉTRER SANS DANGER DANS LES LIEUX OU MANQUE TOTALEMENT L'AIR RESPIRABLE.	37
<i>Première sorte d'appareil.</i> — Tube respiratoire ouvert à l'air libre.	ib.
<i>Deuxième sorte d'appareil.</i> — Tubes respiratoires adaptés à des réservoirs d'air portatifs.	44
<i>a.</i> Réservoir porté à dos.	46
<i>b.</i> Réservoir porté sur un chariot de mineur.	49
<i>c.</i> Réservoirs successivement remplacés.	50
<i>Troisième sorte d'appareil.</i> — Tubes respiratoires adaptés à des soufflets et à des tuyaux de conduite.	52
EXPLICATION DES PLANCHES.	54

Circulaire à MM. les Préfets, concernant l'instruction précédente, sur les lampes de sûreté.

Paris, le 10 mai 1824.

Monsieur le Préfet, l'Administration générale des mines a fait, par ses instructions et avec le concours et les lumières des Ingénieurs employés dans les départemens, tout ce qui pouvait dépendre d'elle pour éclairer les concessionnaires et les exploitans sur les dangers que présentent sur-tout les mines de houille, et pour veiller à la sûreté des ouvriers.

Le 17 février 1813, une instruction sur le caractère des accidens auxquels les ouvriers mineurs sont exposés, et sur la nature des secours qui doivent leur être administrés lorsque ces accidens ont lieu, fut envoyée à MM. les Préfets avec une circulaire relative à l'exécution du décret du 3 janvier 1813, concernant la police des mines.

Je vous prie de vous faire représenter ce décret et la circulaire, et de bien vous pénétrer des dispositions qu'ils renferment.

En 1816, on a publié, dans le tome I^{er}. des *Annales des Mines*, une description détaillée des expériences qui ont été faites dans le laboratoire de l'École royale des mines, pour constater les propriétés et l'efficacité de la lampe de sûreté à l'usage des mineurs.

J'ai fait indiquer successivement dans le même ouvrage tous les perfectionnemens que cette lampe a reçus.

MM. les Ingénieurs des mines se sont empressés de faire connaître ces résultats et ces amélio-