



Version Française

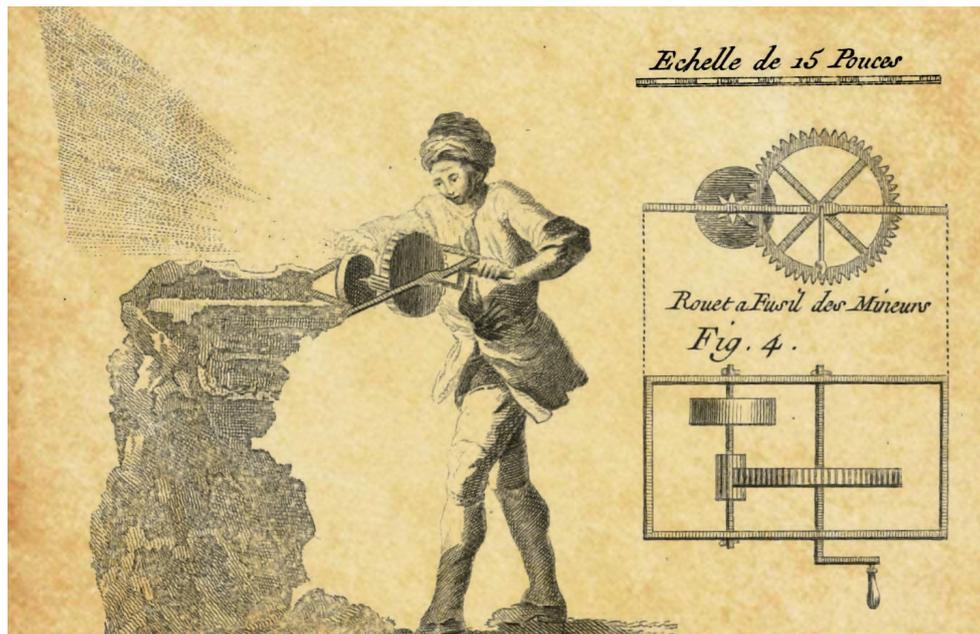


Jacques Jumeau

Histoire des techniques liées au chauffage.

## Chapitre 2

### Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

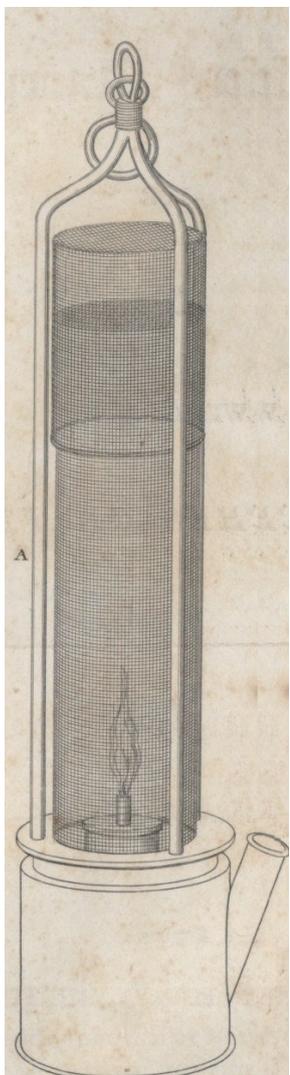


## Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

L'explosion du grisou dans les mines, provoquée par les flammes des lampes à huile, fut à l'origine de très nombreux accidents et causa des centaines de morts. Cette explosion comportait un double danger : le gaz méthane et la poussière de charbon. Lorsque le méthane explosait, cette explosion était généralement suivie par une explosion de poussières beaucoup plus violente (le coup de poussier), due à l'inflammation du nuage de poussière de charbon produit par l'explosion initiale.

La plus ancienne tragédie répertoriée, mais certainement pas la première, fut celle de la fosse du Barbeau de Wez, près de Liège en Belgique, qui, en 1514, fit 94 victimes.

Le premier appareil qui semble-t-il ait été développé pour limiter les explosions, le Flint Mill (aussi nommé Steel Mill), en français « Rouet à fusil » ou « Moulin à silex », fut inventé par Carlyle Spedding vers 1730, et a été utilisé en Angleterre à cette époque. Il était la conséquence des observations empiriques de l'époque que les étincelles d'un briquet à amadou ou que la simple incandescence d'un fer porté au rouge ne suffisait pas à enflammer le grisou. En effet, comme il sera démontré plus tard, le grisou ne s'enflamme qu'à partir d'une source de chaleur durable et supérieure à 650°C, ce qui n'est réalisé que par une flamme vive. (Ce concept de température d'inflammation est repris dans les normes antidéflagrantes actuelles sous la notion de température de surface. De même cette notion d'énergie minimale d'inflammation est le point développé par les appareils antidéflagrants à sécurité intrinsèque).



1815 La lampe de sécurité de mineur inventée par Humphry Davy

Cet appareil est cité une première fois par Jars dans son « Voyage métallurgique », (année 1765, douzième mémoire, P245), et il est décrit une deuxième fois en 1770, plus en détail, et avec un croquis, dans le livre sur l'exploitation des mines de charbon de Jean-François-Clément Morand, dont voici une longue citation : « .... Dans les houillères situées entre Mons, Namur, Charleroi, et ailleurs, on l'appelle Terou, Feu brisou. A Liège on le nomme Feu grilleux, Feu grioux...

Les Houilleurs savent reconnaître qu'ils en sont menacés, et qu'elle va s'allumer, par l'effet très-naturel qu'elle produit de repousser l'air de l'endroit où elle vient ; aussi dès qu'ils s'en aperçoivent ils se hâtent d'éteindre leurs chandelles.

Ils savent même le prévoir assez juste, lorsqu'autour de leurs lumières il se forme des étincelles bleuâtres, comme il s'en fait en jetant quelque sel ou quelque poussière sèche sur une flamme.

Dans les houillères où l'air circule librement, on ne s'en inquiète pas, et il sert de divertissement aux Ouvriers ; instruits que la mine est bien aérée, ils guettent ces vapeurs, qu'ils entendent pétiller et qu'ils voient sortir sous la forme de fils blancs ; ils les saisissent avant qu'ils arrivent à leurs chandelles, les écrasent dans leurs mains.

.... Dans d'autres houillères qui sont très soufreuses, et où cet accident est très fréquent, l'ouvrier, uniquement éclairé par l'art et par l'industrie, y entre, y travaille dans la plus profonde obscurité. L'expérience leur a montré le danger d'y travailler avec des lumières ...

Dans les carrières de charbon de Newcastle, ces « Pit-Mens » ou ouvriers de cette partie de l'Angleterre, distinguent deux espèces de vapeurs, l'une qu'ils nomment « Stith », peut-être par corruption du mot Stink, Stench, qui veut dire puanteur, n'est autre chose que le « common Damp », appelé dans d'autres Mines d'Angleterre « foul air ».

La seconde est une vapeur sulfureuse, différente de la première par son inflammabilité et ses autres phénomènes : en effet, loin de concentrer la flamme des chandelles ou de l'éteindre, elle l'augmente et l'étend à une hauteur marquée ; cette flamme de chandelle fait alors l'effet d'une mèche à feu qui allume toute la partie de la Mine où il se trouve dans ce moment de cette vapeur ramassée. A Pensneth-Chasen, le feu a pris de cette manière par une chandelle, dans une carrière de charbon, et depuis ce temps on en voit

sortir la fumée et quelquefois la flamme ; dans le Flintshire, à Mostyn, il sort de temps en temps d'une mine des exhalaisons de couleur bleue, qui prennent feu avec explosion. Une circonstance par laquelle cette vapeur sulfureuse et inflammable, « Fulminating Damp », ou Vapeur fulminante, est remarquable, c'est que dans quelques mines elle se pelotonne et se ramasse au haut des galeries, en forme de ballon qui s'aperçoit aisément à l'œil. Dans la Mine de Wittehaven, on en a vu une d'environ huit pieds de diamètre ; elle a encore ceci de singulier, s'il faut en croire ceux qui fréquentent les Mines de Newcastle, que, quoiqu'elle s'allume par la flamme des chandelles, les ouvriers se servent utilement impunément dans les ouvrages occupés par cette vapeur, de leur briquet et de leur pierre à fusil, pour en tirer une lumière éclatante, à la faveur de laquelle ils s'éclairent sans encourir le même danger qu'avec des lampes et chandelles.

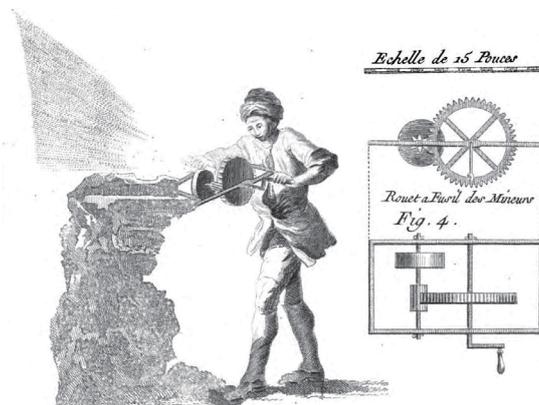
Cette remarque toute simple, faite d'abord sur des étincelles passagères tirées à différentes reprises d'une pierre à fusil, a conduit les « Pit-mens » à imaginer un moyen de tirer avantage de ce feu qu'ils ont dès-lors conçu, incapable de produire sur cette vapeur l'effet si redouté du feu des lumières avec lesquelles ils s'éclairent; ils en sont tellement persuadés, qu'ils se procurent à volonté et pendant un temps suivi, de la clarté en faisant tourner une petite roue d'acier sur une pierre à fusil.

Toute la machine est nommée « Flint mill », ce qui veut dire littéralement, moulin à silex ; elle ressemble fort pour les effets, aux rouets de nos arquebusiers, et pourrait être véritablement appelée Roue à fusil des Mineurs.

Il est aisé de se figurer les gerbes considérables et successives que donne la pierre à aiguiser contre un morceau d'acier; il y a certainement une différence entre ce feu, toujours accompagné d'un vent frais très considérable, et celui d'une lumière; néanmoins l'amadou s'allume aux étincelles que produit en air libre et dans une cave la roue d'un rémouleur frottée par les instruments qu'il repasse : quoique du bon esprit de vin ne s'y enflamme pas, ce moyen curieux de dissiper dans la Mine une obscurité gênante pour les travaux, n'est pas si certain, que l'on puisse s'y fier avec une pleine sécurité: M. Jars cite lui-même dans son Mémoire, l'exemple d'une inflammation qui résulta des étincelles du Flint mill. Tout ce que l'on peut dire, c'est que, dans le cas où l'exhalaison ordinaire, « Common damp », autrement appelé « mauvais brouillard », et par les Liégeois « fouma », existe à un certain degré, c'est-à-dire, que dans les endroits où il y a manque d'air, le rouet à pierre à fusil ne donne point de lueur, et doit être réputé un des moyens les moins dangereux.

Ce Flint Mill fut présenté à la Royal Society en 1734 par Sir James Lowter, comme offrant toutes les garanties de sécurité. Il fut la cause de plusieurs explosions dans la région de Newcastle on Tyne, dont une semble-t-il causa la mort de son inventeur en 1765. »

« Flint-Mill »: Rouet à fusil éclairant des mineurs anglais



Profil du rouet à fusil, dont les ouvriers des mines de Newcastle en Angleterre se servent pour s'éclairer avec moins de risque dans les souterrains des mines sujettes à la vapeur détonante qui prend aisément feu aux lumières. Ce rouet porte sur quatre pieds, au lieu d'être appuyé simplement (comme on le voit au-dessus) entre les mains de l'ouvrier.

Jean-François-Clément Morant ajoute encore au sujet du grisou "En Angleterre et en Ecosse, les Ouvriers ont imaginé une façon très particulière de s'en débarrasser ; elle consiste à ne pas attendre que le feu soit arrivé au point de faire explosion, ce qui souvent serait imprévu et fâcheux pour eux : ils décident cet effet en se mettant en garde, comme on le juge bien, pendant leur opération, dont voici la marche. Un homme couvert de linge mouillé

## Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

ou de toile cirée descend dans la Mine tenant à la main une longue perche, dont l'extrémité porte une lumière qui est assujettie dans une fente ; il s'approche de l'endroit d'où vient la vapeur en avançant sa lumière ; et comme le choc de l'explosion se porte toujours sur le toit de la mine , qui est la partie supérieure des galeries, il se tient étroitement appliqué sur le plancher pour se garantir du choc; la vapeur prend feu sur le champ, détonne avec un bruit semblable à celui du tonnerre ou de l'artillerie, et s'échappe par un des puits. L'Ouvrier qui procède à cette exécution, reconnaît d'abord si ces vapeurs sont ramassées en trop grande quantité, parce que, dans ce cas, la lumière de l'Ouvrier s'éteint ; alors il s'appuie davantage contre terre, avertit ses camarades en criant d'en faire autant; la matière enflammée ne rencontre point ceux qui ont été les plus prompts à se conformer au conseil, et ceux qui n'en ont pas eu le temps, sont tués ou brûlés ».

Près de 60 ans plus tard, en France, cette méthode était toujours utilisée à l'identique, et fut décrite en 1848 par Alphonse Meugy dans son ouvrage "Historique des Mines de Rive-de-Gier"

Elle consistait à embaucher des mineurs, volontaires et mieux payés, pour enflammer les gaz chaque jour. Le grisou était «allumé» avant l'arrivée des mineurs l'ouvrier était appelé pénitent (à cause du costume dont il était revêtu) ou canonnier.

Il fut aussi utilisé des poneys portant une bougie allumée. Les poneys étaient arrosés d'eau et envoyés dans les galeries dans l'espoir de créer de très petites explosions.

Pourtant, dès 1783 La « Société d'émulation de Liège » avait été l'initiateur de plusieurs inventions pour résoudre le problème de l'éclairage des mines grisouteuses, qui restèrent inappliquées.

A la suite de la répétition des accidents dans les mines anglaises, le physicien anglais Humphry Davy fut chargé de trouver une solution technique au problème de l'éclairage des mines. Le 9 Novembre 1815, Davy, ayant constaté qu'une flamme enfermée dans un maillage très fin n'enflamme pas le grisou, présenta le résultat de ses recherches à la Royal Society dans un mémoire nommé « On the fire-damp of coal mines, and on methods of lighting the mines so as to prevent its explosions » (Sur le grisou des mines de charbon et sur les méthodes d'éclairer les mines afin de prévenir les explosions). La lampe Davy comportait 210 mailles par cm<sup>2</sup>, mais des modèles similaires développés peu après par Stephenson, Dubrule et Clanny eurent des tamis à mailles plus larges, ne comportant plus que 132 mailles par cm<sup>2</sup>. Davy lui-même modifia ses lampes jusqu'à 121 mailles par cm<sup>2</sup>.

Cette notion d'interstice minimal est reprise dans les normes actuelles pour la définition des appareils antidéflagrants type « D ».

La lampe de Davy fut utilisée dès 1816 dans le bassin de Newcastle en Angleterre. En 1825 la lampe de sûreté de type Davy fut rendue obligatoire en France par un arrêté du ministre des travaux publics et des mines. La pratique du « pénitent » ou « canonnier » fut proscrite dans les mines vers 1835.

Cette lampe, qui fut appelée en France la Davyne, paraissait devoir offrir toutes les garanties désirables de sûreté contre l'inflammation du grisou mais de nombreuses explosions, survenues dans les houillères où cette lampe avait été introduite, démontrèrent bientôt qu'elle n'était pas exempte de défauts, et qu'elle ne pouvait que diminuer les chances d'explosions, sans les empêcher dans tous les cas. En particulier, elle avait les défauts suivants :

-L'inflammation d'un mélange d'air et d'hydrogène carboné peut se faire, à travers la toile métallique, dans les galeries où il y a un courant d'air rapide, parce que, alors, la flamme de la lampe rougit les mailles ou passe à travers.

-Le moindre choc peut déformer, déchirer ou même ouvrir les mailles, et rendre ainsi la lampe inefficace.

-Les mailles du tissu métallique, en contact avec le réservoir à l'huile, se graissent bientôt, retiennent la poussière du combustible, qui forme ainsi une pâte qui peut s'enflammer, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur.

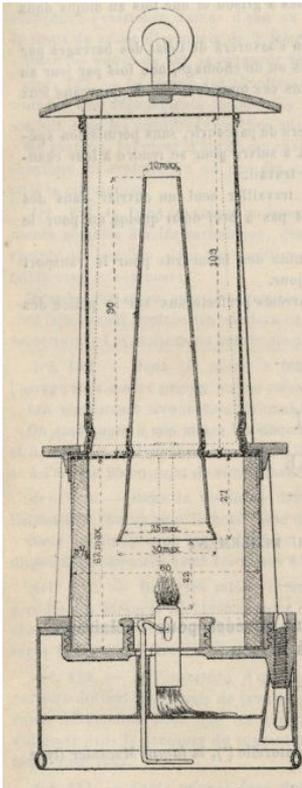
Dès 1816, à la demande de la Chambre de commerce de Mons, la lampe de Davy fut essayée dans une des mines les plus grisouteuses de Belgique, celle du Tapatout N°2.

## Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

Voici un extrait du rapport d'essai de l'époque : « On a fait faire, dans la houillère de Tapatous-sur-Elouges, à l'aide de la lampe de sûreté, un ouvrage dangereux qui se faisait autrefois dans les ténèbres, et était par conséquent très-long. Le grisou car c'est ainsi que les ouvriers appellent le gaz hydrogène des mines, le grisou s'est enflammé dans le réseau métallique de la lampe jusqu'à cinquante et cent fois par journée d'ouvrier, sans communication de l'inflammation à l'extérieur »

C'était un gros progrès ; Rapidement de nombreux inventeurs tentèrent de remédier à ses imperfections. En particulier, dans le compte rendu du salon de Gand (Belgique) en 1820, le jury constate : « On sait que la lampe des mineurs, qui porte le nom de son auteur le célèbre chimiste Davy est construite d'après le principe que la détonation du gaz hydrogène carboné ne pénètre pas un tissu métallique d'une certaine finesse. M. Dechevremont, de Liège, en perfectionnant à divers égards la lampe de Davy y a fait entre autres une amélioration très remarquable consistant dans l'application d'un cylindre de cuivre, percé de divers petits trous, à l'endroit où la vapeur aqueuse, produite par la combustion du gaz, oxydait promptement la partie supérieure et très tendre de la toile métallique.

La commission a jugé que les perfectionnements apportés à la lampe de Davy par M. Dechevremont, de Liège, méritent beaucoup d'attention et de reconnaissance. Elle recommande son travail à la protection de Votre Excellence, et propose pour lui une médaille d'argent, tandis qu'elle en fait mention très-honorable. Elle juge dignes d'une mention honorable M. Descamps Mansuede, de Dour, qui a exposé deux lampes de Davy, bien faites, et M. Cambresy, de Liège, exposant d'un quinquet à deux miroirs concaves »



1842 La lampe de mineur Mueseler

En 1842 le Liégeois Mathieu-Louis Mueseler inventa une lampe qui possédait les avantages suivants :

- elle s'éteint promptement quand il y a abondance de gaz explosifs, même dans un mélange avec l'hydrogène pur.

- elle éclaire mieux, peut être placée loin de l'ouvrier et à l'abri des instruments, et convient surtout dans les galeries à forts courants d'air.

- Les toiles métalliques, étant éloignées du réservoir, ne s'imprègnent pas d'huile ; il n'y a qu'une poussière sèche qui puisse y adhérer et qui s'enlève facilement.

- Elle est munie de deux toiles métalliques, l'une horizontale, l'autre verticale, de telle sorte qu'il en reste une intacte quand la seconde vient à être déchirée;

- Enfin le courant d'air, pour activer la combustion, se fait de haut en bas, au lieu de se faire latéralement, disposition qui lui donne sur toutes les autres lampes de sûreté l'inappréciable avantage de s'éteindre subitement quand l'air est chargé d'assez d'hydrogène carboné pour constituer un mélange détonant.

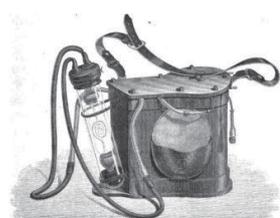
Cette lampe se propagea dans le bassin de Seraing et dans les autres centres charbonniers de Belgique, et en 1864 son emploi fut prescrit par le gouvernement belge. Elle fut ensuite adoptée dans un certain nombre de mines en France et en Angleterre.

L'éclairage des mineurs devint plus sûr. L'emploi de ces lampes resta cependant lié au respect de consignes de sécurité, et nombreux furent les accidents qui découlèrent d'imprudences humaines. En voici un exemple, dont l'un de mes ancêtres, Auguste Joseph Jumeau, fut une des victimes :

Le Samedi 6 mars 1852, au puits « Ferrand » à Elouges dans le Borinage (Belgique), l'équipe du matin venait de descendre dans les galeries, c'était la dernière journée de travail dans cette mine, car celle-ci devait être arrêtée pour permettre des travaux de modernisation et de sécurité. Le puits, d'un diamètre restreint ne permettait que la circulation de 2 cuffats (gros tonneaux utilisés pour la remontée du charbon et la circulation des hommes) attachés à des cordes de chanvre.

## Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

À 20 mètres de l'accrochage, à l'entrée d'une galerie, se trouvait un réservoir contenant l'eau nécessaire aux chevaux de la mine. Vers 10 heures du matin, l'ouvrier chargé de soigner les chevaux alla y puiser de l'eau. Comme la lampe ne l'éclairait pas assez (Vraisemblablement une lampe de type Davy), il commit l'imprudence d'ouvrir celle-ci. A peine la flamme fut-elle en contact de l'atmosphère qu'une explosion ébranla la mine. Le soigneur de chevaux fut projeté contre une paroi et fut horriblement brûlé. Il en réchappa toutefois. Ses nombreux compagnons furent moins heureux: 63 mineurs, hommes, femmes et enfants furent tués.

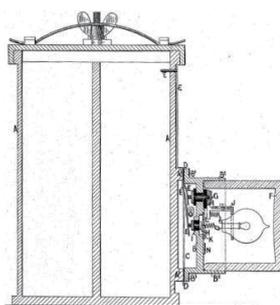


1862 Lampe électrique de mineur  
Dumas et Benoît

Un risque restait encore à résoudre, celui de l'allumage de la lampe, qui obligeait à remonter celle-ci hors du puits lors d'une extinction accidentelle.

Dès les années 1890, lorsque le pétrole eut remplacé l'huile dans les lampes, des systèmes d'allumage électrique pour les lampes de mineurs furent testés, comportant des boîtiers fermés ne laissant pas passer la flamme. (Brevet de William Ackroyd, de Morley, Angleterre).

Les premières lampes électriques portatives à piles proposées à l'Académie des Sciences de Paris en 1862 par MM. Dumas et Benoît, contrairement aux premières espérances qui présentaient leur tube éclairant enfermé dans un tube fermé comme ne redoutant pas l'inflammation du grisou, ne répondaient absolument pas aux exigences de sécurité. (Présentées dans la revue du Génie Industriel, en juillet 1863)



1884 Lampe électrique de Cad

En 1884, l'anglais Théophilus Cad, de Forest Gate en Angleterre, invente une lampe électrique dont l'interrupteur est enfermé dans ce qui peut être considéré comme la première enveloppe antidéflagrante électrique (Brevet Anglais N°806 du 5 Janvier 1884).

Timidement utilisées à partir de 1890, les lampes électriques ne se développèrent que très progressivement entre 1920 et 1930.

Mais peu de temps après l'introduction de la distribution de l'électricité dans les mines de charbon, il fut aussi découvert que des explosions mortelles pourraient être initiées par les équipements électriques fixes tels que l'éclairage, les signaux ou des moteurs.

Vers 1910, des systèmes de signalisation fonctionnant en 12Volts continu considérés comme sûrs apparurent. Cependant, en Octobre 1913, eut lieu l'explosion la plus importante des mines britanniques, celle de Senghenydd Colliery, où 439 mineurs périrent. Il fut suspecté un système d'alarme, composé de deux fils dénudés parallèles qui couraient le long des galeries, et qui permettait à tout mineur souhaitant signaler un problème à la surface de le faire en mettant en contact momentanément les deux fils avec un outil métallique. Malgré la basse tension utilisée, l'inductance des bobines de la sonnette, provoquait une étincelle, ce qui fut vraisemblablement la cause de l'explosion. Il fut ensuite déterminé que ces produits pourraient être sécurisés par une conception soignée, ancêtre de la « sécurité intrinsèque ». A la suite de cette catastrophe, les mineurs demandèrent le retrait du matériel électrique des mines. Commencèrent alors à se développer des appareils électriques dits « Antidéflagrants », dont les étincelles ne pouvaient se produire que dans une enveloppe de protection qui n'enflammeraient pas les gaz environnants.

En 1923, aux USA, la notion de localisation des zones dangereuses (classifiées) fut éditée dans le National Electrical Code (NEC) dans un article intitulé «Emplacements extra-dangereux». Cet article définissait des pièces ou compartiments dans lesquels des gaz inflammables, liquides, mélanges ou autres substances étaient fabriqués, utilisés ou stockés. En 1931, une classification des zones dangereuses comportant une Classe I, une Classe II, etc, fut définie.

## Des lampes de mineurs au matériel antidéflagrant. Petite histoire.

En 1930, toujours aux USA, le règlement Schedule 2 relatif au matériel électrique, paru le 3 Février, classa les différentes parties électriques en fonction de leur capacité à produire des étincelles et spécifia le type de boîtier qui devait être utilisé pour chaque classe. Ce règlement requit qu'une partie qui peut produire des étincelles pendant le fonctionnement normal devait être enfermée dans une enveloppe antidéflagrante, de telle manière qu'une explosion de gaz dans ce boîtier ne puisse pas enflammer le gaz entourant le boîtier ou produire des flammes par les joints, roulements, ou les entrées de câble. Il fut développé des procédures de vérifications permettant de déterminer par essai et inspection si les boîtiers étaient adaptés à leur application. La sécurité antidéflagrante y fut vérifiée par des tests dans lesquels le gaz est enflammé dans les enveloppes. D'autres tests furent prévus afin de vérifier l'adéquation des habilitations électriques et l'isolation. En plus des tests, une inspection détaillée de pièces, y compris une vérification minutieuse des plans et des spécifications était faite. La classification en catégorie I, II, etc, pour les endroits dangereux y fut définie. La description de ces équipements de test, et des méthodes fut donnée par le Bulletin du Bureau des Mines N°305, publié en 1929. (Bureau of Mines Bulletin 305, Inspection and Testing of Mine-Type Electrical Equipment for Permissibility)

En Europe, les premières normes allemandes sur «La protection des installations électriques dans les zones dangereuses », furent publiées en 1935, et donnaient les lignes directrices pour l'installation d'équipements électriques dans les zones dangereuses. En 1938 apparut un changement fondamental, divisant les exigences d'installation (VDE 0165) et les exigences de conception de produits (VDE 0170 / 0171).

Les normes de conception de produits inclurent les types de protection de base contre les explosions tels que les boîtiers antidéflagrants, l'immersion dans l'huile et la sécurité augmentée. Les composants ont été conçus pour être protégés contre les explosions et logés dans des boîtiers de type industriel qui étaient résistants aux intempéries. Cela a conduit à la mise au point de composants antidéflagrants montés à l'intérieur de boîtiers à sécurité augmentée. Les appareils conçus selon cette norme furent marqués par le symbole (Ex).

Dans les années 1960, la communauté européenne a été fondée pour établir une zone de libre-échange en Europe. **Pour atteindre cet objectif, les normes techniques nécessaires pour être harmonisées.** En conséquence, l'Organisation européenne pour la normalisation électrotechnique (CENELEC) a été créée. Un nouvel ensemble de normes européennes décrivant les appareils destinés aux milieux explosifs (EN 50014 - EN 50020), fut publié en 1972. En 1975, la première directive de l'UE pour les appareils utilisés dans des zones dangereuses, dite " Directive sur la protection contre les explosions ", a été publiée. En 1978, la première édition des normes européennes a été publiée par le CENELEC qui couvrait les techniques d'installation.

Les normes CEI actuellement en vigueur en 2014 pour le matériel destiné aux ambiances explosibles sont

- CEI 60079-1: Enveloppes antidéflagrantes «d»;
- CEI 60079-2: Enveloppes à surpression interne «p»;
- CEI 60079-5: Remplissage pulvérulent «q»;
- CEI 60079-6: Immersion dans l'huile «o»;
- CEI 60079-7: Sécurité augmentée «e»;
- CEI 60079-11: Sécurité intrinsèque «i»;
- CEI 60079-15: Mode de protection «n»;
- CEI 60079-18: Encapsulage «m».

Elles sont complétées par les normes suivantes relatives aux matériels:

- CEI 60079-25
- CEI 60079-26
- CEI 62013-1
- CEI 62086-1.

Lors de leur transcription en normes européennes, le préfixe CEI est remplacé par EN.