

Les explosions de gaz tonnant dans les lampes électriques portatives

par le Dr E. WEHNER,

Bergewerkschaftliche Versuchsstrecke, Dortmund-Derne.

Traduit de « Glückauf » du 10 septembre 1949, par J. FRIPIAT,
Ingénieur en chef des Mines, Administrateur-directeur de l'Institut National des Mines.

RESUME

Sous ce titre, l'auteur relate les recherches entreprises à la station de Derne-Dortmund à la suite de deux explosions observées en 1942 dans la Ruhr sur des lampes électriques portatives à accumulateur alcalin. Ces explosions se sont produites dans une lampisterie lors du remontage de la lampe et chaque fois, il y eut sortie de flamme par le joint fileté servant d'assemblage du couvercle sur le pot.

Il s'agit d'un accident relativement rare et par conséquent peu connu. Toutefois depuis 1946, trois explosions de ce genre ont été signalées en Belgique dans des conditions tout à fait identiques.

Les expériences effectuées à cette occasion à l'Institut National des Mines conduisirent à des constatations dont on trouvera confirmation dans le compte rendu des recherches allemandes.

Dégagement gazeux des accumulateurs. — Comme les explosions observées dans les lampes alcalines n'ont d'autre origine que l'accumulation de gaz électrolytique dans l'espace où se font les rétablissements et les interruptions du circuit de l'ampoule, l'auteur s'attacha à déterminer d'abord les volume et composition du dégagement gazeux de la batterie.

Pendant le chargement, l'accumulateur libère un mélange d'hydrogène et d'oxygène dans le rapport 2 : 1, en quantité variable avec l'avancement de la charge et l'intensité du courant, mais atteignant en moyenne 10 cm³ par ampère et par minute.

L'émission est plus importante lorsque la batterie, ayant atteint sa tension nominale, reste enclenchée sur le banc de chargement.

La charge terminée, le dégagement continue, mais avec prédominance de l'oxygène, celui-ci figurant dans le mélange à raison de deux à trois fois le volume d'hydrogène. Dans le cas d'un courant de charge élevé, la quantité de gaz peut s'élever au début à 3 cm³ par minute pour arriver à 300 cm³ au total en 24 heures.

Des volumes plus importants encore peuvent s'échapper par le fait de secousses communiquées au pot de l'accumulateur.

Dans le cas d'une fermeture rigoureusement étanche, la pression du gaz s'élève et il en résulte un sifflement violent lors du desserrage des bouchons. Pour cette raison, on recommande au personnel des lampisteries d'attendre 30 minutes

après le chargement avant de replacer et resserrer les bouchons sur les batteries.

(Pour éviter que, sous la pression interne, l'électrolytique ne soit expulsé des éléments, on prévoit dans les bouchons des canaux d'évacuation avec soupape.)

On ne peut donc exclure d'une manière absolue la présence de gaz électrolytique dans l'espace compris entre le couvercle et le pot de l'accumulateur. Quant à sa concentration, celle-ci dépendra de l'étanchéité de l'assemblage.

Les mélanges d'hydrogène et d'oxygène qui se dégagent pendant le chargement et immédiatement après sont extrêmement explosibles, même lorsqu'ils sont dilués avec l'air.

Inflammation des gaz d'accumulateurs. — La seule cause d'inflammation à prendre en considération dans le cas des lampes portatives est l'étincelle jaillissant dans l'espace situé au-dessus de l'accumulateur. L'aptitude de cette étincelle à allumer le gaz dépend essentiellement de la masse et de la forme des organes de contact. Les pièces à arêtes vives sont plus aptes que les pièces massives et parfaitement unies, à produire des étincelles favorables à l'inflammation.

Dans le cas des accumulateurs à 2,6 volts, l'inflammation est conditionnée vraisemblablement par la formation de points incandescents et d'arcs à l'intervention de petites particules métalliques qui, se trouvant entre les pièces de contact, brûlent au passage du courant. Dans une lampe de 1,75 ampère, le courant à la fermeture du circuit s'élève à

cinq fois l'intensité nominale de l'ampoule par le fait de la faible résistance à froid du filament. A l'ouverture, le courant diminue progressivement à partir de l'intensité nominale.

Pour vérifier l'aptitude des étincelles à enflammer le gaz tonnant, on introduisit à l'intérieur de la lampe le mélange d'hydrogène et d'oxygène ($2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2$). On utilisait à cette fin l'ouverture livrant passage à la fermeture magnétique. On procédait ensuite à l'allumage et à l'extinction de l'ampoule en faisant tourner le couvercle sur le pot.

Sur aucune des lampes dont disposait l'expérimentateur, ces manœuvres ne provoquèrent l'explosion interne.

Les lampes furent ensuite modifiées en ce sens que, l'ampoule ayant été retirée, on fit débiter la batterie dans une résistance réglable non inductive.

On obtint d'abord des explosions en réglant le courant à 12 ampères. Après modification des pièces de contact sur lesquelles on avait soudé de minces fils de fer, il s'en produisit encore, alors que l'intensité était de l'ordre de 3-4 ampères. Mais comme le fait ne s'observait qu'après 100 ou 150 manœuvres d'allumage et d'extinction, on en conclut que l'appauvrissement du mélange par diffusion était favorable à l'inflammation.

On constata en effet que le mélange hydrogène-oxygène dans le rapport 1 : 2, de composition identique à celle du gaz s'échappant après le déchargement, était plus inflammable que le mélange stoechiométrique ($2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2$).

La proportion hydrogène-oxygène = $1/2$ fut alors adoptée pour les essais ultérieurs d'inflammation.

L'intensité la plus faible qui alluma ce mélange fut de 2 ampères, mais après modification de la surface des pièces de contact ce courant minimum descendit à 0,8 ampère.

Il était donc bien démontré que les gaz résiduels en concentration suffisante pouvaient être allumés par les arcs jaillissant, soit entre des contacts imparfaits, soit entre des particules métalliques étrangères.

A propos des explosions signalées dans la Ruhr, il fallait donc admettre que les contacts étaient particulièrement propices à l'inflammation et qu'en même temps, l'intérieur de la lampe renfermait une quantité suffisante de gaz résiduel par suite d'une fermeture prématurée après le chargement.

Il s'imposait néanmoins de rechercher si, après chargement, la concentration en gaz combustible pouvait atteindre dans la lampe la limite inférieure d'inflammabilité. On utilisa à cette fin une bougie à haute tension dont l'étincelle jaillissait à l'endroit où s'effectue normalement la rupture du circuit de l'ampoule. Avant chaque expérience, les accumulateurs recevaient une charge au taux de 5 ampères, c'est-à-dire, supérieure à la normale.

Que les bouchons fussent ou non serrés à fond, on ne put dans aucun cas mettre en évidence la présence de gaz à teneur explosive à l'intérieur de la lampe. Par suite de l'étanchéité insuffisante du pot et tout spécialement du filetage, l'hydrogène se dégageant de la batterie s'échappait donc à l'extérieur et sa teneur dans la lampe restait en dessous

du minimum requis pour l'explosion.

Ce résultat négatif ne prouvait nullement que la fermeture des orifices de remplissage de la batterie écartât l'éventualité d'une explosion; une quantité plus importante de gaz pouvait se dégager par suite de chocs et amener dans l'accumulateur une surpression capable de soulever les soupapes d'évacuation.

Pour cette raison, les expériences suivantes furent exécutées avec l'accumulateur ouvert, donc sans bouchon, sur les orifices de remplissage.

Dans ces conditions, si l'on ferme la lampe après le délai prescrit, soit trente minutes, on n'observe pas la présence de mélange explosif au-dessus de la batterie. La plus grande partie des gaz résiduels s'est donc échappée et le reste est trop dilué pour être inflammable. Lorsqu'au contraire, on remonte la lampe, moins d'une minute après l'avoir retirée du banc de chargement, il est possible d'obtenir des inflammations dans un délai inférieur à une heure après la fermeture.

La formation d'un mélange dans le pot dépend donc de son étanchéité. Un ajustage serré des pièces de même que le colmatage des défauts d'étanchéité par la potasse et par la poussière contrarient la diffusion de l'hydrogène.

Dans ses recherches, l'expérimentateur ne put observer cependant un accroissement du risque d'explosion en améliorant l'étanchéité de la lampe.

Sur un accumulateur avarié dont la tension tombait rapidement à la moitié de sa valeur normale, on ne constata rien de spécial au point de vue de la quantité et de l'inflammabilité du gaz résiduel. Celles-ci sont vraisemblablement influencées par d'autres avaries non connues.

En tout cas, les lampes qui avaient donné l'explosion dans les lampisteries ne présentaient à ce sujet aucune particularité.

Passage de la flamme. — Au point de vue de la sécurité de la lampe, il s'imposait de voir si l'explosion amorcée à l'intérieur du pot pouvait ou non se propager à une atmosphère inflammable d'air et de grisou.

Les expériences furent réalisées avec les mélanges d'explosibilité maximum, tels ceux trouvés dans une lampe fermée prématurément après la charge. Les bouchons de l'accumulateur étaient enlevés et la lampe après remontage était placée dans une atmosphère grisouteuse.

Des nombreuses expériences exécutées dans ces conditions, une seule donna l'explosion du mélange grisouteux; pour les autres, les mélanges intérieurs ne possédaient probablement pas l'aptitude requise pour traverser l'assemblage.

On procéda également à des essais de traversée sur une lampe maintenue en charge d'une façon permanente. Il y eut alors chaque fois inflammation simultanée du mélange tonnant et de l'atmosphère grisouteuse.

Sécurité d'emploi vis-à-vis du grisou. — Les expériences exposées ci-avant montrent :

- a) que les gaz résiduels se dégageant de l'accumulateur après chargement sont explosifs

lorsque leur concentration est suffisamment élevée;

- b) que ces gaz peuvent être enflammés par les étincelles accompagnant les manœuvres d'allumage et d'extinction de l'ampoule;
- c) que l'explosion prenant naissance au-dessus de l'accumulateur est capable de se propager à une atmosphère ambiante grisouteuse.

Néanmoins, il est possible dans la pratique de contrecarrer la réalisation des circonstances favorables à l'explosion et à sa propagation.

Les gaz résiduels ne se dégagent en proportion dangereuse que pendant un temps relativement court et le danger d'explosion est écarté si la fermeture de la lampe est reportée à trente minutes environ après la fin du chargement. Au contraire, si les soupapes de la batterie et la lampe elle-même sont fermées sans délai après la charge, l'éventualité d'une atmosphère explosible au-dessus de l'accumulateur ne peut être exclue malgré l'étanchéité aléatoire des assemblages. Les chocs violents sont d'ailleurs favorables au dégagement gazeux.

Il importe donc que les délais minimums d'attente prescrits par les fabricants soient rigoureusement observés. Les recherches rapportées ci-dessus ont montré aussi que la sécurité des lampes est fonction de leur entretien.

Le bon fonctionnement des soupapes d'échappement (vérifié par un jet d'air comprimé par exemple) et l'état de propreté des assemblages sont favorables à l'évacuation rapide des gaz résiduels, tandis que le nettoyage des pièces de contact et surtout l'élimination des poussières métalliques réduisent le risque d'explosion inhérent aux manœuvres d'allumage et d'extinction de l'ampoule.

L'auteur signale que la station de Derne s'efforce actuellement de déterminer, en ce qui concerne les pièces d'interruption du courant, la forme et la section les moins propices à l'allumage du gaz tonnant. Dans les lampes qui avaient donné lieu aux explosions le constructeur a déjà modifié le dispositif de coupure. Pour les types de lampes non encore modifiés, on a prescrit un délai de deux heures entre la fin du chargement et la fermeture de la lampe.

Utilisation des lampes électriques portatives dans les atmosphères inflammables. — Jusqu'ici, il a été question uniquement de l'emploi de ces lampes dans les mines grisouteuses. Les conditions sont différentes dans les locaux où il y a lieu de soupçonner la présence soit d'hydrogène soit d'un autre gaz facilement inflammable. Ces gaz peuvent pénétrer dans la lampe, s'y allumer par l'étincelle de l'interrupteur et propager l'explosion à l'atmosphère ambiante.

Dans les stations de chargement d'accumulateurs et par conséquent dans les lampisteries, la ventilation doit être telle que la teneur en hydrogène reste en dessous de la limite inférieure d'inflammabilité de ce gaz, soit 4 %.

Il y a lieu de rappeler ici l'interdiction de mettre la batterie en chargement ou de l'en retirer sans avoir coupé au préalable la tension de charge.

Lampes à main pour contrôleur. — Ce qui a été dit à propos des types normaux s'applique également aux lampes pour contrôleur. Néanmoins, pour celles-ci, le risque d'explosion est moindre à cause de la capacité réduite de la batterie (7 amp./heure contre 25 à 30 ampères/heure) et du courant relativement faible consommé par l'ampoule (0,7 ampère).

Dans les types nouveaux, la disposition des organes intérieurs est telle que les gaz sont écartés du dispositif de coupure. On peut d'ailleurs munir ces lampes d'un interrupteur étanche vis-à-vis d'une explosion.

* * *

En se reportant aux notes parues dans les Rapports annuels de 1946 et 1947 de l'Institut National des Mines (1), on constate que les conclusions du Dr Wehner concordent parfaitement avec les nôtres.

On réduit le risque de formation d'un mélange explosible au-dessus de la batterie en différant le plus possible la fermeture de la lampe après le chargement. A cette fin, l'expérimentateur allemand requiert un délai minimum de 30 minutes, voire même deux heures, notamment pour les lampes paraissant les moins sûres.

Dans nos conclusions, nous avons indiqué un délai de trois heures, alors qu'une circulaire de la Direction générale des Mines en date du 9 juillet 1946 préconisait un repos de huit heures au moins. Si la stricte observation d'un délai aussi long n'est pas toujours réalisable dans la pratique, on retiendra néanmoins qu'il y a intérêt pour la sécurité à ce que le remontage des lampes soit reporté jusqu'à peu de temps avant la distribution, ceci dans l'hypothèse d'un seul poste d'utilisation par vingt-quatre heures.

Nous ajoutons que le retrait des bouchons n'étant pas de pratique courante en Belgique, il s'impose que le bon fonctionnement de leurs soupapes soit vérifié fréquemment.

De la note allemande, ressort également l'influence des irrégularités dans les surfaces de contact au point de vue de l'aptitude des étincelles à allumer le gaz tonnant.

Cette constatation doit inciter le personnel des lampisteries à rebuter les pôles et secteurs montrant des traces de grippage et à débarrasser l'intérieur de la lampe des poussières et raclures métalliques produites par les frictions répétées de ces pièces de contact.

En ce qui concerne l'étanchéité des lampes vis-à-vis des explosions de gaz tonnant, nos constatations furent moins favorables que celles du Dr Wehner; tous les types que nous avons expérimentés laissèrent passer en effet la flamme d'hydrogène. Il

(1) Voir « Annales des Mines de Belgique », Tome XLVIII, pages 74 à 105 et 998 à 1011.

est vrai que nous introduisions à profusion le mélange explosif, alors qu'à Derne, le seul gaz s'échappant de la batterie était soumis à l'action de l'étincelle. Il y a tout lieu de croire qu'avec le second mode opératoire, l'inflammation du mélange était contrariée par la diffusion.

Enfin, ajoutons que tout risque d'explosion est supprimé par l'adjonction d'un interrupteur spécial étanche aux flammes d'hydrogène ou placé en dehors de l'enveloppe de l'accumulateur, sur le projecteur comme dans la plupart des lampes au charbon.

SAMENVATTING

Onder de bovengenoemde titel brengt steller verslag uit over het onderzoek, uitgevoerd door het proefstation van Derne-Dortmund, ingevolge twee ontploffingen overkomen aan elektrische draaglampen met alcalische batterij. Deze ontploffingen deden zich voor in de lampenkamer, tijdens het ineenzetten der lampen en telkens deed er zich een doorslag voor van de vlam doorheen de schroefdraad waarmede het deksel op de pot bevestigd is.

Het betreft hier incidenten die zich tamelijk zelden voordoen en die dus weinig gekend zijn. Nochtans hebben zich in België, sedert 1946, drie ontploffingen van deze aard voorgedaan in volstrekt gelijkaardige omstandigheden.

De vaststellingen waartoe de proefnemingen, destijds uitgevoerd door het Nationaal Mijninstituut, aanleiding gaven worden bevestigd door de aangehaalde Duitse navorsingen.
