

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 48 (1957)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Introduction aux règles pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante  
**Autor:** Zürcher, M.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1058693>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 25.12.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

ORGANE COMMUN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS (ASE) ET  
DE L'UNION DES CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE (UCS)

## Introduction aux Règles pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante

Par M. Zürcher, Zurich

621.31-213.44 : 614.8.38

L'intérêt apporté à la protection contre les explosions et aux appareils antidéflagrants a considérablement augmenté depuis la dernière guerre mondiale, surtout du fait que l'industrie pétrolière s'est extrêmement développée, tant au point de vue de la production, que de la multiplicité des produits. La production, le stockage, la distribution, l'utilisation et la consommation de combustibles, solvants et produits intermédiaires explosifs de l'industrie des matériaux synthétiques et des produits chimiques, concernent des milieux de plus en plus étendus, qui doivent — pour des raisons de sécurité d'exploitation — s'occuper plus activement de la question de la protection contre les explosions.

Le projet des «Prescriptions pour le matériel antidéflagrant», Publ. n° 0207 de l'ASE, élaboré par le Comité Technique 31 du Comité Électrotechnique Suisse, concerne les appareils qui sont construits de façon qu'une inflammation de mélanges explosifs de gaz et d'air ou de vapeur et d'air soit empêchée en toute certitude. Ce projet ne concerne toutefois que la construction d'appareils qui doivent être utilisés à des endroits présentant des dangers d'explosion. Il ne s'agit donc pas de prescriptions relatives aux applications et permettant de décider si une exploitation ou une partie de celle-ci doit être considérée ou non comme présentant des dangers d'explosion. Les dispositions figurant dans ce projet concernent uniquement les appareils et sont basées — comme c'est le cas pour des prescriptions de sécurité — sur le fait que l'on doit compter sur les conditions les plus défavorables de l'ambiance, c'est-à-dire que l'on admet que des mélanges explosifs de gaz et d'air ou de vapeur et d'air existent constamment autour des appareils et que leur composition est la plus défavorable. En conséquence, on a affaire à divers genres de protection qui sont équivalents au point de vue de la sécurité qu'ils permettent d'obtenir, mais représentent des possibilités techniques différentes pour garantir, dans le cas le plus défavorable, la sécurité exigée contre les dangers d'explosion.

Il est indispensable de se baser sur le cas le plus défavorable, c'est-à-dire sur la présence constante de mélanges gazeux explosifs, lorsqu'il s'agit de matériel électrique devant être considéré comme antidéflagrant et dont on ignore où il sera utilisé. Or,

en pratique, il arrive fréquemment que cette supposition du cas le plus défavorable est injustifiée, car on peut souvent admettre avec certitude que la présence de mélanges explosifs de gaz et d'air ou de vapeur et d'air n'est que très passagère. C'est par exemple le cas pour des appareils fermés qui utilisent des solvants et ne sont ouverts que durant un bref instant pour le remplissage ou le vidage, ou lorsqu'il existe de puissantes installations de ventilation qui diluent les mélanges gazeux dangereux, aussitôt qu'ils prennent naissance, ou lorsque, pour d'autres motifs, tels que nocivité, odeurs gênantes, etc., on doit éviter une formation de gaz explosifs. Dans tous ces cas où il ne faut compter que sur un danger d'explosion passager, c'est-à-dire sur une atmosphère passagèrement déflagrante, l'exigence de l'emploi de matériel conforme aux «Prescriptions pour le matériel antidéflagrant» ne se justifie pas toujours au point de vue économique. On a donc tenté, en établissant des «Règles pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante», de donner satisfaction aux industries dont l'exploitation n'est mise en danger que passagèrement par une atmosphère déflagrante.

Pour pouvoir établir de telles Règles, il fallait tout d'abord déterminer exactement ce qu'il y a lieu d'entendre par «atmosphère passagèrement déflagrante» et le définir. Il s'agit de mélanges explosifs de gaz et d'air ou de vapeur et d'air, qui ne demeurent au même endroit que durant 30 minutes au maximum. Le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante est donc un matériel qui ne produit pas d'explosion pendant 30 minutes, lorsqu'il est entouré de mélanges explosifs de gaz et d'air ou de vapeur et d'air. La sécurité contre une explosion s'obtient le plus simplement par des carters étanches aux gaz.

Comme le projet des Prescriptions pour le matériel antidéflagrant, celui des Règles pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante ne concerne que les exigences relatives à la sécurité du matériel d'installation et des appareils électriques, et ne renferme pas de prescriptions relatives à leur utilisation. Ce sont les organes de surveillance compétents (inspectors des fabriques, CNAA, polices du feu cantonales) qui décident si une exploitation ou une partie de celle-ci doit être

considérée ou non comme étant mise en danger par une atmosphère passagèrement déflagrante; ces organes chargés de la protection des travailleurs sont en effet mieux à même de juger de la situation générale de l'entreprise, au point de vue de l'exploitation technique.

Lorsqu'on admet que des mélanges explosifs ne se présentent que passagèrement, cela permet d'utiliser des carters avec garnitures d'étanchéité. On estime souvent, à tort, que ces garnitures assurent une protection contre les explosions, du fait que les appareils sont logés dans un carter étanche aux gaz. Parfois même, on estime que les appareils prévus pour des locaux mouillés (appareils étanches à l'eau) assurent la protection requise contre la pénétration de gaz. Cela n'est toutefois que rarement le cas, car, pour empêcher une pénétration de gaz, les garnitures d'étanchéité doivent être construites avec un soin tout particulier. En principe, cela serait possible, mais pratiquement une telle étanchéité est presque irréalisable pour du matériel antidéflagrant, car il est extrêmement difficile de satisfaire à l'exigence d'une fermeture de carter demeurant étanche aux gaz pendant une durée illimitée, quand il s'agit de carters qui doivent en outre pouvoir être normalement ouverts par le personnel de montage. Il faut aussi tenir compte des variations de pression dues à des variations de la température ambiante et à l'échauffement durant le service. C'est la raison pour laquelle les garnitures d'étanchéité ne sont pas admises comme éléments empêchant toute propagation d'une explosion pour du matériel antidéflagrant.

Il n'en est pas de même pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante. Pour ce matériel, le danger résultant de mélanges explosifs n'est que passager, comme cela est précisé par la définition de ce danger. On peut donc admettre des garnitures étanches aux gaz, de telle sorte que, durant 30 minutes au maximum, la limite d'explosion de l'atmosphère déflagrante ne soit pas atteinte à l'intérieur des carters. Cela permet d'utiliser du matériel protégé contre une atmosphère passagèrement déflagrante, au lieu de matériel antidéflagrant protégé par un carter résistant à la pression, lorsque le matériel donne lieu normalement à des étincelles ou à des températures élevées. Dans de nombreux cas, il est plus facile de fabriquer du matériel protégé contre une atmosphère passagèrement déflagrante que du matériel protégé par un carter résistant à la pression. C'est le cas, par exemple, pour les luminaires, les appareils d'interruption, etc., tandis que pour les grands carters la construction de garnitures étanches à une atmosphère passagèrement déflagrante est passablement plus coûteuse, bien qu'il n'y ait pas lieu de tenir compte de la résistance mécanique à la pression d'explosion pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante.

Pour ce matériel, l'étanchéité est un élément essentiel, dont la construction doit donc être particulièrement soignée. Les surfaces d'appui lisses doivent avoir normalement une largeur d'au moins 4 mm. En outre, il faut faire en sorte que la compression soit uniforme, c'est-à-dire que les grands

carters doivent posséder un nombre suffisant de vis ou boulons, afin d'éviter tout cisaillement de la garniture d'étanchéité. La matière utilisée pour ces garnitures ne doit pas subir de vieillissement, ni devenir friable ou collante; même après une longue durée de service, la garniture d'étanchéité doit pouvoir être enlevée et remise en place sans s'endommager. Pour satisfaire à ces exigences, les essais de comportement à l'usage et de vieillissement ont une grande importance, car ils permettent de se rendre compte si la matière prévue est capable de satisfaire longtemps aux exigences posées. Les garnitures destinées uniquement à du matériel étanche à l'humidité ou à l'eau ne satisfont pas toujours à ce qui est requis pour une étanchéité contre la pénétration de gaz.

Pour juger de la qualité d'une garniture d'étanchéité et pour établir, par conséquent, une base pour les essais, il faut admettre que le gaz pénétrant dans le carter n'atteint pas encore, au bout de 30 minutes, la limite inférieure d'explosion. Si l'on considère, dans le cas le plus défavorable, le gaz à diffusion la plus rapide, c'est-à-dire l'hydrogène, avec une limite inférieure d'explosion de 4 % vol., et si l'on admet que le carter se trouve dans une atmosphère d'hydrogène, la limite inférieure d'explosion sera tout juste atteinte après que 40 cm<sup>3</sup> d'hydrogène auront pénétré, durant une demi-heure, dans un carter d'une contenance d'un litre. En admettant, grosso modo, que dans les conditions ordinaires de température et de pression 2 g ou 1 mol d'hydrogène occupent un volume de 25 litres, il s'ensuit que dans un carter d'une contenance d'un litre la limite inférieure d'explosion est atteinte avec une quantité de 3,2 mg d'hydrogène.

Pour l'exécution pratique des essais, l'hydrogène ne convient pas, car il est malaisé d'en mesurer de petites quantités. Il est préférable d'utiliser de l'anhydride carbonique, dont la quantité peut être facilement déterminée par absorption dans de l'amiante sodée, et dont le poids spécifique est en outre plus élevé, de sorte que le récipient entourant le carter à essayer peut être rempli plus sûrement avec le gaz d'essai. Il faut toutefois tenir compte du fait que la rapidité de diffusion d'un gaz est inversement proportionnelle à la racine carrée de son poids moléculaire. L'hydrogène ayant un poids moléculaire de 2 et l'anhydride carbonique un poids moléculaire de 44, il s'ensuit que l'hydrogène se diffuse  $\sqrt{44/2} \approx 4,7$  fois plus rapidement que l'anhydride carbonique. Les 4 % vol. qui représentent la limite inférieure d'explosion de l'hydrogène correspondent donc à une diffusion de  $4:4,7 \approx 0,86$  % vol. d'anhydride carbonique. Étant donné que 44 g d'anhydride carbonique (1 mol) occupent un volume d'environ 25 litres, 0,86 % vol. correspondent donc à une concentration de 15 mg d'anhydride carbonique par litre. Lorsque ces 15 mg se diffusent dans un carter d'une contenance d'un litre, cela signifie donc que, s'il s'agissait d'hydrogène, la limite inférieure d'explosion serait juste atteinte. Compte tenu du fait que les garnitures d'étanchéité sont essayées à l'état de neuf et que leur efficacité dépend beaucoup du mode d'assemblage du carter (grande dispersion), il est indiqué d'appliquer un facteur de sécurité.

Pour ces motifs, la quantité admissible d'anhydride carbonique a été fixée à 10 mg/l et la durée de l'essai à une heure.

Certains gaz présentent une limite inférieure d'explosion moins élevée que celle de l'hydrogène, mais leur poids moléculaire est plus élevé et elles diffusent plus lentement, de sorte que l'on peut également les considérer par rapport à l'hydrogène.

Le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante constitue un cas particulier du matériel antidéflagrant et il ne s'en distingue que par le fait que les carters peuvent être munis de garnitures d'étanchéité. L'emploi de ce matériel exige, dans chaque cas, une autorisation de la part des autorités compétentes. Toutes les dispositions relatives au matériel antidéflagrant, qui ne concernent pas les carters résistant à une atmosphère pas-

sagèrement déflagrante, c'est-à-dire celles qui se rapportent aux températures, aux lignes de fuite, au verrouillage de parties sous tension, etc., sont par conséquent applicables, par analogie, au matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante.

Afin d'éviter toute confusion avec d'autres désignations abrégées (matériel antidéflagrant, matériel antigrisouteux, etc.), on a adopté la désignation sDi 30 pour le matériel utilisable en atmosphère passagèrement déflagrante. Cette désignation signifie qu'il s'agit d'un matériel d'exécution spéciale (s), qui garantit pendant 30 minutes une étanchéité (Dichtheit) par rapport à une atmosphère passagèrement déflagrante.

Adresse de l'auteur:

M. Zürcher, D<sup>r</sup> ès sc. techn., ingénieur chimiste, Station d'essai des matériaux de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8.

## Ableitung und praktische Auswertung der Zustandsgleichung für kurze Spannweiten mit Berücksichtigung der Abspannketten

Von J. Hügi, Luzern

621.315.1

*Es wird eine Zustandsgleichung aufgestellt, die dem Einfluss der Abspannketten bei kurzen Spannweiten Rechnung trägt. Anhand eines Beispiels wird ferner die einfachste numerische Auflösung dieser Zustandsgleichung erläutert.*

*Une équation d'état, tenant compte de l'influence des chaînes d'arrêt en cas de portées courtes, est établie. La résolution numérique la plus simple de cette équation d'état est en outre démontrée à l'aide d'un exemple.*

### A. Einleitung

Der nachfolgenden Ableitung einer Zustandsgleichung für kurze Spannweiten mit verhältnismässig langen und schweren Abspannketten wie dies vor allem in Freiluftanlagen der Fall ist, liegen folgende vereinfachende Annahmen zugrunde:

1. Auf beiden Seiten des Seiles sind gleich lange und gleich schwere Abspannketten mit gleich hohen Aufhängepunkten angebracht.

2. Die Abspannketten werden als ideale Ketten betrachtet mit einer vom Temperatur- und Spannungszustand unabhängigen Länge.

Da die abzuleitende Zustandsgleichung vor allem für Freiluftanlagen gedacht ist, dürfte die erste Annahme fast ausnahmslos zutreffen. Die zweite Annahme stellt eine Idealisierung des wirklichen Sachverhaltes dar und ist somit fehlerbehaftet. In der praktischen Auswertung wird dieser Fehler aber so klein, dass die vereinfachende Annahme ohne weiteres verantwortet werden kann.

### B. Ableitung der Zustandsgleichung

#### a) Änderung der Spannweite bei Lagenänderung der Abspannkette

Mit den Bezeichnungen der Fig. 1 wird für kleine Kettendurchhänge:

$$d = 2 \sqrt{\left(\frac{l}{2}\right)^2 - s^2} = l \sqrt{1 - \left(\frac{2s}{l}\right)^2}$$

Durch die Entwicklung des Wurzelausdruckes in eine Potenzreihe ergibt sich daraus:

$$d = l - \frac{2s^2}{l}$$

und entsprechend

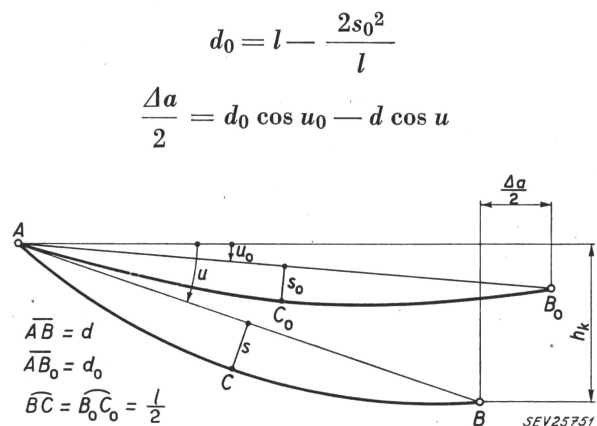


Fig. 1

Lagenänderung der Abspannkette bei Zustandsänderung des Leiterseiles

$d, d_0$  Sehnenlängen der Abspannkette bei verschiedenen Seilzuständen;  $l$  Kettenlänge;  $s, s_0$  Pfeilhöhen der Kettenlinien;  $u, u_0$  Neigungswinkel der Kettensehnen;  $h_k$  Höhendifferenz von Aufhängepunkt und Endpunkt der Abspannkette;  $\Delta a$  Änderung der Spannweite des Seiles

$$\begin{aligned} \Delta a &= 2l(\cos u_0 - \cos u) + \frac{4}{l}(s^2 \cos u - s_0^2 \cos u_0) = \\ &= -4l \sin \frac{u_0 + u}{2} \cdot \sin \frac{u_0 - u}{2} + \\ &\quad + \frac{4}{l}(s^2 \cos u - s_0^2 \cos u_0) \end{aligned}$$

Für kleine Winkel  $u$  und  $u_0$  folgt:

$$\begin{aligned} \sin \frac{u_0 + u}{2} &\approx \frac{u_0 + u}{2}; & \sin \frac{u_0 - u}{2} &\approx \frac{u_0 - u}{2} \\ \cos u &\approx 1; & \cos u_0 &\approx 1 \end{aligned}$$