

# Aperçu sur les travaux de l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de Houille

(suite) (1)

par G. LOGELAIN,  
Inspecteur Général des Mines.  
Membre de l'Organe Permanent.

## CINQUIEME PARTIE SECURITE DES RESEAUX ELECTRIQUES DU FOND A L'EGARD DES RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION DE GRISOU

Lors de l'adoption, par l'Organe Permanent, en sa séance du 8 avril 1960, du projet de recommandations élaboré par le groupe de travail « Electricité » au sujet de la sécurité des réseaux électriques du fond à l'égard du risque d'électrocution (2), l'accent a été mis sur la sécurité que doivent présenter, en outre, ces réseaux vis-à-vis des risques d'incendie et d'explosion de grisou.

Ce nouvel aspect de la question a été évoqué à la suite d'un accident grave survenu en Grande-Bretagne, accident au cours duquel un court-circuit dans un câble a provoqué une dissipation importante d'énergie au niveau du défaut qui fut à l'origine d'une explosion de grisou, en dépit du fonctionnement des protections contre les surcharges et contre les défauts à la terre dont était pourvue l'installation.

L'Organe Permanent a insisté pour que l'étude de cette question ne soit pas limitée aux seuls réseaux électriques utilisant la moyenne tension, comme ce fut le cas à propos des risques d'électrocution et pour que, plus spécialement, elle englobe les problèmes que pose l'utilisation de la haute tension.

(1) La première partie de cet article a paru dans le n° 2 de février 1961, pp. 162/168. La deuxième partie a paru dans le n° 4 d'avril 1961, pp. 398/404. La troisième partie a paru dans le n° 10 d'octobre 1961, pp. 1084/1090. La quatrième partie a paru dans le n° 2 de février 1962, pp. 168/175.

(2) Voir deuxième partie paru dans le n° 4 d'avril 1961, pp. 398/404.

L'examen des méthodes de protection contre les dangers d'incendie et d'explosion de grisou adoptées par les différents pays, ainsi que les progrès réalisés en ces matières au cours de ces dernières années, ont permis au groupe de travail de soumettre à l'Organe Permanent une série de recommandations sur la sécurité des réseaux électriques du fond, à l'égard respectivement :

- 1) du risque d'incendie ;
- 2) des risques d'inflammation de grisou.

En outre, des recommandations supplémentaires ont été proposées pour pallier le risque d'explosion encouru par les mines à dégagements instantanés du grisou.

Toutes ces recommandations ont été approuvées par l'Organe Permanent en cours de sa session des 27 et 28 avril 1964.

Voici ces recommandations ainsi que les définitions et les commentaires dont elles sont assorties.

### 1. — DEFINITIONS

#### 1. Réseau.

Tout ensemble de sources, circuits, appareils d'utilisation électrique liés. Par exemple, le secondaire d'un transformateur (ou les secondaires s'il y a plusieurs transformateurs à secondaires en parallèle) et les organes qu'il alimente forment un réseau.

#### 2. Tension.

La tension efficace entre phases en courant alternatif triphasé.

### 3. Dénomination des tensions.

N.B. — Les appellations ci-dessous sont purement conventionnelles ; elles ne valent que pour les besoins de la rédaction des présentes recommandations et n'ont aucune incidence sur les classifications habituellement employées dans les divers pays.

- a) *Très Basse Tension* (T.B.T.) : La catégorie de tension réputée non dangereuse (généralement de l'ordre de 40 à 65 V selon les pays).
- b) *Basse Tension* (B.T.) : La catégorie de tension réservée à l'éclairage, à la perforation, au téléphone, etc... (65 à 380 V).
- c) *Moyenne Tension* (M.T.) : La catégorie de tension usuelle des appareils d'utilisation du fond en courant alternatif triphasé (380 à 1.100 V).
- d) *Haute tension* (H.T.) : La catégorie de tension usuelle du primaire des transformateurs (1.100 à 12.000 V) alimentant des réseaux M.T. et B.T.

### 4. Protection électrique d'un câble.

On entend par protection électrique d'un câble, tout dispositif ayant pour but d'assurer la séparation automatique du câble de sa source avant que les conséquences d'un défaut éventuel sur le câble ne puissent devenir dangereuses.

#### Note.

A la suite d'une expérience entreprise dans une mine néerlandaise relativement à l'emploi du courant continu, il y a lieu de faire les remarques suivantes :

- a) les présentes recommandations concernent le courant alternatif ;
- b) elles sont valables, moyennant certains aménagements, pour le courant continu ;
- c) un document analogue serait élaboré si l'emploi du courant continu devait prendre un certain développement.

## 2. — SECURITE A L'EGARD DU RISQUE D'INCENDIE

Conçu dans l'esprit et rédigé selon une forme analogue à celle des recommandations relatives au risque d'électrocution (3), ce document se propose de préciser, quant au risque d'incendie, 3 ordres de mesures, dont seule la superposition peut conférer aux réseaux électriques du fond une sécurité satisfaisante :

- le premier ordre de mesures s'efforce de prévenir le risque (mesures de *prévention*) ;
- le second ordre se propose d'éviter qu'un incident éventuel ait des conséquences graves (mesures de *protection*) ;

(3) Voir n° 4 d'avril 1961, pp. 398/404.

- le troisième ordre concerne les mesures d'*intervention*, qui ont l'inconvénient d'entraîner l'arrêt des installations : l'automatisme de ces interventions préconisées par les présentes recommandations sera par conséquent subordonné à l'appréciation des risques locaux qu'il pourrait éventuellement introduire.

### A. — Mesures de 1<sup>er</sup> ordre. Prévention du risque d'incendie.

1) Les échauffements excessifs en service normal devraient être évités par une conductance suffisante des câbles et des éléments conducteurs de l'appareillage sous tension, déterminée en tenant compte des conditions du service le plus chargé. Les échauffements locaux accidentels dus notamment aux desserrages des bornes et connexions devraient être évités autant que possible par une construction et une surveillance convenables.

2) La probabilité de défauts et courts-circuits entre conducteurs ou entre conducteurs et terre devrait être réduite le plus possible par une isolation ou un éloignement convenables.

### B. — Mesures de deuxième ordre. Protection contre les effets d'un échauffement ou d'un défaut.

1) Les isolants utilisés dans la construction et l'installation du matériel électrique et des câbles, devraient être thermiquement inaltérables dans les conditions du service le plus chargé.

2) Les enveloppes protégeant le matériel et les câbles devraient, dans la mesure du possible, être composées de matériaux résistant au feu ou ne propageant pas la flamme.

L'emploi de l'huile comme diélectrique ne devrait être autorisé que si des dispositions sont prises en vue d'éviter que le personnel ne soit exposé aux dangers résultant d'un incendie.

3) Les dépôts de matières inflammables ou combustibles, les canalisations où circulent des fluides combustibles, devraient être écartés dans la mesure du possible des installations électriques.

### C. — Mesures de troisième ordre. Intervention sur le réseau.

1) Les réseaux devraient être automatiquement protégés (4) contre les surcharges anormales par

(4) Bien entendu, le réseau sera considéré comme correctement protégé lorsque le seul appareil ou câble intéressé par le défaut aura été séparé de sa source par l'organe de protection.

des relais, disjoncteurs ou autres dispositifs équivalents, convenablement choisis, disposés, réglés, surveillés et entretenus.

2) Les réseaux devraient être automatiquement protégés (4) contre les courts-circuits par des organes de protection tels que coupe-circuits fusibles, disjoncteurs etc. ou par leur combinaison, ayant un pouvoir de coupure au moins égal au courant de court-circuit maximal au lieu où ils sont installés.

Ces organes devraient être choisis et réglés en fonction du courant minimal de court-circuit franc pouvant survenir à l'extrémité du tronçon de réseau qu'ils protègent.

Le pouvoir de fermeture des interrupteurs, contacteurs, disjoncteurs, court-circuiteurs, etc... devrait être adapté au courant de court-circuit maximal pouvant se produire au lieu où ils sont installés.

Si les puissances de court-circuit le nécessitent, la vitesse de fermeture ou d'ouverture des organes manuels de coupure en charge devrait être indépendante de l'effort de l'opérateur.

3) Des dispositions devraient être prises pour assurer dans la mesure du possible une protection efficace contre les défauts de moindre intensité susceptibles d'échapper aux organes d'intervention précédents, et risquant de provoquer des échauffements dangereux.

### COMMENTAIRES

1) Les présentes recommandations concernant la sécurité incendie au fond, couvrent toutes les catégories de tension au-delà de 380 V (M.T. et H.T. au sens des définitions figurant au présent rapport). Pour les tensions inférieures, l'essentiel de ces recommandations reste valable, mais des allègements peuvent souvent être admis dans leur observation, pour autant que l'énergie débitée dans les éventuels défauts reste faible.

2) Pour garantir la sécurité du personnel, trois ordres de mesures sont donc ici recommandés, dont seule la superposition peut donner aux installations une sécurité satisfaisante. La distinction entre ces trois ordres répond d'ailleurs à un souci de logique permettant de ne rien omettre, et non à une sorte de chronologie ou de classement préférentiel qui admettrait que les premières ont priorité sur les secondes. Il est clair, en effet, que dans certains cas des mesures d'intervention rapides et fidèles pourraient paraître suffisantes. Mais on ne peut faire reposer la sécurité seulement sur les dispositifs dont le fonctionnement peut se révéler incertain à l'usage, soit du fait de leur imperfection propre ou en raison d'un choix défectueux, soit par suite d'avaries ou de négligences.

### A. — Mesures de 1<sup>er</sup> ordre.

(Mesures de prévention).

1) Le souci de prévenir les échauffements et incendies d'origine électrique revient, avant tout, à dimensionner les réseaux (et en particulier à choisir des sections de câbles) de telle sorte que la température des conducteurs ou de l'appareillage, même pendant le service le plus chargé (y compris les démarrages des moteurs), n'atteigne que des valeurs modérées, compatibles avec la bonne tenue des isolants, et de ce point de vue certains relèvements de tension peuvent être parfois souhaitables pour réduire les intensités à puissance égale ou croissante.

Les densités de courant ainsi admissibles dépendent de l'ambiance, de la construction du matériel, de la durée et de la fréquence des surintensités en service normal : c'est pourquoi il n'existe pas de règle générale simple permettant de préciser a priori les limites à ne pas dépasser. Mais chaque pays possède des codes de bonne pratique permettant assez aisément de fixer de ce point de vue, dans chaque cas particulier, les conditions d'installation des réseaux.

Un examen périodique des réseaux n'est d'ailleurs pas superflu : la tentation est parfois grande d'ajouter à un réseau déjà chargé, de nouveaux engins d'utilisation dont les périodes de fonctionnement peuvent se superposer à celles des engins déjà alimentés. En outre, une connexion desserrée peut être à l'origine d'incidents aussi graves qu'une surcharge. C'est pourquoi, les recommandations couvrant le risque d'échauffements doivent se préoccuper à la fois de leurs causes normales (densités de courant excessives) et anormales (extension excessive d'un réseau, desserrage des connexions, etc...) : en particulier l'emploi de connexions dites indesserrables doit être conseillé.

2) Bien entendu, la prévention des échauffements doit être complétée par celle des courts-circuits : c'est le rôle des isolants ou de l'éloignement entre corps conducteurs susceptibles d'être portés à des potentiels différents, ou de l'allongement des lignes de fuite, ou des précautions de toutes autres natures prises pour éviter les cheminements.

### B. — Mesures de deuxième ordre.

(Mesures de protection).

1) Pour éviter qu'un échauffement éventuel entraîne des conséquences fâcheuses, il est nécessaire que l'élévation de température correspondante ne provoque ni destruction ni altération grave des isolants : tel est le but de la première recommandation ici proposée. A ce sujet on n'oubliera pas que les isolants thermo-plastiques (genre PVC) résistent moins bien à la chaleur que les papiers imprégnés, par exemple.

2) Mais on ne peut raisonnablement exiger du matériel une égale sécurité contre les effets thermiques dus à des courts-circuits si ceux-ci sont durables : l'emploi de matériaux inorganiques ou incombustibles est techniquement impossible dans beaucoup de cas, car il introduirait d'autres risques (dus à la fragilité de ces isolants par exemple).

On peut, par contre, rechercher les moyens de rendre le matériel et les câbles résistants au feu, qu'il soit d'origine extérieure ou naisse d'un court-circuit. Et pour autant que celui-ci ne subsiste pas trop longtemps, il suffira alors d'enrober les câbles et l'appareillage d'une enveloppe ne propageant pas la flamme.

L'huile mérite une mention particulière. Comme pour les autres diélectriques combustibles, il est souhaitable d'en subordonner l'emploi à la mise en œuvre des dispositions ayant pour but de protéger le personnel en cas d'incendie ; ce sujet a déjà été longuement étudié à propos des transformateurs et disjoncteurs à huile, et nous n'y reviendrons pas davantage.

3) Enfin, il est souhaitable d'éviter les accumulations de matériaux combustibles, et la circulation de fluides combustibles au voisinage des installations électriques. Il ne peut s'agir cependant ici encore que d'une recommandation de principe : il n'est pratiquement pas possible d'éviter que des dépôts de bois par exemple se trouvent près des chantiers et de leur appareillage. Mais il faut s'efforcer de limiter ces pratiques au minimum possible.

### C. — Mesures de troisième ordre.

(Mesures d'intervention).

Les protections ampèremétriques classiques (fusibles, relais, disjoncteurs, etc...) ont précisément pour but d'éviter que la durée des surcharges ou des courts-circuits éventuels ne risque d'être à l'origine d'un incendie.

1) La protection contre les surcharges exigerait en principe la présence d'organes capables d'intégrer exactement les variations de charge du réseau ou de l'artère protégée. Mais comme, en pratique, certains dispositifs qui veulent être une image thermique fidèle sont compliqués et incertains, on s'adressera, en général, dans les conditions du fond, à des organes plus rustiques, quitte à conserver une marge de sécurité supplémentaire dans leur choix ou leur réglage.

2) La protection contre les courts-circuits est plus facile à assurer si leur écart avec les surcharges normales du réseau (démarrage des gros moteurs y compris) est suffisant : par exemple des fusibles ou des relais magnétiques entraînant l'ouverture d'un disjoncteur conviennent, à condition toutefois que leur

pouvoir de coupure soit suffisant pour les plus grandes intensités possibles au lieu considéré.

En outre, le choix des fusibles et du réglage des relais doit être fonction du plus petit courant de court-circuit probable au bout de l'artère protégée. Plus précisément, ce choix doit permettre le passage de surcharges normales avec une marge suffisante sans risques d'échauffement des fusibles ou de fonctionnement intempestif des relais. C'est dire que, si les sections de cuivre sont trop faibles, ou les artères trop longues, ou les sources trop impédantes, un réglage satisfaisant des protections ampèremétriques peut devenir très difficile. Pour pallier cette éventuelle difficulté, on pourra s'adresser aux dispositifs de protection contre les défauts impédants prévus au par. C. 3.

De plus, les interrupteurs, disjoncteurs et contacteurs doivent posséder un pouvoir de fermeture suffisant, tenant compte non seulement des surcharges éventuelles, mais aussi du courant de court-circuit maximal, en prévision d'un éventuel réenclenchement sur défaut.

Enfin, la conception des organes manuels de coupure en charge ou de fermeture : interrupteurs, contacteurs, disjoncteurs, etc... doit rendre leur vitesse de fonctionnement indépendante de l'effort de l'opérateur lorsque les puissances mises en jeu sont importantes. Cette précaution vise, comme la précédente, le risque de réenclenchement sur court-circuit.

3) Pour protéger le réseau contre les incidents de moindre intensité qui peuvent naître d'un défaut résistant entre phases (ou entre phase et terre) ou même d'une solution de continuité partielle ou complète dans une phase (conducteur rompu, cosse mal serrée, etc...), il convient de prendre certaines dispositions visant, par exemple, à limiter l'extension et la charge des réseaux ou à utiliser des dispositifs automatiques de coupure capables de déceler de tels défauts et d'intervenir avant qu'ils ne s'aggravent, dans la mesure où ces appareils paraissent satisfaisants.

Cette prescription ne peut toutefois être trop impérative : il n'existe pas de réseau parfaitement isolé, et les courants de défaut ne deviennent dangereux qu'au-delà d'une certaine intensité.

On notera aussi que le délai de déclenchement doit être d'autant plus court que la puissance dissipée dans le défaut est plus importante. Les délais de réponse des appareils usuels, convenablement réglés, sont d'ailleurs de ce point de vue généralement suffisants.

### 3. — SECURITE A L'EGARD DES RISQUES D'INFLAMMATION DU GRISOU

Les recommandations suivantes ne s'adressent en principe qu'aux mines grisouteuses. Pour les mines

à dégagements instantanés, certaines considérations complémentaires sont formulées en annexe.

Sans préjudice des mesures préconisées pour la sécurité électrocution et le risque d'incendie, 3 ordres de mesures complémentaires sont ici distingués, dont seule la superposition peut donner aux réseaux électriques du fond un degré de sécurité satisfaisant.

#### A. — Mesures de 1<sup>er</sup> ordre.

##### Prévention des accumulations de grisou.

1) Des mesures devraient être prises pour maintenir, au voisinage des installations électriques du fond, les teneurs en grisou au dessous des valeurs limites fixées par les autorités compétentes.

2) Avant toute installation électrique nouvelle ou toute extension d'une installation existante, les conditions d'aérage des lieux intéressés devraient être réexaminées dans l'esprit de la recommandation ci-dessus.

3) Avant toute modification d'exploitation, d'aérage ou de dégazage susceptible d'entraîner des perturbations au voisinage des installations électriques, le responsable compétent devrait en examiner attentivement les conséquences possibles.

#### B. — Mesures de 2<sup>e</sup> ordre.

##### Protection contre les risques d'inflammation.

1) Seuls le matériel électrique et les circuits de sécurité vis-à-vis du grisou, agréés ou autorisés par les autorités compétentes, devraient être utilisés dans les quartiers grisouteux, et seulement dans les conditions définies par elles.

2) Le matériel électrique devrait être installé, utilisé, surveillé et entretenu de façon à ne pas perdre son caractère de sécurité vis-à-vis du grisou. Il ne devrait être alimenté que par des câbles ayant une robustesse mécanique suffisante, compte tenu des conditions d'installation et d'emploi.

L'installation et l'entretien des câbles devraient être fait de manière à ne pas les blesser.

#### C. — Mesures de 3<sup>e</sup> ordre.

##### Mise hors tension.

1) Les réseaux devraient être conçus et installés de telle sorte que les courants de défauts éventuels entre phases et terre soient réduits à une faible valeur ou rapidement interrompus.

2) Les protections contre les défauts entre phases et les défauts à la terre, qu'elles soient collectives ou sélectives, devraient être de préférence automatiques.

3) Des précautions devraient être prises pour éviter les risques d'incidents dans la recherche des défauts et leur localisation, et à la remise sous tension des artères intéressées.

4) Les câbles sans armure métallique et surtout ceux alimentant des engins mobiles dans les chantiers, devraient être électriquement protégés contre les mises à la terre d'origine intérieure ou extérieure, soit par des écrans individuels ou collectifs capables, en cas de défaut, d'entraîner le fonctionnement d'organes de protection, soit par des dispositifs équivalents.

5) En cas d'élévation de la teneur en grisou au-delà des limites prescrites par l'autorité compétente, toutes les parties intéressées des réseaux devraient être mises hors tension. Des consignes devraient être données à ce sujet, compte tenu des conditions locales et notamment de l'opportunité éventuelle de maintenir en service certains appareils de ventilation.

La remise sous tension ne devrait être autorisée qu'après constatation du retour de la teneur en grisou en dessous des limites prescrites et seulement sur ordre d'un agent qualifié.

### COMMENTAIRES

Pour assurer la sécurité des réseaux électriques du fond vis-à-vis du grisou, il est avant tout indispensable de prévenir les accumulations de ce gaz (mesures de prévention), d'éviter s'il s'en produit cependant à teneur dangereuse, que le matériel électrique puisse les enflammer (mesures de protection), de mettre enfin le réseau hors tension avant qu'apparaisse un danger d'explosion (mesures d'intervention).

D'où ici encore trois ordres de mesures, dont la conjugaison est nécessaire et qui doivent s'ajouter à celles proposées en matière de l'électrocution et d'incendie.

#### A. — Mesures de 1<sup>er</sup> ordre.

(Mesures de prévention).

1) Elles visent avant tout à éviter l'élévation de la teneur en grisou dans les voies et chantiers où l'on utilise le matériel électrique. Les mesures correspondantes d'aérage, voire de dégazage, seraient de toute façon nécessaires pour beaucoup d'autres raisons, mais l'emploi de l'électricité en renforce la nécessité et il paraît, en conséquence, indispensable d'en marquer l'importance en rappelant que les autorités administratives fixent dans chaque pays les teneurs limites admissibles en zones électrifiées.

En particulier, les mesures ici recommandées tiendront compte des risques locaux d'accumulation de grisou et de la fréquence des contrôles.

2) C'est pourquoi, toute installation nouvelle ou extension importante d'installation devrait être, en mine ou partie de mine grisouteuse, l'occasion d'un réexamen par les services responsables de l'aérage des conditions de ventilation au voisinage.

3) De même, toute modification de l'aérage ou de la méthode d'exploitation, susceptible de faire varier la concentration du grisou, dans l'air balayant les installations, ne devrait pas être décidée sans mûre réflexion et sans que soient prises toutes les précautions nécessaires après audition de l'avis des services compétents intéressés et notamment des services électriques.

### B. — Mesures de 2<sup>e</sup> ordre.

(Mesures de protection).

1) Dans les quartiers classés grisouteux, il est essentiel de n'utiliser que du matériel sûr vis-à-vis des risques d'inflammation de ce gaz, conforme à des types agréés ou autorisés par les autorités compétentes. Divers modes de construction (5) sont utilisables et il appartient à ces autorités de fixer pour chacun le domaine et les conditions d'emploi du matériel correspondant.

2) La surveillance et l'entretien du matériel et des câbles, spécialement vis-à-vis des risques d'inflammation du grisou, sont très importants et devraient être confiés à un personnel bien informé. De même, on ne saurait trop appuyer les efforts de formation des utilisateurs du matériel électrique afin d'éviter que d'inutiles brutalités en compromettent la solidité ou le fonctionnement. Il y a là une longue et patiente éducation, dont l'intérêt économique est d'ailleurs certain et qui influe directement sur la sécurité.

La conception même des câbles utilisés n'est pas indifférente : leur résistance mécanique doit correspondre aux conditions particulières d'emploi qui règnent au fond. Du point de vue résistance au choc, par exemple, il paraît utile d'attirer l'attention sur les câbles comportant des éléments élastiques : les câbles dit secs sont ainsi préférables aux câbles isolés au papier et sous tube de plomb, chaque fois que les risques d'altération des isolants secs par échauffement peuvent être suffisamment limités.

### C. — Mesures de 3<sup>e</sup> ordre.

(Mesures d'intervention).

Elles se proposent essentiellement de supprimer les causes d'inflammation d'un mélange explosif ou combustible éventuellement présent.

(5) Dits « Modes de protection » dans le vocabulaire de la Commission Electrotechnique Internationale.

Comme il suffit de quelques millijoules pour enflammer un mélange grisouteux, ces mesures auront essentiellement pour but de supprimer ou de réduire toute cause d'étincelle, d'arc, ou d'échauffement grave à manifestation extérieure. Elles consistent donc :

a) A protéger le réseau contre les risques d'électrocution et d'incendie par les mesures déjà indiquées. En particulier pour les câbles alimentant des engins mobiles, on utilisera ici de préférence une protection électrique. Toutefois, les appareils alimentés sous tension réduite (perforatrices par exemple) peuvent souvent en être dispensés.

b) A prendre des mesures complémentaires destinées à :

— *réduire l'intensité* des manifestations éventuelles, ce qui conduit par exemple à préférer le neutre isolé ou mis à la terre par une impédance limitatrice au neutre à la terre franc, et le contrôle d'isolement (sélectif ou collectif) à déclenchement automatique, au contrôle utilisé seulement en signalisation, ou à la seule protection contre les défauts doubles. Toutefois, les difficultés éventuelles de localisation des défauts, interdisent de rendre cette règle trop impérative : l'application de consignes précises, par un personnel compétent, peut parfois être préférée à cet automatisme ;

— *réduire la durée* de ces manifestations au minimum minimorum, ce qui incite à couper le plus vite possible, donc à utiliser des organes de coupure sensibles et rapides.

On notera toutefois qu'en cas d'incident brutal (chute d'un bloc sur un câble ou une entrée de câble ; sectionnement d'un câble par une machine, etc...), ces deux mesures n'ont pas la même efficacité : la position du matériel dans le chantier rend souvent la première plus impérative que la seconde, car les accumulations dangereuses de gaz sont rarement au contact même du matériel, et il est alors encore plus nécessaire d'éviter les défauts importants et leurs projections que de couper très vite.

On préférera donc — sauf cas particulier — un matériel robuste et sûr (surtout s'il n'est appelé à fonctionner que très rarement) à des organes de protection plus rapides mais qui seraient fragiles et trop sensibles, dont les fonctionnements intempestifs éventuels inciteraient le personnel à les neutraliser (6) ou dont les pannes rendraient illusoire la

(6) On touche ici à la difficulté — voire au danger — de superposer inconsidérément les organes de sécurité : ils ne peuvent se multiplier qu'à mesure que progressent leurs qualités technologiques et surtout la discipline des hommes, leur éducation professionnelle et leur éveil à la conscience des dangers qu'ils peuvent courir.

protection attendue. Mais bien entendu, on s'efforcera de choisir les organes de protection présentant les meilleures qualités de robustesse, de rapidité et de sensibilité compatibles avec la technologie du moment.

— *Signaler le danger*, voire couper automatiquement le courant en cas d'élévation de la teneur en grisou ou de ralentissement de l'aéragé.

Une telle mesure est d'ailleurs contestable, car chaque appareil ne contrôle qu'un point et les accumulations éventuelles de gaz peuvent surgir ailleurs. En attendant la mise au point d'appareils plus complets, il faut bien se contenter d'un contrôle humain épisodique.

#### 4. — CONSIDERATION RELATIVES AUX MINES A DEGAGEMENTS INSTANTANES

Par dégagements instantanés (D.I.) dans ce qui suit, il faut entendre une émission soudaine et brutale de gaz, en général accompagnée de projections solides.

L'emploi de l'électricité dans les mines ou quartiers qui y sont sujets devrait être évidemment subordonné à certaines précautions complémentaires, en raison de la violence de ces phénomènes et de la difficulté pratique de leur prévision. Les considérations suivantes ne prétendent pas en dresser une liste exhaustive, mais seulement citer celles qui paraissent essentielles : seule l'autorité compétente peut apprécier dans chaque cas particulier si l'emploi de l'électricité peut être autorisé et à quelles conditions.

Ces conditions s'appliqueraient aux mines à dégagement de gaz mixtes ( $\text{CO}_2$  et  $\text{CH}_4$ ) dans des cas où l'on n'est pas assuré que les mélanges qui se dégagent soient incombustibles. Si les mélanges sont toujours incombustibles, d'éventuels D.I. ne peuvent alors affecter les installations électriques que par leurs projections et le plus souvent une protection mécanique renforcée ou une disposition du matériel et des câbles limitant les risques de détérioration suffira à pallier ce risque.

Si l'on admet que les réseaux électriques éventuellement autorisés en mines à D.I. de grisou répondent aux recommandations déjà énoncées en matière de sécurité électrocution, de prévention des incendies et des inflammations de grisou, les précautions complémentaires nécessaires paraissent devoir s'articuler autour de trois préoccupations essentielles :

- limiter le risque d'impact des projections sur du matériel ou des câbles sous tension ;
- éviter le passage inopiné de bouffées de gaz à teneur dangereuse au voisinage d'installations électriques sous tension ;

— renforcer les précautions d'ordre électrotechnique déjà prises par ailleurs.

#### 1°) *Risque de détérioration par projections à l'occasion d'un D.I.*

Les lieux où risquent de se produire des D.I. sont en général bien connus. Pour éviter que les installations électriques puissent être affectées par des projections se produisant en ces lieux, on pourra, selon les circonstances, utiliser les moyens suivants :

- protection par éloignement : les zones dangereuses, dans la limite des projections possibles, ne sont pas électrifiées ;
- protection par obstacles interposés : le matériel, et éventuellement les câbles, sont protégés par des obstacles ou écrans de robustesse suffisante les mettant à l'abri des chocs, ou sont défilés dans des niches, ou placés derrière des barrages, etc... ;
- protection par construction : le matériel est enfermé dans des enveloppes de résistance mécanique suffisante, les câbles sont protégés par une armure métallique ou des enveloppes élastiques robustes, ou sont dans les zones les plus exposées d'une construction spéciale (double écran par exemple) entraînant une mise hors tension aussi rapide que possible en cas de choc brutal ou de violent effort de traction.

#### 2°) *Risques dus aux bouffées de grisou.*

Les moyens auxquels on peut penser dans ce cas consistent par exemple à renforcer l'aéragé, notamment pour réduire le risque de refoulement de gaz sur les installations électriques, et à utiliser dans la mesure du possible des appareils télédéTECTEURS de grisou ou même simplement de perturbations importantes de l'aéragé (et notamment des refoulements) capables de mettre hors tension les artères menacées avant qu'elles ne soient atteintes par un courant de gaz à teneur dangereuse : l'emplacement de tels détecteurs est évidemment fonction de leur sensibilité et de leur rapidité de réponse.

Bien entendu, les tirs d'ébranlement souvent utilisés dans les mines à D.I. ne devraient avoir lieu qu'après coupure du courant sur toutes les installations susceptibles d'être atteintes par le gaz des D.I. qu'ils pourraient provoquer, et la remise sous tension après de tels incidents ne devrait se faire qu'après contrôle de l'atmosphère au voisinage du matériel électrique et des câbles intéressés et, s'il y a lieu, après vérification du bon état mécanique et de l'isolement de l'ensemble.

#### 3°) *Mesures électrotechniques complémentaires.*

On peut souhaiter ici renforcer les mesures déjà recommandées à propos des mines grisouteuses non

sujettes à D.I. afin notamment de limiter étroitement la circulation éventuelle de courants de défaut en tentant à la fois de réduire leur intensité et leur durée. Dans ce but, il paraît possible de suggérer en particulier les idées suivantes :

a) Préférer quant au régime du neutre des réseaux en courant alternatif triphasé, le neutre mis à la terre par une forte impédance (7) au neutre mis à la terre directement ou par l'intermédiaire d'une résistance faible.

b) Assurer une protection automatique aussi rapide que possible des réseaux contre tous les défauts d'isolement, même résistants, entre phases et entre phase et terre, les remises en service étant subordonnées à une réparation ou au sectionnement de l'artère avariée.

(à suivre)

---

(7) Par exemple du fait de l'utilisation d'un contrôleur d'isolement.