

Récents progrès et perspectives de développement dans l'utilisation des arrêts-barrages

Pierre Roux

▶ **To cite this version:**

Pierre Roux. Récents progrès et perspectives de développement dans l'utilisation des arrêts-barrages. Journée de présentation des résultats INERIS à CdF, Jun 1994, Hombourg-Haut, France. pp.76-86. ineris-00971893

HAL Id: ineris-00971893

https://ineris.hal.science/ineris-00971893

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

RECENTS PROGRES ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DANS L'UTILISATION DES ARRETS-BARRAGES

Pierre ROUX
INERIS

Journée de présentation des résultats INERIS à CdF, Hombourg-Haut, 2 juin 1994

I./ INTRODUCTION

En France et dans les autres pays charbonniers, la prévention et la protection contre les risques d'explosion de poussières dans les mines de charbon sont encore fondées sur les principes établis par J. TAFFANEL au début du vingtième siècle, comme par exemple la neutralisation des poussières de charbon et l'emploi d'arrêts-barrages passifs.

Ces deux procédés servent à prévenir la propagation des explosions mais il est des situations où leur utilisation est difficile.

En particulier, les galeries en creusement mécanisé ("cul-de-sac") posent des problèmes de sécurité car à proximité du front de ces galeries de la poussière de charbon est produite en permanence, du méthane est libéré et des sources d'inflammation potentielles sont présentes (comme par exemple, les frottements des pics de la machine de creusement sur la roche). Des accidents récents ont montré que le risque d'explosion dans cette situation existe.

Malheureusement, les moyens de prévention et de protection évoqués ci-dessus ne sont pas parfaitement adaptés car, en premier lieu, la neutralisation des dépôts de poussières de charbon par l'adjonction d'un matériau pulvérulent inerte (procédé de "schistification") n'est efficace que si la quantité de poussières incombustibles est mélangée à la poussière de charbon en quantité suffisante et de manière homogène, et peut être rendue inopérante par la présence en surface d'une fine couche de charbon fraîchement déposée. Le taux de schistification et surtout l'homogénéité sont difficiles à obtenir en permanence et en tout point dans une galerie en creusement notamment au voisinage de la zone des fronts.

En second lieu, les experts s'accordent pour estimer que les arrêts-barrages passifs à eau ne fonctionnent convenablement que si le "souffle" produit par l'explosion est suffisant pour engendrer une vitesse matérielle de l'air dans la zone où sont installés les arrêts-barrages passifs de l'ordre de 90 m/s. Mais, dans ce cas, la pression dynamique induite derrière l'arrêt-barrage peut être encore suffisante pour infliger de graves blessures au personnel (projection de débris, projection du corps humain contre les obstacles, ...).

Dans ces conditions, on peut concevoir que l'on cherche à compléter les arrêts-barrages passifs à eau utilisés pour limiter l'extension des explosions (éviter la transmission de l'explosion d'un secteur à l'autre de la mine) par d'autres dispositifs visant à protéger le personnel dans les zones dangereuses comme les galeries en creusement.

Pour cette raison, il est apparu nécessaire de développer de nouveaux dispositifs susceptibles de stopper les explosions avant qu'elles ne prennent de l'extension ; l'objectif étant de réduire au maximum les effets thermiques, toxiques et mécaniques induits.

II./ LES ARRETS-BARRAGES PASSIFS

La protection des galeries par arrêts-barrages passifs consiste en général à disposer dans les galeries des bacs en matière plastique remplis d'eau (contenance 80 litres) qui éclatent sous le souffle de l'explosion et libèrent l'eau qui assure l'extinction de la flamme.

La capacité des arrêts-barrages passifs à eau à arrêter les explosions dépend donc de l'aptitude des bacs à disperser l'eau qu'ils contiennent.

Pour que la dispersion s'opère correctement, il est nécessaire d'une part que le souffle de l'explosion soit suffisant pour fragmenter le bac et d'autre part que la configuration d'installation ne soit pas susceptible d'affecter le processus de destruction des bacs.

- La pression minimum de fonctionnement d'un bac est estimée à 45 mbar, ce qui correspond à une vitesse du souffle de l'explosion de l'ordre de 90 m/s.

Dans ces conditions, la distance nécessaire pour que la flamme qui se propage atteigne une vitesse de propagation suffisante pour que les effets de souffle soient assez intenses pour faire fonctionner les arrêts-barrages passifs peut être considérable : ainsi, par exemple, des expériences réalisées dans une galerie expérimentale du CERCHAR (longueur 145 m, section moyenne 10 m²) ont montré que cette distance est de plus de 140 m lorsque le phénomène initiateur de l'explosion de poussières est la combustion d'une nappe de grisou. C'est pourquoi les effets thermiques et toxiques de l'explosion peuvent s'étendre sur une distance importante.

- De plus, au sein d'une même section de galerie, des essais faits récemment à l'INERIS ont montré qu'il faut une augmentation très significative de la violence d'explosion nécessaire pour rompre les bacs, au fur et à mesure que les bacs sont rapprochés des bords de la galerie (toit, daisne, parements).

Dans ces essais, la pression dynamique qui a permis de détruire les bacs (pression dynamique au centre de la galerie et non au niveau des bacs) était inférieure à 70 mbar pour une distance toit/couvercle de 0,40 m, et de 130 mbar lorsque la distance toit/couvercle était de 0,10 m).

Ce phénomène semble devoir être rattaché à l'existence de la couche limite dans l'écoulement du fluide à proximité des parois. A la paroi, la vitesse du fluide est nulle, et augmente progressivement à mesure que l'on se déplace vers le centre de la section, pour atteindre une valeur quasi constante à partir de la frontière de la couche limite. Pour la plupart des galeries du fond, l'épaisseur de la couche limite est de l'ordre de 0,3 m.

Il apparaît donc qu'une installation des bacs trop près des parois (toits et parements), ou trop près d'un changement de section (défilement) diminue l'efficacité globale d'un arrêt-barrage passif.

L'installation de bacs à proximité immédiate ou au contact d'obstacles conduit également à une baisse de l'efficacité.

Le principe de fonctionnement des arrêts-barrages consiste à répandre au bon moment dans une certaine portion de la galerie une grande quantité d'un produit extincteur afin que la flamme rencontre une zone dans laquelle sa propagation soit impossible.

Dans le cas des arrêts-barrages passifs c'est le souffle de l'explosion qui assure la dispersion de l'agent extincteur ; ce qui signifie qu'ils sont mal adaptés pour stopper les explosions "au début de leur développement", et donc pour protéger la zone des fronts.

En outre, certaines configurations d'installation sont susceptibles d'affecter, d'une part le processus de destruction des bacs et d'autre part l'efficacité de la dispersion de l'eau sous l'effet du souffle de l'explosion. Il y a lieu d'en tenir compte pour l'installation des arrêts-barrages passifs.

Les charges d'extinction des arrêts-barrages passifs sont importantes ; le RGIE les fixent au minimum à 200 l/m² de section pour les arrêts-barrages de quartier (et 400 l/m² de section pour les arrêts-barrages d'isolement). Ils permettent de limiter la propagation d'une explosion à une voie ou à une partie de voie.

III./ LES ARRETS-BARRAGES DECLENCHES

Depuis plus de 20 ans, de nombreux dispositifs ont fait l'objet de recherches expérimentales (par exemple en Angleterre, en Allemagne, aux USA, en Chine, en France, ...). Le principe de tous ces dispositifs est de disperser un agent extincteur dans la galerie dès qu'une explosion est détectée afin d'éteindre la flamme qui se propage. Puisqu'il est souhaitable que les effets de l'explosion soient les plus faibles possibles, le souffle de l'explosion est généralement insuffisant pour disperser convenablement l'agent extincteur et il est nécessaire d'utiliser une source d'énergie supplémentaire pour réaliser la dispersion (utilisation d'explosif ou de gaz propulseur). En outre, un appareil de détection de l'explosion est nécessaire pour déclencher la dispersion ; pour cette raison, ces dispositifs d'extinction sont habituellement appelés "arrêts-barrages déclenchés".

III.1. Les différents dispositifs

Le dispositif retenu en France est l'arrêt-barrage déclenché de conception belge (ABDB) mis au point par P. GOFFART et P. BROWAEYS.

En Allemagne, le système en cours de développement est l'arrêt-barrage déclenché système Trémonia mis au point par DMT.

En Grande-Bretagne le système approuvé par le HSE est l'arrêt-barrage déclenché du type SMRE mark II.

Aux Etats-Unis, le Bureau of Mines est en train de mettre au point un système d'arrêt-barrage déclenché.

Concernant ces dispositifs (français, allemand, anglais, américain), les solutions techniques pour assurer les différentes fonctions de l'arrêt-barrage déclenché à savoir, la détection de l'explosion, l'arrêt de l'explosion, la transmission du signal et le contrôle de l'installation sont différentes :

- Les détecteurs

On dénombre trois types de détection :

. les systèmes thermiques qui détectent l'élévation de température produite par la flamme de l'explosion :

= ABD français → fusion d'un fil de nylon,
= ABD allemand et anglais → thermocouple,

. les systèmes optiques qui détectent le rayonnement émis par la flamme :

= ABD américain → détecteur de type panneau solaire,

. les systèmes qui détectent la surpression de l'explosion :

= ABD français → basculement d'un volet lorsque la pression atteint un seuil,
= ABD américain → détecteur de pression à un seuil de détection.

Il apparaît que l'on fait appel dans certains cas à deux types de détection, soit pour vérifier que le rayonnement détecté est bien celui produit par la flamme d'une explosion (ABD américain), soit pour permettre une détection optimale de l'explosion quelle que soit la nature de l'explosion primaire : bouchon ou nappe de grisou (ABD français). Les installations type prévoient en général l'installation de plusieurs détecteurs.

- Les disperseurs

Les disperseurs se différencient essentiellement, par le type de produit d'extinction utilisé et par la nature de l'énergie retenue pour disperser le produit d'extinction. Le tableau ci-dessous rassemble les solutions adoptées pour les ABD connus :

ABD	Agent d'extinction	Energie de dispersion
Français	eau	explosif
Allemand	eau	explosif
Anglais	eau et poudre	gaz (azote)
Américain	eau et poudre	explosif

Contrairement aux disperseurs allemand et anglais, le disperseur français et l'un des disperseurs prototype américain, sont équipés de mousse à cellules ouvertes contenant l'eau d'extinction.

- La transmission du signal

Pour les ABD allemand, américain et anglais, c'est un signal électrique qui transmet l'ordre de déclenchement aux disperseurs.

Dans le dispositif anglais SMRE ; le courant électrique en provenance du détecteur fait exploser des mini détonateurs ce qui a pour effet de libérer l'énergie du gaz sous pression.

Dans les dispositifs allemand et américain, le courant électrique en provenance du détecteur fait exploser des détonateurs disposés à l'extrémité des disperseurs, qui ont pour effet d'initier la détonation d'un tronçon de cordeau détonant situé au centre des disperseurs.

Quant au dispositif français, c'est un signal pyrotechnique qui transmet l'ordre de déclenchement aux disperseurs. Contrairement aux autres systèmes, le dispositif de transmission ne fait pas appel à l'électricité. La transmission du signal est assurée par un tube Nonel (mince tube tapissé intérieurement d'une couche micrométrique de poudre explosive transmettant la détonation) qui initie par l'intermédiaire d'un détonateur, la détonation d'un tronçon de cordeau détonant situé au centre du disperseur.

Contrairement, à une transmission du signal par chaîne pyrotechnique, la transmission par courant électrique limite le nombre de disperseurs composant l'ABD.

- Le contrôle de l'installation

Le contrôle de l'installation pour vérifier les dispositifs de détection et de transmission fait appel à des solutions plus ou moins sophistiquées selon les systèmes.

Le dispositif de contrôle britannique permet de vérifier la continuité des circuits électriques entre les détecteurs et les disperseurs, le niveau de la charge de la batterie, l'état des circuits électroniques et des détecteurs.

Le dispositif de contrôle allemand permet de vérifier l'état des détecteurs, le circuit de transmission, la tension d'alimentation et le déclenchement de l'installation (réel ou par test de contrôle).

Le contrôle du bon état de fonctionnement du dispositif français vise surtout la continuité de la ligne pyrotechnique, par l'intermédiaire d'un circuit électrique intimement associé à la chaîne pyrotechnique. Le détecteur, de conception purement mécanique, ne fait pas l'objet d'un contrôle permanent.

III.2. Le dispositif français

III.2.1. Description

L'ABD est constitué de quatre parties :

- la détection de l'explosion → "les détecteurs",
- l'arrêt de l'explosion → "les disperseurs",
- la transmission du signal du détecteur vers les disperseurs → "la ligne pyrotechnique",
- la vérification de la continuité de la ligne pyrotechnique → "le circuit électrique de contrôle".

Le détecteur

Le détecteur de type "thermomécanique" comprend notamment un fil de nylon qui peut être coupé par le déplacement d'un volet mobile, dont le mouvement est provoqué par les effets mécaniques de l'explosion (le souffle), ou être fondu par les effets thermiques de l'explosion (la flamme).

Le fil ainsi rompu libère un percuteur qui provoque l'explosion d'un détonateur initiant le signal véhiculé par la ligne pyrotechnique.

Des goupilles calibrées placées sur l'axe du volet s'opposent à son déplacement tant que la pression dynamique exercée sur le volet n'excède pas 10 mbar.

Le disperseur

Pour stopper l'explosion, en éteignant la flamme qui se propage, la méthode retenue est de disperser de l'eau par l'intermédiaire de la détonation d'un tronçon de cordeau détonant.

Le disperseur, qui contient l'eau (100 litres environ) dans un bloc de mousse polyuréthane, se présente sous la forme d'un cylindre de longueur 2 m et de diamètre 25 cm.

Ce cylindre est muni suivant son axe d'un conduit circulaire dans lequel est logé un brin de cordeau détonant de 1,5 m de long (contenu énergétique : 11 g de pentrite par mètre) relié à chaque extrémité par sertissage à des détonateurs.

La liaison entre ces détonateurs et la ligne pyrotechnique est réalisée avec deux tronçons de tube "nonel".

Une enveloppe externe souple assure l'étanchéité du dispositif et un grillage métallique renforce la résistance mécanique.

La ligne pyrotechnique

La ligne pyrotechnique reliant le ou les détecteurs aux disperseurs est composée d'une succession d'éléments se raccordant entre eux.

Chaque élément se présente sous la forme d'une solide gaine reliée à chaque extrémité à des raccords "rapides". A l'intérieur de la gaine la transmission de signal est assurée par deux tubes "nonel" (pour la fiabilité de la transmission), reliés à chaque extrémité au niveau des raccords par sertissage à des détonateurs à faible contenu énergétique.

Le rôle de ces détonateurs est d'assurer la transmission du signal d'un élément de ligne à l'autre.

Le circuit électrique de contrôle

Deux fils électriques sont insérés dans la gaine de chaque élément de la ligne pyrotechnique afin de pouvoir vérifier sa continuité.

Un fil électrique (fil aller) est intimement associé à la ligne pyrotechnique de telle manière qu'une rupture de celle-ci entraîne une interruption de la ligne électrique.

Un second fil électrique (fil retour) permet d'établir une continuité électrique entre les raccords rapides.

En Mine, le circuit électrique est relié à un dispositif de contrôle de la continuité de la ligne composé essentiellement d'un générateur de courant et d'un circuit électronique spécifique placés à l'intérieur d'un coffret antidéflagrant.

III.2.2. Les expérimentations

Le nombre de disperseurs à utiliser, leur disposition dans la galerie, le choix de l'emplacement des détecteurs, dépendent de nombreux facteurs (tels la nature du phénomène initiateur de l'explosion, la section de la galerie, l'encombrement de la galerie, ...).

Pour préciser ces points, des expérimentations ont eu lieu dans plusieurs pays de la communauté (Belgique, Angleterre et Allemagne) et surtout en France.

La finalité des expérimentations réalisées notamment en France est d'abord la protection des galeries de mine en creusement. Dans ces chantiers, en raison de l'avancement du front, et de l'encombrement du matériel minier (d'aérage, de transport, de dépoussiérage et d'abattage) la distance entre le front et l'A.B.D. peut varier.

Les différentes études menées à l'INERIS ont donc pour but principal de rechercher l'influence de la position respective de l'organe de commande (déclencheur) et des arrêts-barrages (disperseurs) par rapport à la source d'inflammation, sur l'efficacité du dispositif d'extinction.

Les expériences ont été effectuées dans une galerie expérimentale fermée à une extrémité et ouverte sur l'extérieur à l'autre extrémité. Dans chaque expérience, la flamme se propage de l'extrémité fermée vers l'extrémité ouverte afin de simuler les explosions qui se produisent dans les galeries en creusement.

Une première série d'essais sur l'étude de l'efficacité de l'extinction a été réalisée lorsque l'explosion de poussière est un "coup de poussières" de charbon amorcé par un coup de grisou violent (mélange air-méthane à front).

Les résultats de cette première campagne d'essais ont permis d'évaluer l'influence de différents paramètres d'installation (comme la position des détecteurs, la position du premier disperseur, la longueur de la zone d'extincteurs...) et de dégager les premiers éléments des règles d'installation pour la protection d'un chantier de creusement mécanisé (voie cadrée).

Différentes expériences réalisées à ce jour ont clairement montré que l'efficacité du dispositif dépend notamment de l'intensité du souffle de l'explosion.

Il apparaît donc indispensable pour examiner au mieux diverses situations pouvant se présenter au fond, de compléter les expériences faites en général avec des explosions à démarrage rapide (simulation de l'explosion primaire par la déflagration d'un mélange de grisou et d'air) par des expériences réalisées avec des explosions à démarrage lent (simulation de l'explosion primaire par la combustion d'une nappe de grisou).

Les essais avec un "coup de poussières" de charbon amorcé avec un coup de grisou "peu intense" (explosion d'une nappe de CH_4) restent à réaliser.

Préalablement à ces essais, une étude à été menée pour mieux comprendre les mécanismes d'extinction de la flamme par le nuage de gouttelettes produit par les disperseurs afin, notamment, de pouvoir définir des critères d'implantation en mines plus convenables que ceux préconisés actuellement.

Pour cela, une étude des mécanismes d'interaction entre une flamme et un nuage de gouttelettes a été réalisée.

De plus, un logiciel destiné à simuler la formation du nuage de gouttelettes issu d'un ABDB sous l'effet d'une explosion dans une galerie en cul-de-sac a été développé. Pour cela, les principaux phénomènes physiques mis en jeu ont été modélisés.

Le logiciel permet, à un instant donné, de connaître le profil de concentration d'eau du nuage issu de l'arrêt-barrage et la position du front de flamme dans la galerie.

Il est alors possible de déterminer le lieu de l'éventuelle extinction de la flamme.

A l'issue de cette deuxième campagne d'essais, les règles d'installation établies avec les premiers essais, pourront être complétées et précisées pour la protection des voies en cul-de-sac.

. Les tests au fond

Des tests d'implantation au fond ont été effectués dans trois types d'ouvrage :

- voie de creusement cintrée avec machine à attaque ponctuelle,
- voie de creusement (inclinée) avec abattage à l'explosif,
- voies quadrangulaires de creusement et de taille.

. Les essais en creusement de voie cintrée avec machine ont montré que le dispositif s'intègre bien dans le chantier, particulièrement lorsque l'on ne trouve qu'une seule ligne d'aérage.

. Le seul essai réalisé dans un chantier incliné avec abattage à l'explosif (montage de taille) n'a pas été concluant (accumulation de produits dans le détecteur ; ripage difficile de l'installation).

. Les essais en voie quadrangulaire ont montré qu'il était difficile de pouvoir loger les différents éléments de l'A.B.D. dans la section. Des expérimentations sont prévues pour valider les configurations d'installation possibles.

En outre, plusieurs déclenchements intempestifs, sans conséquences pour le personnel situé à proximité, ont mis en évidence une sensibilité au choc (ripage de l'installation) et aux vibrations du détecteur, et ont conduit à des modifications du détecteur. L'enveloppe des disperseurs d'une certaine fragilité nécessaire à la dispersion correcte de l'eau lors du fonctionnement, s'est révélée sensible aux impacts (fuites).

III.2.3. La fabrication du matériel

Après l'arrêt de la fabrication du dispositif par le constructeur belge PRB fin 1990, la Société Française DAVEY BICKFORD a repris la fabrication de l'arrêt-barrage déclenché.

Actuellement, la mise au point des "disperseurs industriels" est momentanément retardée par des problèmes liés à la qualité de l'enveloppe externe ; l'enveloppe en PVC se révélant trop élastique lorsque la température de l'eau dépasse les 25°C.

. Avec les arrêts-barrages déclenchés l'énergie de dispersion de l'agent extincteur est indépendante de l'énergie de l'explosion.

Le déclenchement de l'arrêt-barrage déclenché peut ainsi intervenir plus tôt qu'un arrêt-barrage passif (pression dynamique de fonctionnement 10 mbar à comparer à 50 mbar) et permettre de stopper une explosion au début de son développement (protection de la zone des fronts).

La charge extinctrice réduite (50 l/m² de section pour le dispositif français) permet d'en faciliter l'installation à proximité des fronts d'abattage.

Par contre, la faible charge d'extinction, exige une parfaite adéquation entre le fonctionnement de l'arrêt-barrage déclenché, et la situation de la flamme par rapport à celui-ci.

IV./ UTILISATION DES ARRETS-BARRAGES DECLENCHES EN MINE

L'organe permanent de la CECA, en s'appuyant notamment sur les essais réalisés en France tant au fond à CdF, qu'en galerie expérimentale à l'INERIS, a recommandé dans "les mesures visant à réduire les risques d'explosion dans les ouvrages miniers en aérage secondaire" de mars 1990, l'utilisation d'arrêts-barrages déclenchés pour la protection des creusements mécanisés.

La réglementation française prévoit dans le nouveau titre "poussières inflammables", la mise en oeuvre d'arrêts-barrages déclenchés pour compléter la protection des chantiers de creusement mécanisé de voie en veine, et des chantiers d'abattage au charbon (lorsque la protection de ces derniers n'est pas réalisée par des arrêts-barrages passifs de quartiers répartis).

Dans cette perspective, les expérimentations déjà réalisées doivent être poursuivies ou complétées par de nouvelles études ou de nouveaux essais, notamment pour s'assurer de la fiabilité du matériel dans les conditions du fond et pour établir des règles d'installation pour des conditions particulières qui n'ont pas été couvertes par les études précédentes.

Fiabilité du matériel

Les premiers essais réalisés au fond ont permis d'étudier l'intégration du matériel dans l'organisation générale des chantiers à l'avancement, et de mettre en évidence certains défauts rédhibitoires.

Ces essais de faisabilité, n'avaient pas pour objet de qualifier le matériel.

La réception du matériel a l'INERIS, portant exclusivement sur l'efficacité de la dispersion, les autres caractéristiques comme le vieillissement, la résistance à l'abrasion, la sécurité du personnel, ... seront donc testés par des essais en conditions réelles d'utilisation.

Pour ce faire, une première série industrielle de disperseurs, à raison d'un équipement par UE, sera testée en situation aux H.B.L. et en Provence.

Conditions d'installation particulières

Protection des voies quadrangulaires larges

En Provence, l'installation des A.B.D. prévue par le nouveau règlement Poussières Inflammables concernera, du fait de la difficulté de protéger les voies de quartier par des arrêts-barrages répartis, les voies de tailles et de creusements dans la zone située à proximité des fronts (zone des 60 mètres envisagée actuellement).

Les voies de Provence sont quadrangulaires et ont la particularité d'avoir une largeur importante (6 mètres), par rapport à leur hauteur d'environ 2,80 m.

La circulation d'engins miniers sur pneus nécessite la réservation de zones de circulation à l'intérieur desquelles il est difficile de positionner les éléments d'arrêts-barrages.

Une étude a donc été engagée qui prévoit la réalisation préliminaire d'essais de dispersion au fond pour valider les meilleurs configurations d'installation du matériel ; et l'examen de l'efficacité de ces configurations par des essais d'arrêts d'explosion en mine expérimentale aux USA (Bureau of Mines).

. *Protection des chantiers de taille*

Dans un chantier de creusement, le siège le plus probable de l'explosion primaire est la zone immédiate du front, et la propagation de l'explosion de poussières induite s'opèrera de manière en général rectiligne.

Pour la protection des voies en cul-de-sac, les résultats des essais réalisés en galerie expérimentale, compte tenu de la similitude des conditions de développement de l'explosion par rapport à celles susceptibles d'être rencontrées au fond, sont directement exploitables pour définir les règles d'installations des arrêts-barrages déclenchés.

Dans un chantier de taille, les lieux possibles pouvant être le siège de l'explosion primaire sont variables (tête de taille, cul-de-sac, taille, foudroyage,...), et la propagation de l'explosion de poussières induite sera influencée par le carrefour taille-voie.

L'étude de ces conditions de propagation de l'explosion nécessite des configurations de galerie particulières non disponibles à l'INERIS.

La variabilité du lieu d'initiation de l'explosion primaire, complique le choix de la position du ou des détecteurs, facteur essentiel pour l'efficacité de l'arrêt-barrage déclenché.

La définition de règles d'installation fiable des arrêts-barrages pour la protection des chantiers de taille passe donc par une étude supplémentaire, qui nécessite la connaissance de données sur la propagation d'une explosion au voisinage d'un carrefour.

V./ PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DANS LA PROTECTION CONTRE LES EXPLOSIONS

Le coup de poussières constitue pour les mines de charbon un danger important, qu'il y a lieu de combattre avec les moyens de lutte préventifs et curatifs les mieux adaptés.

Les dispositifs d'arrêt des coups de poussières ne sont que des palliatifs, surtout que s'ils peuvent, dans certaines conditions stopper la flamme de l'explosion, ils n'empêchent pas la propagation de l'onde de pression qui l'accompagne et ne peuvent en aucun cas éviter la formation de quantités plus ou moins abondantes d'oxyde de carbone.

Cependant l'arrêt d'une explosion, le plus tôt possible après sa naissance permet d'en limiter les effets nocifs sur le personnel (thermique, mécanique, toxique).

Il faut donc s'attacher à limiter le risque d'explosion primaire présenté par la présence simultanée, d'accumulation de grisou à des teneurs explosives et de sources potentielles d'inflammation. Concernant celles-ci, il paraît important de rester vigilants, compte tenu des conditions actuelles d'exploitation, vis-à-vis :

- des inflammations par les pics de machines,
- de l'état du matériel électrique,
- des points d'échauffements,

sans négliger pour autant les autres sources d'inflammation potentielles (décharge électrostatique,...), en respectant les différentes prescriptions ou réglementations notamment celles relatives au tir à l'explosif et à l'aérage.

La conjugaison de la neutralisation (associée à la limitation de la production et des dépôts de poussières) et des arrêts-barrages passifs, à utiliser au mieux dans chaque cas particulier, (sans oublier, rappelons-le, la lutte contre le grisou) restera encore de longues années la base fondamentale de la prévention des coups de poussières pour en limiter les conséquences en général dramatiques.

En ce qui concerne la neutralisation, la schistification reste le procédé le plus universel : on connaît bien les limites de la neutralisation à l'eau, qui n'est valable que si on peut assurer en permanence une humidité notable des voies, et les limites de la fixation des poussières par les produits hygroscopiques, pour lesquels la corrosion constitue un sérieux handicap. Aussi, peut-on penser qu'un effort important pour la mise en oeuvre de moyens de schistification puissants est tout-à-fait justifié.

En ce qui concerne les arrêts-barrages passifs, l'utilisation d'arrêts-barrages répartis constitue une bonne solution. La réglementation en encourage d'ailleurs l'emploi, à juste titre.

A l'échelle d'un quartier d'exploitation les arrêts-barrages passifs permettent de limiter l'extension d'une explosion et de faire qu'une seule voie et même qu'une partie seulement d'une seule voie soit affectée ; mais il subsiste les effets nocifs de l'explosion pour le personnel présent dans la zone parcourue par l'explosion.

Pour la protection du personnel (souvent concentré dans la zone située à proximité des fronts d'abattage (les 100 premiers mètres) d'autres dispositifs doivent être recherchés pour stopper l'explosion le plus tôt possible dans son développement.

Les arrêts-barrages déclenchés comme celui fabriqué par DAVEY-BICKFORD, pourront, lorsqu'ils seront au point, répondre à cet objectif.

Dans l'optique d'une fiabilité et d'une adaptation optimales, ces dispositifs doivent répondre à un certain nombre de critères concernant les éléments constitutifs :

disperseurs :

- qualité de la dispersion,
- faible encombrement,
- absence de risque pour le personnel en cas de déclenchement intempestif,

détecteurs :

- résistants aux conditions rencontrées en mines,
- faible probabilité de déclenchement intempestif,
- indépendance énergétique,
- faible encombrement.

L'arrêt-barrage déclenché DAVEY-BICKFORD, satisfait dans une large mesure ces critères, notamment le disperseur qui délivre une excellente dispersion de l'eau grâce à la présence de la mousse à l'intérieur du disperseur, et de l'enveloppe externe souple. Par contre, le détecteur, performant du fait d'un déclenchement à la fois thermique et dynamique, présente un encombrement important pas toujours compatible avec le peu de place disponible au fond. L'utilisation d'un détecteur moins encombrant, permettrait une meilleure intégration du dispositif DAVEY-BICKFORD au sein des installations de chantier.

Un détecteur de type panneau solaire, qui détecte également la flamme et la surpression de l'explosion, semble pouvoir constituer une alternative valable au détecteur DAVEY-BICKFORD.

Cependant, si on considère une détection dynamique de l'explosion, la flamme peut avoir parcouru une trentaine de mètres avant que le souffle de l'explosion soit suffisant pour déclencher le détecteur (explosion à démarrage lent) et provoquer le fonctionnement de l'arrêt-barrage déclenché. Cette distance est également nécessaire pour pouvoir implanter le matériel, sans entraver le déroulement des opérations à front.

Cette distance pourtant limitée, peut paraître encore trop importante si l'on considère la sécurité du personnel positionné juste en arrière des fronts.

Pour intervenir encore plus tôt dans le développement de l'explosion, il faut agir au stade de l'explosion primaire avant que l'explosion de poussières ne se développe.

C'est l'objet de la recherche de moyens de protection visant à lutter contre les explosions "naissantes", qui consistent à assurer l'extinction d'une inflammation de grisou survenant à front par l'action d'un agent extincteur (en général de la poudre sur les dispositifs essayés jusqu'ici comme le système BVS allemand).

Si l'intérêt potentiel de ces dispositifs de protection est grand, leur efficacité effective apparaît à l'heure actuelle encore très éloignée de l'objectif recherché, compte tenu des contraintes existantes dans la conception et l'utilisation de tels systèmes (inertie de la détection et du déclenchement, sécurité du personnel, qualité de la dispersion, ...).

BIBLIOGRAPHIE

- "Efficacité d'un arrêt-barrage déclenché vis-à-vis des explosions en cul-de-sac" (Donetsk 1991).
  C. PROUST, J.P. PINEAU, J. BIGOURD, P.M. DUPOND.

- "Mesures visant à réduire les risques d'explosion et d'incendie dans les ouvrages miniers en aérage secondaire" - Organe Permanent CECA (1990).

- "Mise au point de la fabrication des arrêts-barrages déclenchés" rapport final.
  P. ROUX (1992).

- "Efficacité des arrêts-barrages déclenchés contre les explosions en cul-de-sac", rapport final, convention CECA 7258/03/152/03 (1988).
  C. PROUST/J. POSTIC.

- "Mise en oeuvre des arrêts-barrages déclenchés pour la protection des culs-de-sac", rapports intermédiaires, convention CECA 7262/32/226/03 (1990).
  P. ROUX/C.PROUST.

- "Efficacité des bacs à eau passifs dans la configuration U.E. PROVENCE", 1993.
  P. ROUX/C. PROUST.

- "Les explosions de poussières en mines" (1994).
  P. ROUX.