

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 96 (1970)
Heft: 6

Artikel: Utilisation des explosifs et moyen d'inflammation dans les travaux de génie civil
Autor: Delémont, Roger
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70846>

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: 30.03.2025

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

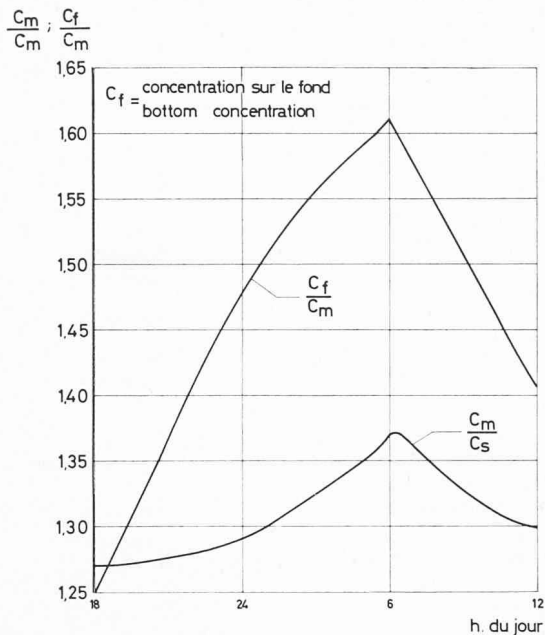


Fig. 10. — Variation de $\frac{C_m}{C_s}$ et de $\frac{C_f}{C_m}$ pendant une crue dans le Rhône à la Porte-du-Scex.

manière que pour des cycles journaliers, quoique l'existence de cycles distincts est beaucoup moins perceptible. Signalons encore que pour des crues liquides de même importance, les transports solides peuvent être très différents suivant la durée de la période « sèche » qui les précède. De deux crues se succédant après une période « d'ac-

cumulation », la première agira comme un coup de balai, emportant la plus grande partie des dépôts formés sur les rives. Disons encore que la variation des concentrations le long d'une verticale évolue largement pendant les crues, comme le montre la figure 10 ; les prélèvements d'échantillons en surface sont d'autant moins recommandables.

IV. Conclusions

L'interprétation des nombreuses mesures de concentration de matières en suspension exécutées jusqu'à ce jour dans plusieurs pays n'a pas permis une estimation suffisamment correcte des débits solides, car le choix des points de mesure et la répartition des mesures dans le temps ont le plus souvent été laissés au hasard.

Nous avons montré dans cette communication qu'il est possible d'améliorer sensiblement la portée physique de telles mesures si l'on prend en considération certaines analogies existant dans l'évolution dans le temps des paramètres caractérisant les phases liquide et solide (niveaux, débits, vitesses, températures, etc.) et si l'on choisit convenablement les points ou verticales de prélèvement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] *Measurement of the sediment discharge of streams*. Report No. 8. Subcommittee on Sedimentation, USA.
- [2] KENNEDY, J. F.: *Further laboratory studies of the roughness and suspended load of alluvial streams*. CIT, avril 1961.
- [3] *Determination of fluvial sediment discharge*. Report No. 14. Subcommittee on Sedimentation. ETR = equal transit rate.

Adresse des auteurs :
Laboratoire d'hydraulique de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 67, rue de Genève, 1000 Lausanne.

622.235.2/4 : 624.1 o. T. A

Utilisation des explosifs et moyens d'inflammation dans les travaux de génie civil

par ROGER DELÉMONT, conseiller technique de la Société suisse des explosifs de Gamsen-Brigue

Avant-propos

L'explosif occupe une place importante dans la réalisation de nombreux travaux de génie civil. Son utilisation ne se fait malheureusement pas toujours avec discernement, c'est-à-dire en considérant le milieu ou le confinement dans lequel on travaille. C'est la raison pour laquelle l'utilisation qu'on en fait n'aboutit parfois pas aux résultats escomptés et que son énergie, mal dirigée, provoque souvent des dégâts matériels si ne n'est des accidents de personnes.

Utilisé à bon escient et le connaissant bien, l'explosif civil permet de réaliser toutes les excavations et tous les abattages qui ne sont pas conditionnés par des situations extraordinaires.

Malheureusement, la technique du minage, si elle est connue de certains ingénieurs, n'est pas toujours appliquée par ceux qui manipulent l'explosif et leur méconnaissance de la matière aboutit fréquemment à des réalisations malencontreuses, voire à des résultats qui ne sont pas toujours dans l'optique du chef d'entreprise.

C'est pour essayer de corriger certaines erreurs que je veux rappeler par une description succincte quelques élé-

ments dont la connaissance me semble indispensable si l'on est appelé à s'occuper de travaux de minage.

Qu'est-ce qu'un explosif ?

C'est une substance industrielle inerte, en général solide, qui, sous l'action du feu en ce qui concerne la poudre noire, d'un choc violent et du feu pour les explosifs conventionnels, se transforme en un énorme volume de gaz à très haute température.

Peu nombreux sont les mineurs qui connaissent cette définition et pourtant la notion de ce phénomène est un élément indispensable pour pouvoir travailler correctement avec l'explosif.

L'explosif qui détone agit tout d'abord par l'onde de choc sur les parois avec lesquelles il est en contact plus ou moins étroit. Après cette action qui dure quelques millièmes de seconde, les gaz provenant de la transformation de la matière, provoquent une action de poussée considérable sur le matériau déjà désagrégé ou fissuré par l'onde de détonation.

Cette onde de détonation se propage immédiatement dans la périphérie et produit des ébranlements qui peuvent être très nuisibles selon le milieu et la nature des environs qu'ils traversent. Cet inconvénient majeur peut être diminué quand on sait appliquer une certaine technique de minage et choisir judicieusement l'explosif et les moyens d'inflammation adéquats. Il ne faut pas ignorer que ce sont, d'une part, la nature de la roche à extraire et, d'autre part, le but que l'on s'est proposé d'atteindre, qui déterminent ce choix.

Il est donc important de connaître les caractéristiques des explosifs et quoiqu'elles aient déjà été publiées par les fabricants suisses (Telsit-Gamsite-Aldorfite), il n'est pas inutile de rappeler celles dont la connaissance est indispensable pour exécuter du bon travail de minage.

Catégories et caractéristiques

La classification ci-dessous est évidemment simpliste, mais suffisante pour le but recherché par cet article. La base des explosifs d'emploi courant est presque toujours soit la nitroglycérine, soit le nitrate d'ammonium, soit un mélange des deux.

La brisance d'un explosif est déterminée, en général, par le pourcentage de nitroglycérine qu'il contient.

Catégories	Explosifs	Caractéristiques			
		Coeff. de puissance	Vitesse de détonation m/sec	Densité	Volume de gaz l
Pulvé- rulents	Tramex	1,1	2700	1,1	900
	Amolite	1,07	2000	0,8	970
Gélatineux	Volumex	1,25	2200	0,6	910
	Gélatine C	1,0	5200	1,4	765
	Gélatine A	1,19	5500	1,4	850
	A 58	1,2	4500	1,2	890
	Dynamite F	1,5	7000	1,49	830
	Gélatine-gomme	1,55	8600	1,5	711
Casse-blocs	Plastex	1,5	7000	1,5	
Semi-liquide	Slurries	1,0	3600	1,0	

Utilisation et consommation

Le choix d'un explosif dépend de la nature de la roche, du site et de l'environnement dans lequel on travaille, du profilage que l'on s'est fixé, du dimensionnement du matériau à dérocter, et non pas de la fantaisie du mineur ou des disponibilités du dépôt.

Les indications qui suivent quant à la concordance des explosifs et des roches sont très générales. Elles permettent pourtant une première vulgarisation qui sera évidemment complétée, lors de minages importants, par une étude comprenant un schéma de forage et un calcul des charges.

Pulvé- rulents

- Abattages à ciel ouvert dans des roches tendres à mi-dures, gravier compact (Tramex et Amolite).
- Excavation souterraines dans des roches tendres (Tramex).
- Pétardages (Tramex).

Gélatineux

- Abattages à ciel ouvert dans des roches mi-dures à dures (gélatine C et A).
- Excavations souterraines dans des roches mi-dures à dures (gélatine C et A).
- Excavations souterraines dans des roches particulièrement dures (dynamite F et gélatine-gomme).
- Découpage de profil et pré-fissuration (Volumex et A 58).

Casse-blocs

- Dislocation de blocs isolés et dégagés et pétardages par application de Plastex sur une face. (Suppression du forage.) La forte déflagration de cet explosif ne permet pas son emploi à proximité de bâtiments.

Semi-liquides

- Abattages en carrière par de grands minages lorsqu'il s'agit d'obtenir une bonne fragmentation.

Calcul des charges

Pour qu'il y ait un mécanisme de rupture de la roche, il faut qu'il y ait au moins une surface libre à une distance déterminée de l'emplacement de la charge explosive. Plus le nombre de surfaces libres augmente, plus la densité de chargement diminue.

Dans des conditions isotropiques identiques on peut admettre que la consommation est à l'échelle suivante :

1 surface libre . . .	100 %
2 surfaces libres . . .	50-60 %
3 surfaces libres . . .	30-40 %
4 surfaces libres . . .	20-25 %
5 surfaces libres . . .	15-20 %

Cette consommation varie selon la nature de la roche, le diamètre des forages et, en galerie, selon la section du front de taille. On peut dire qu'elle sera de 0,3 à 0,6 kg/m³ pour les abattages à ciel ouvert et de 0,8 à 4,0 kg/m³ pour les travaux souterrains.

Pour réussir un minage, il faut respecter plusieurs paramètres, c'est-à-dire qu'il faut déterminer la charge en considérant le profil à obtenir, la granulométrie des matériaux à excaver, éviter des projections malencontreuses, obtenir un étalement rationnel des matériaux éjectés et dans certains cas particuliers, mais de plus en plus fréquents, éviter des ébranlements dans le milieu environnant.

Il y a diverses méthodes pour déterminer la quantité et la disposition de l'explosif nécessaire à un déroctage. La plus simple est celle de laisser le soin au mineur de faire ce qu'il veut. Elle n'est certainement pas la plus économique ni la plus rationnelle, et peut être dangereuse.

Une autre consiste à se baser sur des essais dont les charges ont été appréciées empiriquement. D'autres sont basées sur des formules comportant quelques coefficients dont la valeur est laissée à l'appréciation du technicien.

Il en est une pourtant qui consiste à estimer les résistances de la roche d'une part, et, d'autre part, déterminer de manière précise l'énergie nécessaire pour les vaincre, énergie que l'on trouve dans les caractéristiques des explosifs. Cette méthode, que j'ai eu l'occasion d'appliquer des quantités de fois et dans des conditions de roche et de sites très variables, fera l'objet d'une publication détaillée dans cette revue assez prochainement.

Moyens d'inflammation

La mèche lente, le détonateur n° 8, les amorces électriques, le cordeau détonant, sont des accessoires de mine connus des mineurs. Par contre, l'utilisation adéquate de certains d'entre eux n'est pas toujours appliquée correctement.

On constate effectivement que la raison de l'emploi de tel ou tel type d'amorce, plutôt qu'un autre, échappe parfois à l'utilisateur. On ne sait pas toujours profiter des avantages multiples que représente la variété des amorces électriques parce qu'on ne fait pas de distinction entre les divers types et l'emploi qu'on peut en faire.

Il n'est donc pas inutile de rappeler, par exemple, que l'inflammation de charges explosives par des amorces électriques *micro-retard* permettent de diminuer les ébranlements et d'obtenir une meilleure fragmentation des matériaux ou encore que les amorces électriques *H.U.* c'est-à-dire antistatiques, sont obligatoires dès qu'il s'agit de miner dans des zones influencées par des courants statiques.

Le Detonex ou cordeau détonant fabriqué par la SSE de Gamsen, est aussi un accessoire de mine dont les avantages sont souvent méconnus des mineurs. Il rend possible l'amorçage simultané d'un nombre illimité de coups de mine.

En intercalant des *retardateurs* ou micro-connecteurs, on peut aussi décaler le départ des coups de mine amorcés au cordeau détonant. En fait, ces retardateurs jouent, dans les tirs pyrotechniques, le rôle des amorces électriques micro-retard dans le tir électrique. Il permet aussi d'alterner

les charges avec des bourrages, ce qui donne une meilleure répartition de l'explosif. Il peut être utilisé sous l'eau car il est étanche. Il procure un meilleur rendement de l'explosif qu'il amorce.

Dans un massif dont une partie doit être protégée des ondes de choc, le cordeau détonant offre la possibilité de faire de la préfissuration. Il est indispensable lorsqu'on veut réaliser un profilage du profil théorique par post-découpage.

Selon l'emploi auquel on le destine, le cordeau détonant peut être obtenu dans des dimensions différentes du point de vue diamètre et quantité d'explosif par m¹.

Conclusions

Ces dernières années, les fabriques suisses d'explosifs ont mis au point un assortiment d'explosifs qui résout tous les problèmes de minage qui peuvent se présenter dans la réalisation des travaux de génie civil.

Combinés avec les moyens d'inflammation que l'on trouve sur le marché suisse, ces explosifs permettent d'appliquer des techniques de minage qui peuvent être considérées comme partie intégrante des méthodes de travail rationnelles de la technique moderne, méthodes que leurs conseillers techniques divulgueront volontiers plus en détail aux utilisateurs qui les ignoraient encore.

Adresse de l'auteur :

Roger Delémont, conseiller technique de la Société suisse des explosifs Gamsen-Brigue
21, ch. de Belmontoux, Prilly

Bibliographie

Formulaire des cadres simples pour le calcul des grands statiques relatives aux formes usuelles de cadres à travée unique en béton armé, acier ou bois, par A. Kleinogel, professeur, ingénieur-docteur, Darmstadt, et W. Haselbach, ingénieur diplômé, architecte, Darmstadt. Traduit de l'allemand par R. Reber. 3^e édition. Paris, Dunod, 1969. — Un volume 16×25, xxi + 483 pages, 886 figures. Prix : relié, 96 F.

Ce formulaire, qui vient d'être réédité, présente plus de cent formes de cadres simples couramment utilisées dans les constructions en béton armé, acier ou bois, avec différents types d'appuis. Ces cadres comprennent deux barres ou plus, reliées rigidement et constituant éventuellement, avec les surfaces d'appui, une cellule constructive fermée : triangle, rectangle, trapèze, plus généralement, polygone. Parmi ces cadres figurent les portiques de hall, à « toit » plat, triangulaire ou parabolique, avec ou sans tirant. Divers types d'appui sont envisagés : appuis articulés, encastrés ou glissants.

Pour chaque forme de cadre, les formules pour une charge quelconque sur les différentes barres du cadre sont données. Elles sont établies à l'aide des « facteurs de sollicitation », auxquels est consacré un paragraphe de ce livre.

En plus de ces cas généraux, les formules définitives pour tous les cas de charge courants sont établies : charges uniformes ou concentrées en différents points, moments. La variation uniforme de température et l'action du vent sont également traitées.

A l'aide d'exemples numériques, les méthodes pour utiliser cet ouvrage dans les cas particuliers de moments et de charges de console sont exposées. Enfin, un chapitre est réservé au calcul des lignes d'influence, avec exemple numérique.

Ainsi, les formules générales de ce traité permettront à l'ingénieur d'établir les formules particulières pour tous les

cas possibles ; les formules définitives, pour tous les cas de charge courants, seront utiles à l'ingénieur praticien ou au technicien pour passer immédiatement à l'application numérique.

Plaques rectangulaires chargées dans leur plan, *Analyse statique*, par F. Andermann, docteur ès sciences, professeur adjoint à la Faculté de génie civil, Ecole polytechnique de Silésie, Gliwice. Traduit du polonais par A. M. Brandt. Paris, Dunod, 1969. Un volume 16×24 cm, 279 pages, figures. Prix : broché, 66 F.

Les plaques chargées dans leurs plans font partie de nombreux ouvrages sous forme de cloisons, de membranes et de ce qu'on appelle les poutres-cloisons.

Elles constituent l'élément portant principal dans les constructions, telles que les silos, les trémies, les coffres de fondation, et sont également utilisées dans les constructions maritimes (docks) et sous forme de membranes horizontales ou verticales dans les bâtiments élevés, enfin, d'une manière générale, elles interviennent dans tous les bâtiments préfabriqués par éléments de grandes dimensions.

Dans tous ces cas, les plaques ont la forme de rectangles. Pour le calcul des contraintes normales et des cisaillements dans les plaques de ce type, ainsi que la détermination des déformations, l'ingénieur-projeteur est tenu de fonder ses calculs sur les méthodes de la théorie classique d'élasticité et il ne dispose, en réalité, que de quatre méthodes : la méthode des séries trigonométriques, celle des variations, celle des différences finies et celle des éléments finis. Toutes quatre exigent de longs calculs.

Le livre mentionné ci-dessus contient des méthodes moins laborieuses, permettant l'analyse des plaques rectangulaires à l'aide de calculs peu compliqués.

Après avoir présenté brièvement la théorie des plaques chargées dans leurs plans, l'auteur expose la méthode des différences finies. Cette méthode a servi de base pour