

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 96 (1970)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Méthodes de calcul des charges pour les abattages à ciel ouvert et en galerie  
**Autor:** Delémont, Roger  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-70872>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.07.2025

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

# Méthodes de calcul des charges pour les abattages à ciel ouvert et en galerie

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

## 1. Avant-propos

Depuis que la technique du minage des roches permet d'abattre des volées plus volumineuses que par le passé, l'application de méthodes précises de calcul des charges s'avère de plus en plus indispensable.

Si le mineur connaît généralement bien la roche qu'il doit faire sauter, il ignore souvent par contre certains éléments dont la connaissance permet de conditionner le chargement des trous de mine de façon adéquate.

Plusieurs méthodes permettent de déterminer la densité de chargement en fonction et de la perforation et de la nature de la roche.

Une de celles que nous avons particulièrement appliquée au cours de ces dernières années et qui a donné des résultats absolument satisfaisants dans les roches de nature très diverse et sur de nombreux chantiers est la formule proposée par M. Oppeneau et issue des travaux réalisés par Taffanel, Dautriche et Taylor.

Cette formule, dont la description va suivre, n'est autre que celle à laquelle je faisais allusion dans l'article paru dans le numéro 6 de cette revue sous le titre « Utilisation des explosifs et moyens d'inflammation dans les travaux de génie civil »<sup>1</sup>.

Le point de départ pour dresser un plan de tir est conditionné par la connaissance des caractéristiques de la roche et des explosifs ainsi que celle des moyens de forage et d'évacuation disponibles.

## 2. Caractéristiques de quelques roches

| Roche                 | Densité | Résistance à la traction<br>t/m <sup>2</sup> = $\alpha$ | Résistance au cisaillement<br>t/m <sup>2</sup> = $\beta$ |
|-----------------------|---------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Gypse . . . . .       | 2       | 100                                                     | 300                                                      |
| Grès tendre . . . .   | 2,3     | 200                                                     | 300                                                      |
| Schiste siliceux . .  |         |                                                         |                                                          |
| Calcaire tendre . .   |         |                                                         |                                                          |
| Calcaire moyen . .    | 2,5     | 300                                                     | 300                                                      |
| Grès moyen . . . .    |         |                                                         |                                                          |
| Schiste dur . . . .   |         |                                                         |                                                          |
| Marbre blanc. . . .   | 2,7     | 450                                                     | 700                                                      |
| Calcaire dur . . . .  | 2,65    | 500                                                     | 1100                                                     |
| Calcaire cristallin . |         |                                                         |                                                          |
| Calcaire siliceux . . |         |                                                         |                                                          |
| Quartz . . . . .      | 2,65    | 300-500                                                 | 1000                                                     |
| Granit moyen . . . .  | 2,75    | 800                                                     | 1000                                                     |
| Granit dur . . . . .  | 2,8     | 800                                                     | 2000                                                     |
| Gneiss . . . . .      |         |                                                         |                                                          |
| Basalte . . . . .     | 3,0     | 800                                                     | 2000                                                     |
| Diabase . . . . .     | 3,2     | 1800                                                    | 3000                                                     |

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique de la Suisse romande du 21 mars 1970.

Lorsque la résistance d'une roche à l'écrasement est seule connue, on peut, dans la plupart des cas, estimer approximativement sa résistance à la traction au  $1/20$  et celle au cisaillement au  $1/10$  de la résistance à l'écrasement.

## 3. Caractéristiques et catégories des explosifs

Leur classification étant publiée dans l'article précédent, nous prions le lecteur de s'y reporter pour les indications dont il pourrait avoir besoin.

## 4. Formules de calcul des charges

### 4.1 Abattage à ciel ouvert

Considérons le cas d'un front à abattre par une rangée de trous tirés simultanément ou avec des intervalles micro-retard.

$A$  et  $B$  sont les résistances qui doivent être vaincues par l'explosif. Elles se déterminent en fonction de leurs surfaces multipliées par les résistances admises de la roche ( $\alpha + \beta$ ), soit

$$A = \alpha \cdot b \cdot c \quad B = \beta \cdot a \cdot b$$

La valeur de  $A + B$  a été définie expérimentalement par Taffanel, Dautriche et Taylor, c'est-à-dire que

|                                                                                                                            |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| $\alpha \cdot b \cdot c + \beta \cdot a \cdot b \leq 2,4 \cdot m \cdot \Delta \cdot y \cdot d \cdot V \cdot \varnothing^2$ |         |
| Résistance                                                                                                                 | Energie |

### Légende

- $a$  = épaisseur de la banquette ou avancement m  
 $b$  = écartement des trous m  
 $c$  = profondeur des trous m  
 $m$  = coefficient de puissance de l'explosif  
 $\Delta$  = densité de chargement =  $\frac{\text{Poids de l'explosif}}{\text{Volume du trou}}$   
 $y$  = coefficient de pression ou de rendement =  $\frac{0,30}{\sqrt{b}}$   
 $d$  = longueur de la colonne d'explosif m  
 $V$  = coefficient de vitesse de l'explosif =  $\sqrt{\frac{v}{4000}}$   
 $v$  = vitesse de détonation m/s  
 $\varnothing$  = diamètre du trou mm

### Exemple de calcul

- Roche = calcaire moyen  
 Avancement = 2,50 m  
 Ecartement = 3,00 m  
 Profondeur = 15,00 m  
 Diamètre du trou = 76 mm  
 Explosif = Tramex 60/570

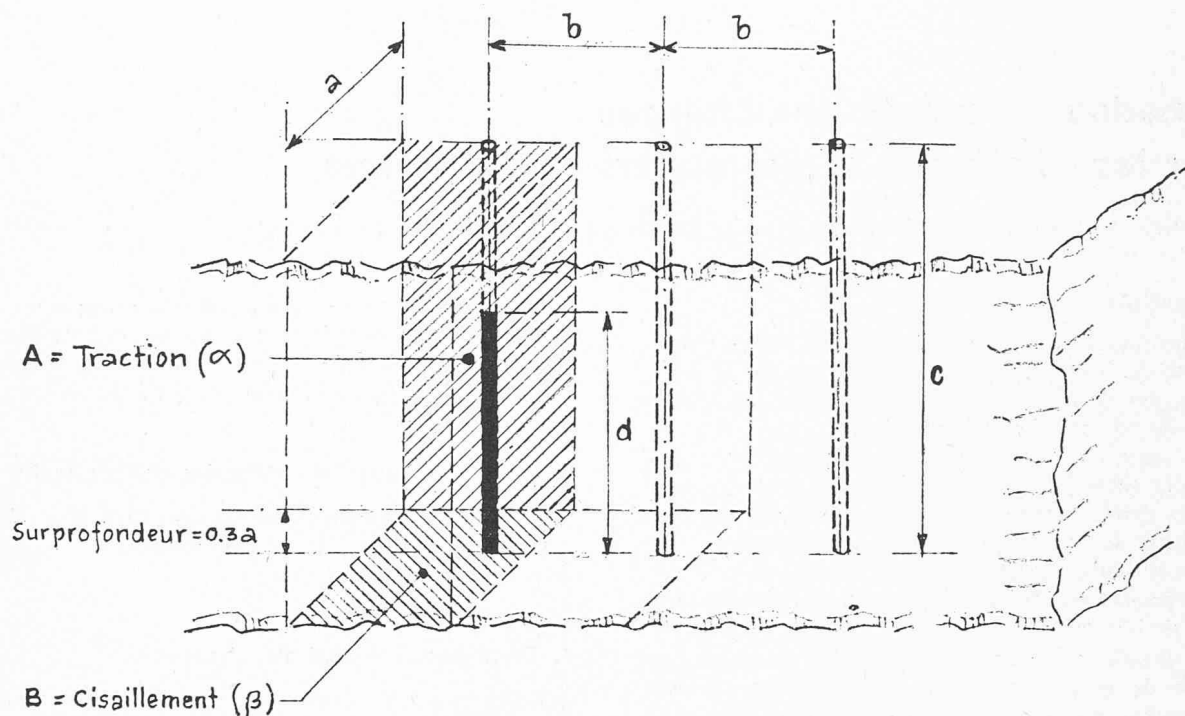


Fig. 1.

$$300 \cdot 3,00 \cdot 15,00 + 300 \cdot 2,50 \cdot 3,00 = 2,4 \cdot 1,09 \cdot \Delta \cdot y \cdot d \cdot V \cdot 5776$$

$$\Delta = \frac{P}{V} = \frac{1550}{2580} = 0,6$$

$$y = \frac{0,30}{\sqrt{b}} = 0,19$$

$$V = \sqrt{\frac{2700}{4000}} = 0,82$$

$$15\,750 \text{ t} = 2,4 \cdot 1,09 \cdot 0,6 \cdot 0,19 \cdot d \cdot 0,82 \cdot 5776$$

$$d = \frac{15\,750}{1\,410} = \underline{11,20 \text{ m}}$$

La longueur de la colonne d'explosif sera donc de 11,20 m, c'est-à-dire 20 cartouches de TrameX 60/570, soit 31 kg. Compte tenu du tassement des cartouches lorsqu'elles arrivent en fond de trou, la colonne ne représente effectivement qu'environ 9 m de hauteur. Les derniers m de charge seront étalés par des bourrages intermédiaires de façon à n'avoir au sommet du trou que 2,5 m de bourrage supérieur.

#### Densité de charge

$$\text{Volume en place} = 15,00 \cdot 3,0 \cdot 2,50 = 112,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Poids de l'explosif} = 31,0 \text{ kg}$$

$$\text{Explosif par m}^3 = 277 \text{ g}$$

#### 4.2 Abattages en galerie

Lorsque le tir se fait en appliquant la méthode du bouchon pyramidal ou autres bouchons à trous obliques, la formule du calcul des charges reste la même que pour les abattages à ciel ouvert.

Par contre, lorsque le bouchon canadien est utilisé, le calcul des charges pour le dégagement du cœur est basé sur la formule suivante :

$$A + B \leq 2,4 \cdot m \cdot \Delta \cdot y \cdot V \cdot d \cdot \varnothing^2 \sqrt{\frac{a^2}{a^2 + 4b^2}}$$

$$A + B = \alpha \cdot a \cdot c + 2 \beta \cdot b \cdot c + \frac{\beta \cdot a \cdot b}{2}$$

$c$  = profondeur du trou

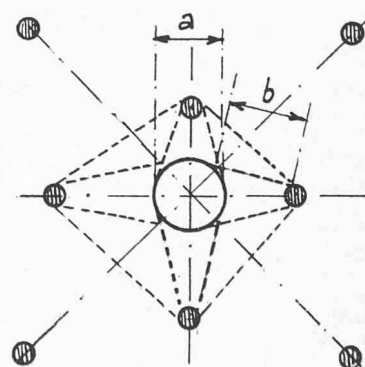


Fig. 2.

#### Exemple de calcul

|                           |                     |
|---------------------------|---------------------|
| Roche                     | = granit moyen      |
| Avancement                | = 3,00 m            |
| Diamètre du trou central  | = 102 mm            |
| Diamètre des autres trous | = 32 mm             |
| Valeur de $b$             | = 12 cm             |
| Explosif                  | = Gélatine A 25/300 |

Résistances :

$$A + B = 800 \cdot 0,102 \cdot 3,00 + 2 \cdot 1000 \cdot 0,12 \cdot 3,00 \\ + \frac{1000 \cdot 0,102 \cdot 0,12}{2} = 970 \text{ t}$$

$$970 \text{ t} = 2,4 \cdot 1,19 \cdot \Delta \cdot y \cdot V \cdot d \cdot 1024 \sqrt{\frac{0,102^2}{0,102^2 + 4 \cdot 0,12^2}}$$

$$\Delta = \frac{208}{240} = 0,87$$

$$V = \frac{5500}{4000} = 1,17$$

$$y = < 1 \text{ m} = 0,4$$

$$970 \text{ t} \leq 2,4 \cdot 1,19 \cdot 0,87 \cdot 0,4 \cdot 1,2 \cdot d \cdot 1024 \cdot 0,39 \\ = d \cdot 472$$

$$d = 2,07 \text{ m} = 7 \text{ cartouches Gélatine A, 25/300}$$

Pour les trous de la deuxième couronne le calcul est identique. En admettant qu'ils soient à 45 cm de l'axe du trou central, on obtient une charge de 9 cartouches de Gélatine A, 25/300, par trou.

Pour tous les autres trous de la section, le calcul se fait comme pour un abattage normal.

Adresse de l'auteur :

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

## Bibliographie

**Aérothermochimie des écoulements homogènes**, par Marcel Barrère, chef de division à l'O.N.E.R.A., et Roger Prud'homme, docteur ès sciences. « Mémoires de sciences physiques », fascicule LXVIII. Paris, Gauthier-Villars, 1970. Un volume 16×25 cm, XII-114 pages, 20 figures. Prix : broché, 35 F.

Ce traité peut être considéré comme une introduction ou un complément au cours d'Aérothermochimie professé à l'Ecole des Mines de Paris.

L'analyse, de plus en plus fine, des écoulements, qui sont le siège de réactions chimiques et où interviennent des transferts de chaleur et de masse, a conduit à développer une nouvelle discipline, l'aérothermochimie, où se trouvent groupés les problèmes posés par de tels écoulements. Il est, en effet, bien évident que l'aérodynamique, la thermodynamique et la chimie interviennent simultanément dans de tels problèmes, qui rentrent dans le cadre plus général de la thermodynamique des processus irréversibles.

Feront donc appel à l'aérothermochimie, l'aérodynamique aux très grandes vitesses et, en particulier, les études de rentrée des capsules spatiales, les phénomènes de combustion et, en premier lieu, la propulsion, le génie chimique, la métallurgie. Aussi ce mémorial rendra les plus grands services à un important groupe de chercheurs et d'ingénieurs. Le but des auteurs est, en premier lieu, d'établir une base analytique sûre, fondée sur des idées aussi simples que possible, puis de montrer, par quelques exemples, la manière dont peuvent être abordées les applications à partir de cette base, enfin de marquer l'intérêt des théories présentées en les confrontant avec l'expérience.

Sommaire :

Introduction

I. Equation de bilan. Equations générales de l'aérothermochimie

1. Aspect chimique : Définition des variables chimiques. Définition des variables chimiques. Définition des espèces chimiques. Systèmes de base. Définition du système réactionnel. Réactions indépendantes. Degré d'avancement de la réaction. Taux de production des espèces. Energie mise en jeu par une réaction chimique.

2. Equations générales de l'écoulement : Equations de continuité des espèces. Equation de continuité globale. Equation du mouvement. Equation de l'énergie. Production d'entropie.

3. Conditions à la paroi.

II. Applications

1. Equation de continuité des espèces : Réactions chimiques isothermes : a) simplification du système chimique ; b) systèmes linéaires ; c) systèmes non linéaires. Réactions chimiques non isothermes. Equation de continuité des espèces en tenant compte de la vitesse de l'écoulement. Equations de continuité des espèces en tenant compte de la diffusion. Réaction gaz-solide.

2. Problèmes faisant intervenir l'équation de continuité des espèces et l'équation de l'énergie (évolution pratiquement isobare et à faible vitesse) : Approximation de Shvab-Zeldovich. Réacteur chimique homogène à mélange parfait. Réacteur chimique

sphérique avec diffusion (vitesse moyenne de l'écoulement négligeable). Réacteur chimique tubulaire à pression constante.

3. Problèmes faisant intervenir les équations de continuité, de la quantité de mouvement et de l'énergie : Combustion supersonique. Couche limite avec réactions chimiques. Petites perturbations.

Conclusion — Bibliographie

**Le fonds de roulement**, par Jean-Marie Audoye, conseil en gestion. Paris 1<sup>er</sup> (4, rue Cambon), Entreprise moderne d'édition, 1970. — Un volume 16×24 cm, 106 pages, figures. Prix : broché, 29 F.

L'intérêt porté à la notion de fonds de roulement par les dirigeants et les conseils d'entreprise est assez récent. Jusqu'alors, en effet, la croissance relativement faible des entreprises et la relative stabilité de leurs productions avaient masqué l'importance du fonds de roulement comme condition d'une exploitation harmonieuse et équilibrée. Aux yeux de beaucoup, le fonds de roulement nécessaire demeurait relativement constant, apparaissait comme une valeur plus ou moins abstraite.

Il a fallu entrer dans l'ère de l'expansion continue et de l'adaptation permanente des productions aux découvertes scientifiques et technologiques ainsi qu'aux besoins de plus en plus évolutifs du marché pour que l'attention des dirigeants soit attirée sur la nécessité non seulement d'avoir un fonds de roulement suffisant mais encore de prévoir ses accroissements futurs.

Les difficultés rencontrées dans certaines entreprises au cours de l'exécution des plans d'expansion ou de mutation des productions ont d'ailleurs contribué beaucoup à faire prendre conscience que le fonds de roulement était un investissement « financier » complémentaire aux investissements techniques, dont l'insuffisance pouvait être rédhibitoire.

Sommaire :

Les notions de fonds de roulement. — La structure verticale des fonds de roulement. — La fixité du fonds de roulement. — Les niveaux des fonds de roulement. — La détermination des fonds de roulement directs. — L'expression des fonds de roulement directs. — Le calcul proprement dit des fonds de roulement directs. — La détermination des fonds de roulement marginaux. — Calcul du fonds de roulement direct d'un produit élémentaire. — Les courbes de fonds de roulement. — La détermination des fonds de roulement prévisionnels. — La détermination du fonds de roulement global.

**Développements actuels de l'informatique de gestion.**

Compte rendu des Journées internationales de l'informatique et de l'automatisme (Versailles, juin 1969), par J. Peguet et G. Gasty. Paris 1<sup>er</sup> (4, rue Cambon), Entreprise moderne d'édition, 1970. — Un volume 21×23 cm, 243 pages. Prix : broché, 60 F.

Les dernières Journées internationales de l'informatique tenues à Versailles, avaient été constituées en tables