

226

DB4

Projet d'aménagement d'une nouvelle prise  
d'eau dans le secteur de Sainte-Foy

Québec

6211-02-105



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC

Direction des Evaluations Environnementales

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DES  
EXPLOSIONS EN MILIEU HYDRIQUE

Ruth Lamontagne  
Jean-Pierre Trépanier

Novembre 1984

EFFETS ENVIRONNEMENTAUX DES  
EXPLOSIONS EN MILIEU HYDRIQUE

Table des matières

	<u>PAGE</u>
1. CARACTERISTIQUES GENERALES DES EXPLOSIFS .....	1
2. CARACTERISTIQUES DES EXPLOSIONS SOUS L'EAU .....	2
2.1 Production de l'onde de choc .....	2
2.2 Caractéristiques de l'onde de choc .....	3
2.3 Réflexion à la surface de l'eau .....	6
2.4 Réflexion sur le fond ou sur une surface dure .....	11
2.5 Propagation de l'onde de choc .....	12
3. EFFETS DES EXPLOSIONS SUR LES ORGANISMES VIVANTS .....	14
3.1 Poissons .....	14
3.2 Frayères et alevins .....	17
3.3 Mammifères marins .....	17
4. EVALUATION DES DISTANCES LETALES .....	19
4.1 Charges sphériques suspendues .....	20
4.2 Charges confinées .....	26
4.3 Exemples de calculs de distances létales .....	27
5. MESURES DE MITIGATION ET METHODES DE REMPLACEMENT .....	29
5.1 Mesures de mitigation .....	29
5.2 Méthodes de remplacement .....	32
6. AUTRES EFFETS DES EXPLOSIONS EN MILIEU HYDRIQUE .....	33
6.1 Effets thermiques .....	33
6.2 Pollution chimique .....	33

ANNEXES

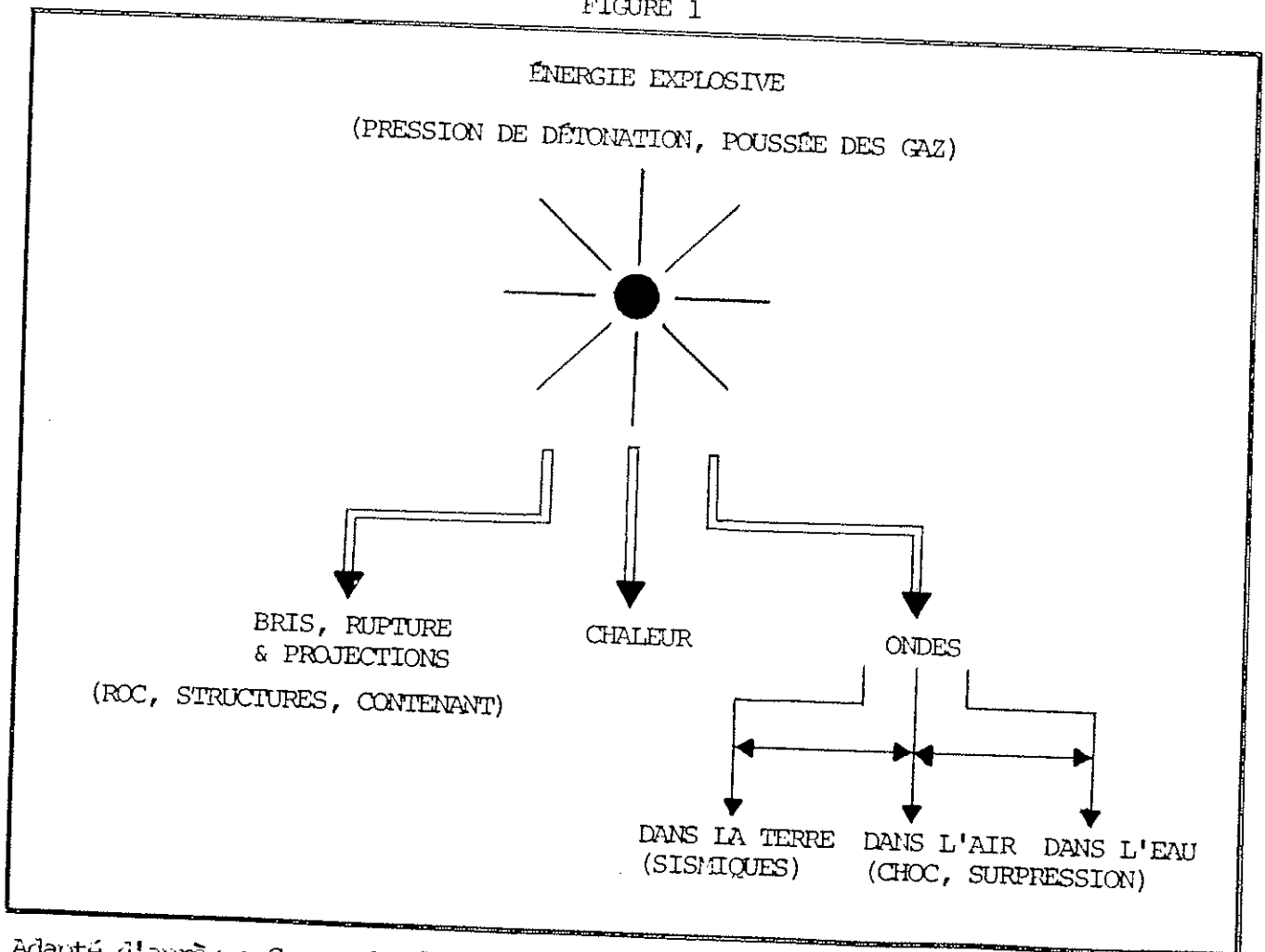
- A. Calcul des charges pour les explosions en milieu hydrique
- B. Propriétés des explosifs et agents de sautage
- C. Informations sur un agent de démolition non explosif
- D. Personnes et organismes-ressources
- E. Renseignements à obtenir pour l'évaluation de travaux de sautage en milieu hydrique
- F. Glossaire technique
- G. Références bibliographiques

## 1. CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES EXPLOSIONS

Un explosif peut se définir comme un composé ou mélange chimique qui lorsque détourné (ou amorcé par chaleur, choc, friction ou une combinaison de ces agents) se transforme très rapidement produisant une détonation lors de laquelle la réaction chimique se déplace dans la matière explosive à une vitesse égale ou supérieure à celle du son dans le même milieu. Il y a alors production d'une onde explosive ou onde de choc dans le milieu ambiant (sol, air, eau...). Lors de la détonation, il se produit dans un laps de temps très court, un dégagement de chaleur et de grandes quantités de gaz à forte pression qui se détendent rapidement avec une puissance permettant de surmonter les forces rétentrices.

Le partage de l'énergie explosive libérée par la détonation d'explosifs est illustré sur la figure 1 ci-dessous.

FIGURE 1



Adapté d'après : Comeau W., 1979

## 2. CARACTÉRISTIQUES DES EXPLOSIONS SOUS L'EAU

Les ondes de choc sous l'eau résultant d'explosions sont des ondes caractérisées par une montée presque instantanée à une pression de pointe très élevée, suivie par une descente rapide de la pression hydrostatique ambiante. La pression de pointe de l'onde de choc est à ce point élevée que des changements significatifs de la densité de l'eau surviennent avec le passage de cette onde.

### 2.1 Production de l'onde de choc

Lors de la détonation de l'explosif, il résulte une très étroite zone de réaction primaire ou zone de détonation en front de laquelle se retrouve la substance explosive intacte et derrière laquelle il y a production de gaz dont la température et la pression sont très élevées (de l'ordre de 1 600 à 4 000° C pour la T° et 100 000 atmosphères ou 10 341 000 kilopascals) (voir figure 2). Chauffés et comprimés à ce point, ces gaz se détendent rapidement produisant une onde de choc dans l'eau avec projection d'eau au-dessus de la surface. Derrière l'onde de choc primaire, la pression baisse rapidement et la bulle des gaz produits commence alors à prendre de l'expansion.

FIGURE 2

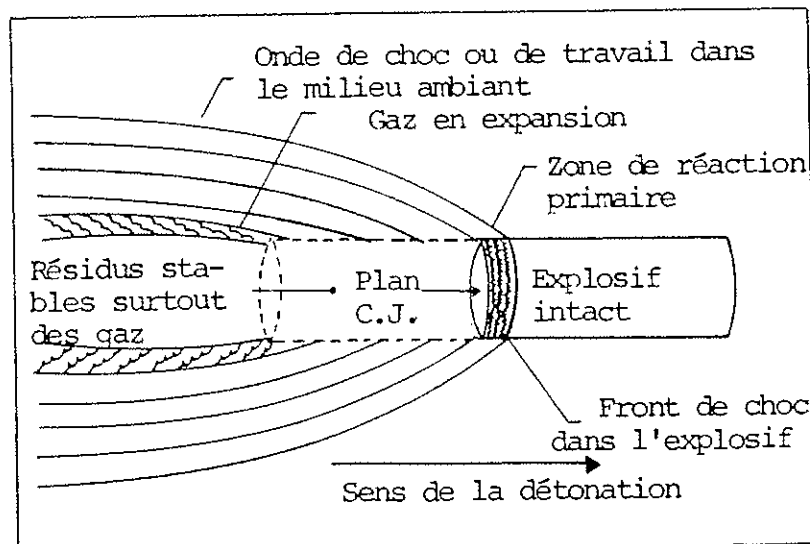


Figure 2 - Ce dessin représente une détonation type. La zone de réaction primaire est bornée par le front de choc à un bout et par le plan C.J. (Chapman-Jouquet) à l'autre.

Adapté d'après: E.I. du Pont Nemours and Co. (Inc.), 1980.

## 2.2 Caractéristiques de l'onde de choc

L'onde de choc créée lorsque l'onde de détonation rencontre l'eau, se propage rapidement à l'extérieur de la source de l'explosion. Cette onde de choc est caractérisée par une montée presque instantanée à une pression de pointe maximale, suivie par une baisse de pression selon une constante de temps mesurée en microsecondes (voir figure 3). Cette onde est d'une telle intensité que la plus grande partie de son énergie est rapidement perdue par production de chaleur; ces pertes combinées avec la dispersion sphérique causent la réduction de la pression de pointe (surpression).

Ce premier mécanisme est illustré entre les points A et B de la figure 3.

Suivant la propagation à l'extérieur de l'onde de choc sous l'eau, les produits gazeux à haute pression de la détonation commencent à prendre de l'expansion à l'extérieur de la source de l'explosion. La bulle de gaz continue à prendre de l'expansion à un taux décroissant.

En effet, jusqu'au moment où la pression interne des gaz atteint la pression hydrostatique ambiante, l'expansion de la bulle se produit avec une accélération positive. Cette accélération fait que la bulle de gaz continue à prendre de l'expansion au-delà de la pression hydrostatique ambiante, mais à un taux décroissant jusqu'à ce que la densité de l'eau arrête l'expansion de la bulle.

Il se produit alors un effondrement de la bulle sur elle-même avec une accélération vers l'intérieur jusqu'à l'équilibre de la pression du gaz interne avec la pression hydrostatique ambiante. Au-delà de ce point, l'effondrement se continue avec une décélération. Ce phénomène produit un mouvement oscillatoire jusqu'à obtention de l'équilibre (stabilisé) des pressions. Cet effet peut se comparer au rebondissement que subit une balle avant de s'immobiliser à son point de chute.

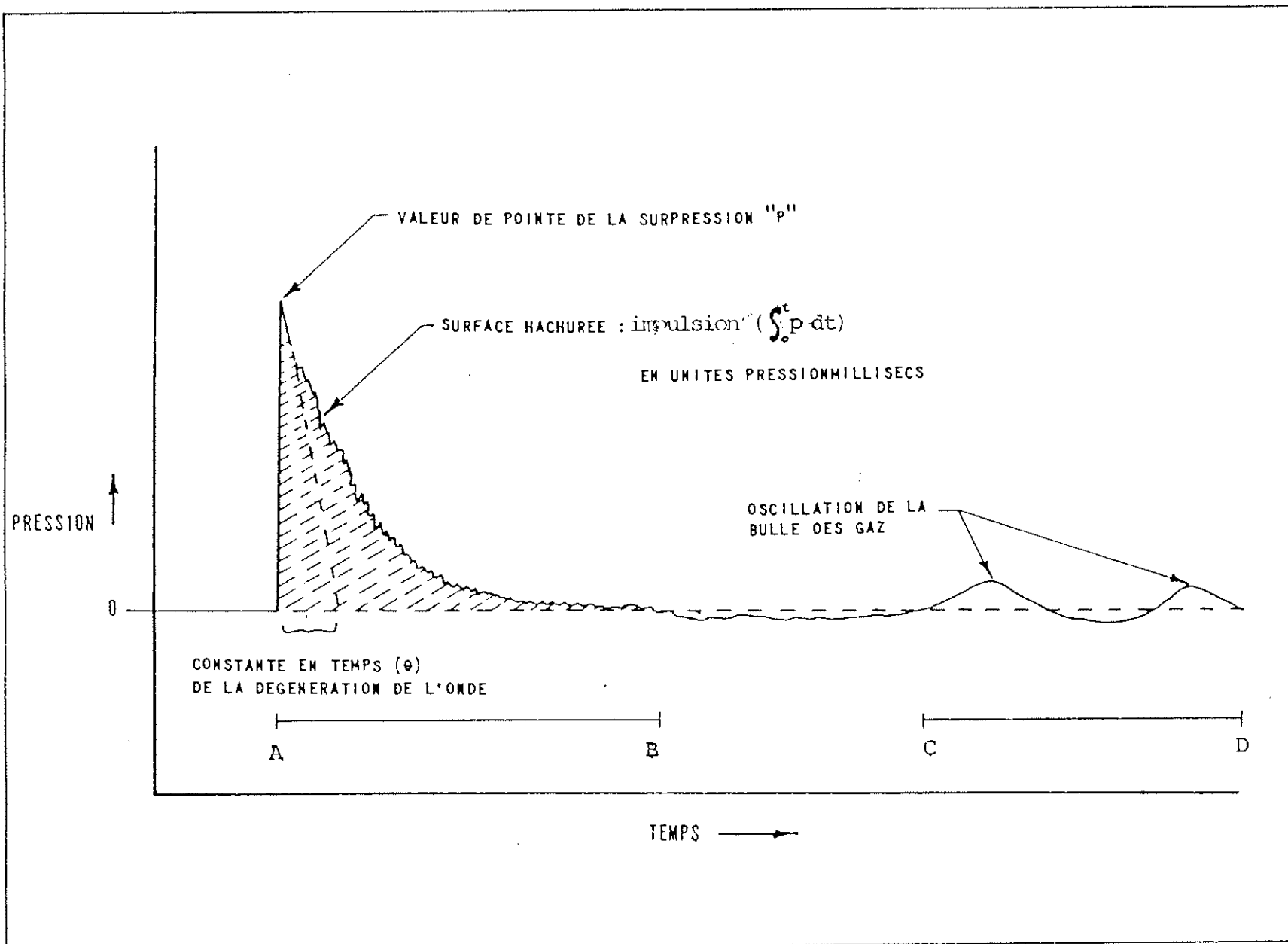


Figure 3: Onde de choc type d'une charge d'explosif sphérique baignant dans l'eau.  
 D'après Comeau W., R.F. Favreau, 1981.

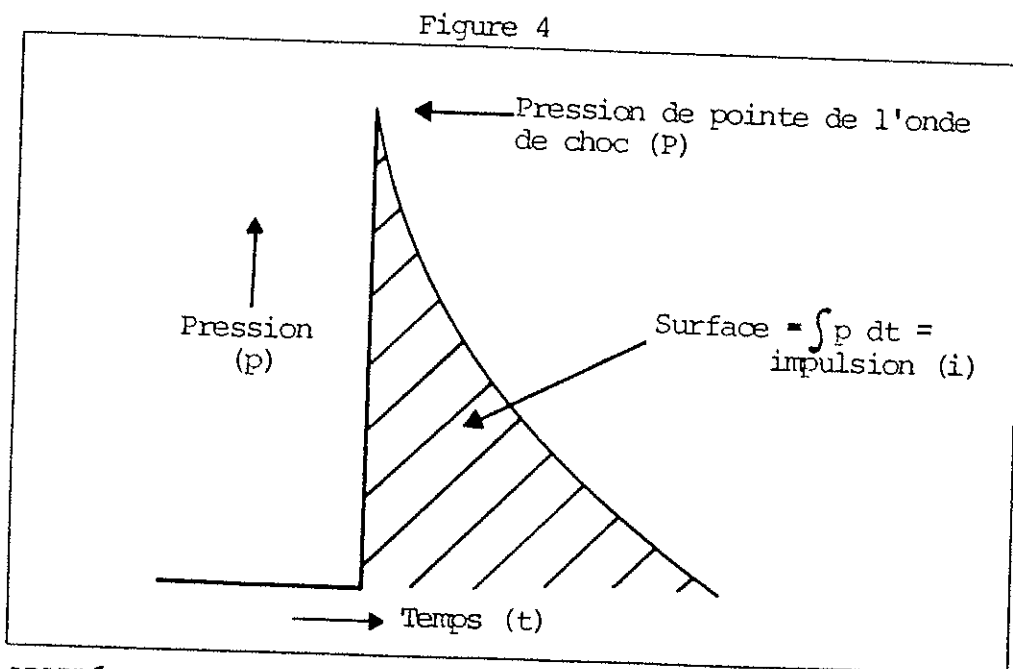
Ce mouvement oscillatoire se produit plusieurs fois avant que la bulle de gaz n'atteigne la surface de l'eau. Chaque oscillation engendre des ondes de pressions positives et négatives se succédant dans l'eau ambiante (voir figure 3, entre les points C et D).

L'amplitude de l'onde générée par la première pulsation de la bulle représente environ 10% de la pointe de pression initiale. Elle est suivie par une série de pulsations de la bulle générant des ondes positives et négatives dont l'amplitude diminue successivement.

Les deux caractéristiques les plus importantes de l'onde de choc sont la pression de pointe et l'impulsion.

La pression de pointe ou surpression est la pression maximale générée par l'onde de choc déjà discutée à la section précédente. Cette pression pour une charge d'explosifs donnée est constante à une distance donnée dans toutes les directions de l'explosion.

L'impulsion de l'onde de choc consiste en la surface renfermée sous la courbe pression/temps pour une période d'intégration choisie à une distance donnée de l'explosif (voir figure 4).



ADAPTÉ D'APRES : CHRISTIAN, E.A., J.G. GASPIN, 1974

Comme la pression de pointe, l'impulsion est initialement la même dans toutes les directions de la charge. Cependant, le montant d'impulsion délivrée varie selon la localisation du point de mesure. Cette variabilité provient des phénomènes de réflexion de l'onde de surpression.

### 2.3 Réflexion sur la surface de l'eau

Lorsque l'onde de choc atteint la surface de l'eau, elle est réfléchie dans l'eau comme une onde en tension c'est-à-dire une onde de pression négative.

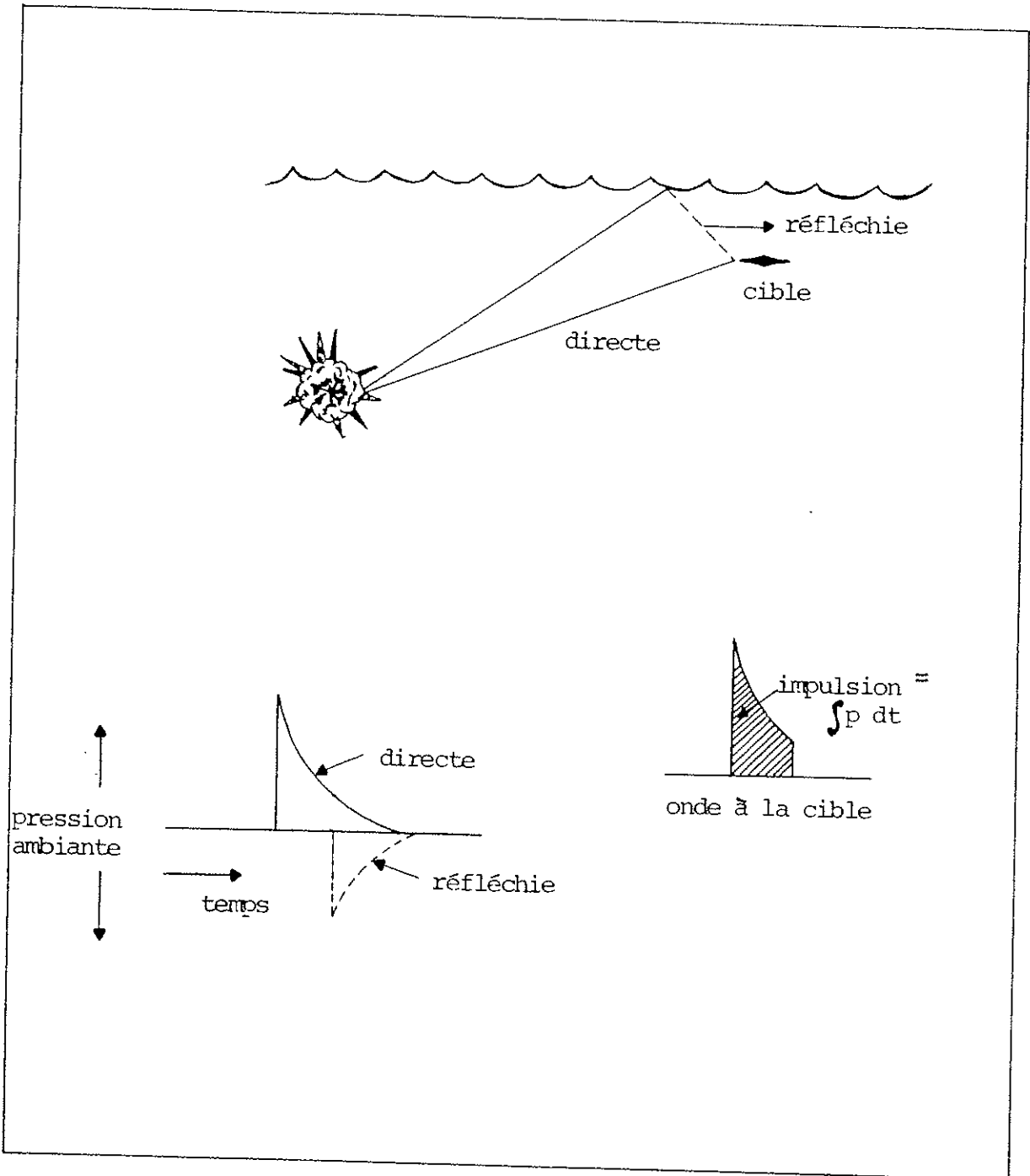
Ce phénomène agit de façon inverse à l'explosion initiale. Alors que celle-ci provoque dans l'eau une augmentation instantanée de la pression donnant naissance à une onde positive se déplaçant de la charge vers la surface; l'arrivée de l'onde initiale en surface et le jaillissement d'eau dans un milieu à plus faible densité (l'air) provoque une brusque accélération de l'onde entraînant ainsi une diminution instantanée de la pression dans la couche d'eau en surface. Ceci pourrait se comparer à une "explosion négative" (ou implosion) à la surface de l'eau, engendrant une onde de pression négative se déplaçant de la surface vers les profondeurs. Concrètement, ce phénomène se présente donc comme une réflexion négative de l'onde initiale positive.

A un point donné dans l'eau, cette onde en tension arrive une fraction de seconde après l'onde initiale positive coupant généralement la fin de l'onde positive et réduisant ainsi l'impulsion (voir figure 5).

La pression nette peut être réduite sous la pression ambiante ou à un niveau de pression zéro absolu. Sous de telles conditions, l'eau supporte une tension plutôt qu'une compression. Le phénomène de cavitation (formation de cavité (de gaz) dans un liquide en mouvement) a alors tendance à se manifester (voir figure 6).

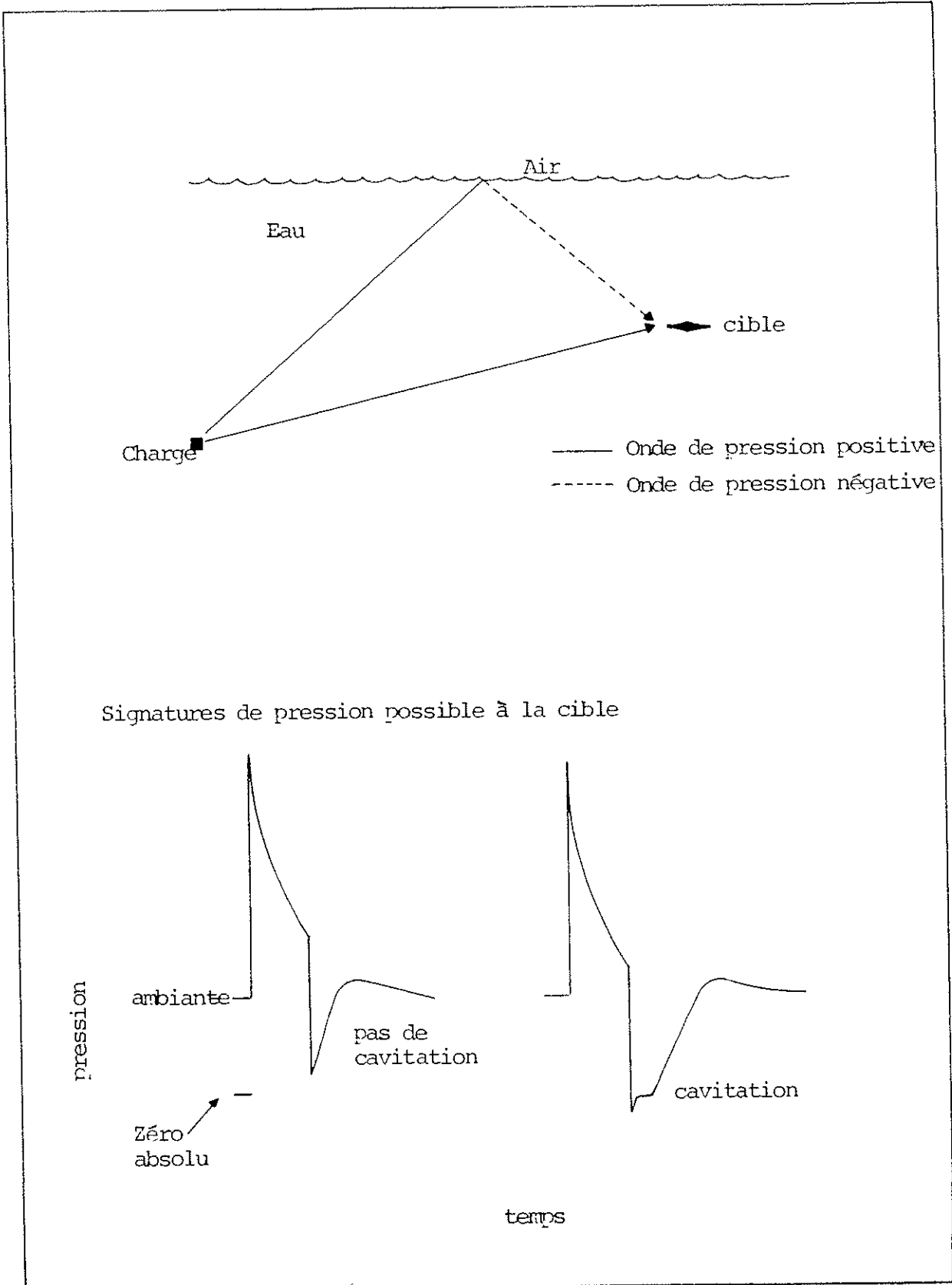


FIGURE 5



Adapté de: Christian, E.A., J.B. Gaspin, 1974.

FIGURE 6

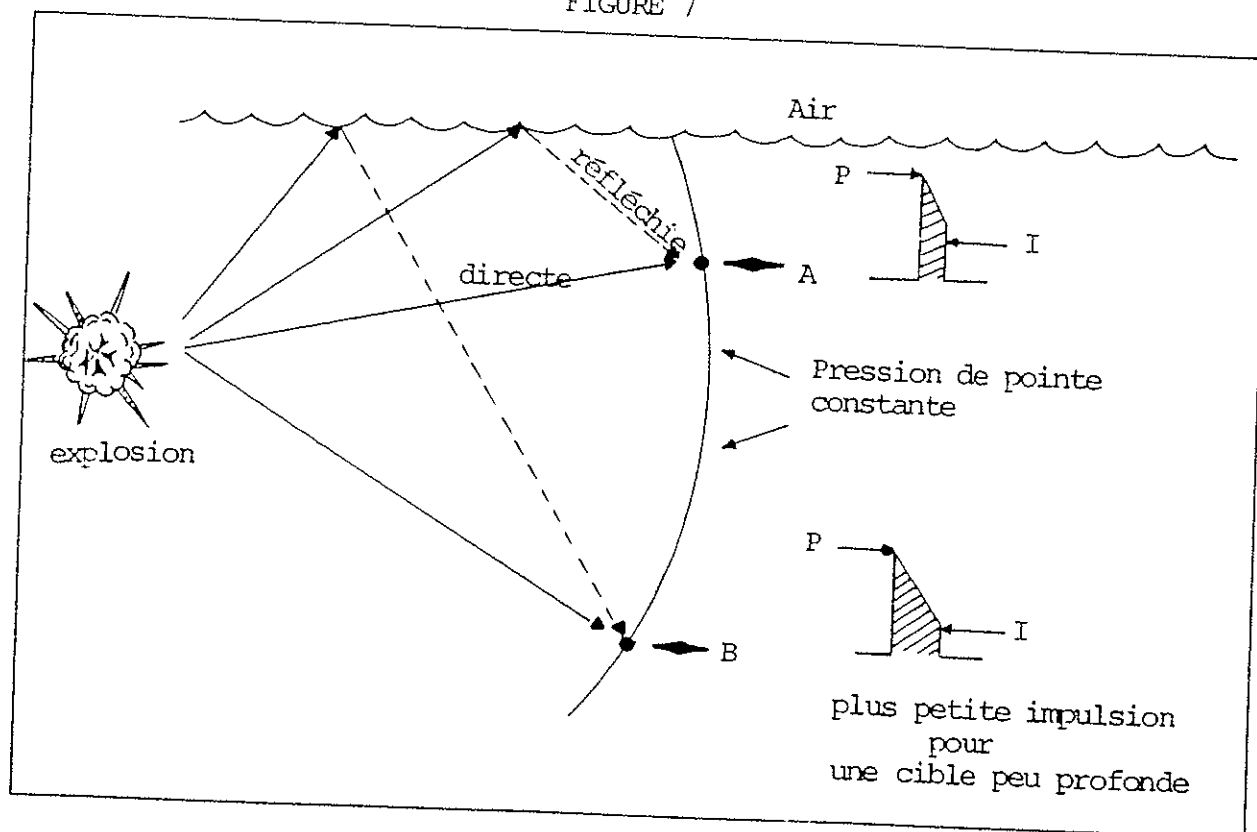


Adapté d'après: Hill, S.H., 1978.

Hills (1978) rapporte que quelques mesures auraient été prises pour déterminer la tension à laquelle l'eau peut résister avant de commencer à caviter, mais la valeur généralement acceptée dans la littérature est le zéro absolu pour le départ de la cavitation. Qu'il y ait cavitation ou non, il y a toujours réduction de l'impulsion lorsque l'onde réfléchie arrive avant la fin de la période de retour à la pression hydrostatique suivant l'onde initiale positive.

La réduction de l'impulsion est plus grande dans le cas d'explosions près de la surface de l'eau, l'onde réfléchie arrivant très rapprochée de l'onde de choc initiale et la période de retour à la pression hydrostatique résultante est plus courte que dans les plus grandes profondeurs. Conséquemment, deux organismes cibles placés à la même distance de la charge mais à des profondeurs différentes, sont soumis à la même pression de pointe, mais l'organisme cible situé plus près de la surface subira une impulsion plus petite que l'organisme cible situé plus profondément (voir figure 7).

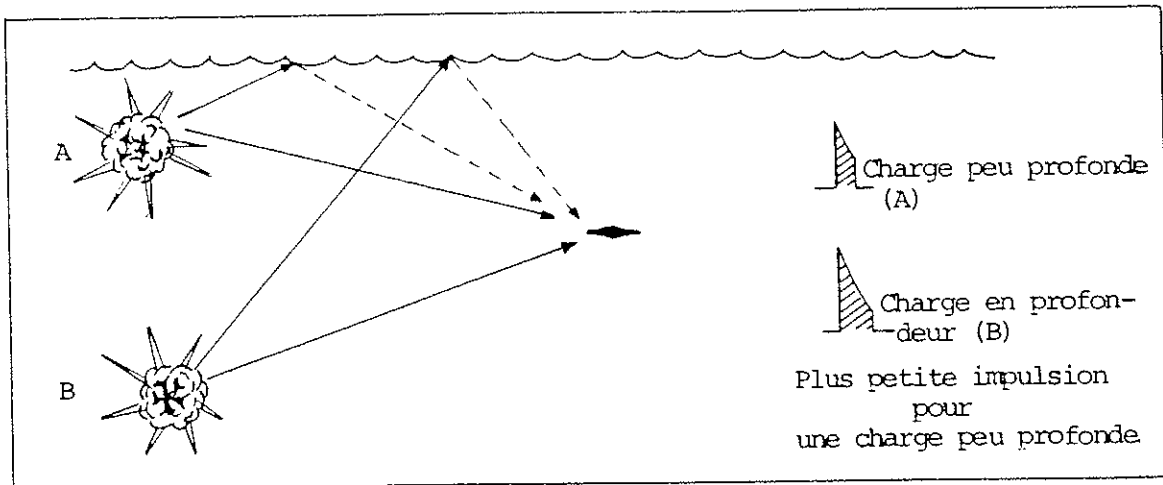
FIGURE 7



Adapté de: Christian, E.A., J.B. Gaspin, 1974.

Dans le même ordre d'idée, un organisme cible recevra moins d'impulsion d'une charge placée plus près de la surface que d'une charge placée plus en profondeur (voir figure 8).

FIGURE 8

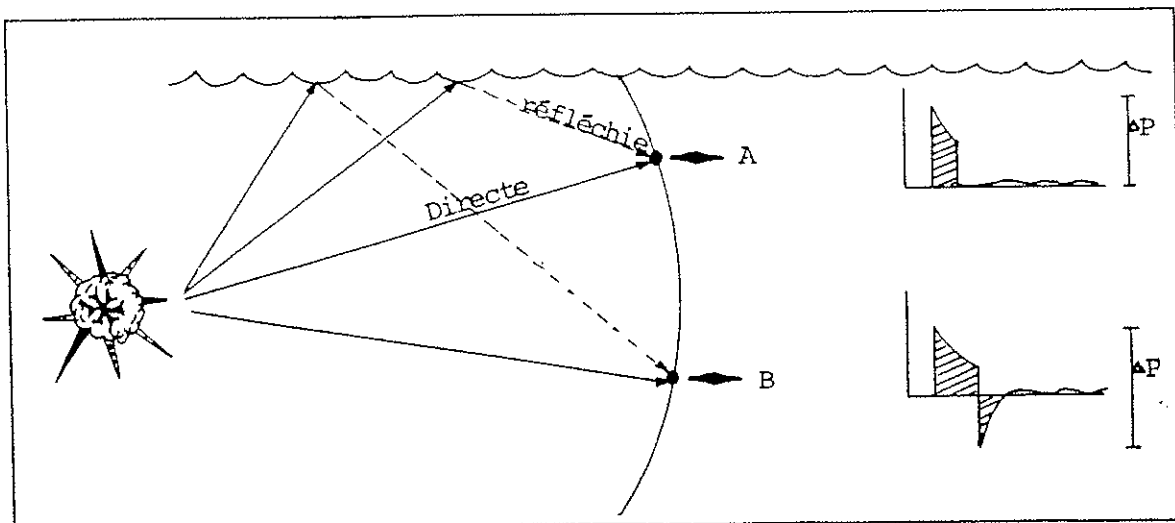


Adapté de: Christian, E.A., J.B. Gaspin, 1974

Parallèlement au phénomène de réduction de l'impulsion près de la surface, il faut aussi remarquer que l'amplitude totale de la variation de pression sera moindre à la surface qu'en profondeur. En effet, plus l'onde négative arrive tôt après l'onde positive, plus l'amplitude sera faible, puisque dans ces conditions l'onde négative aura pour effet "d'annuler" l'onde positive, alors qu'en profondeur elle surviendra plutôt à la fin de l'onde de surpression, abaissant donc brusquement la pression au-dessous de la pression ambiante avant l'explosion. La figure 9 illustre ce phénomène.

FIGURE 9

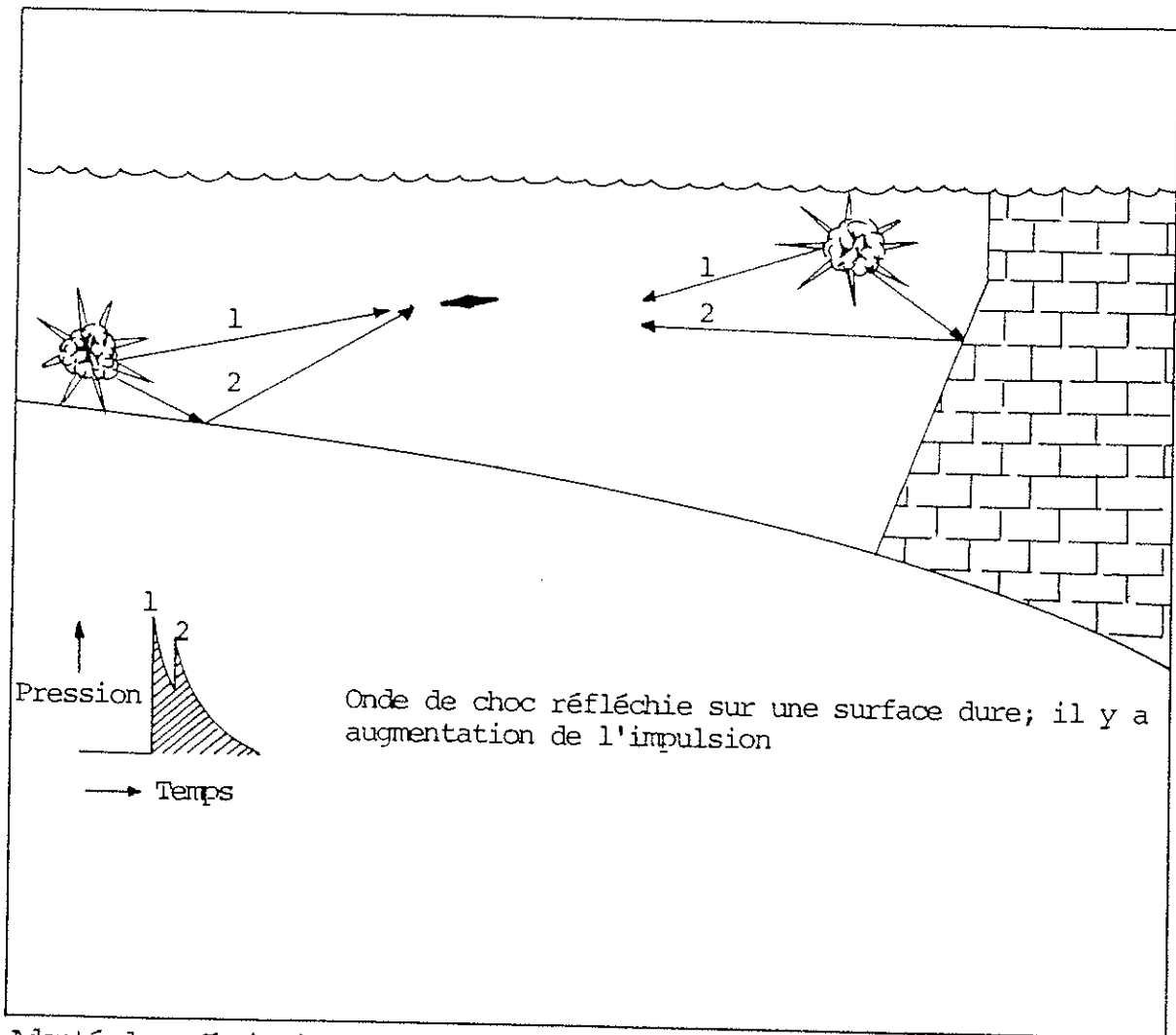
Différences d'amplitude de variation de pression selon la profondeur.



## 2.4 Réflexion sur le fond de l'eau ou sur une surface dure

Dans le cas d'une réflexion de l'onde de surpression dans l'eau sur une surface dure (densité plus grande), l'onde réfléchie est aussi une onde de surpression (onde de pression positive). L'onde réfléchie combinée avec la première onde de choc, augmentera l'impulsion en créant un deuxième pic de pression positive (voir figure 10).

FIGURE 10



Adapté de: Christian, E.A., J.B. Gaspin, 1974.

## 2.5 Propagation de l'onde de choc

Après l'explosion, l'onde de choc se propage dans l'eau à une vitesse dépendante de la pointe de surpression. Comme celle-ci s'atténue avec la distance, la vitesse de propagation décroît également (Falk et Lawrence, 1973). Par exemple, l'explosion d'une charge de 50 lbs de TNT produit une onde de surpression et une vitesse de propagation variant comme suit, selon la distance de la charge:

<u>Distance</u>	<u>Pointe de Pression</u>	<u>Vitesse</u>
0	145 000 kPa	42 670 m./sec.
30 cm.	26 100 kPa	25 300 m./sec.
1,5 m.	2 300 kPa	16 460 m./sec.

Il semble que la pointe de pression décroît initialement (à l'interface charge-eau) selon la puissance 2.9 de la distance soit:

$$P_d = \frac{P_i}{d^{2,9}}$$

( $P_d$ = pression à la distance  $d$ ,  
 $P_i$ = pression initiale,  $d$ = distance).

A une distance de 1,5 mètres, ce taux est réduit aux environs de:

$$P_d = \frac{P_i}{d^{1,3}}$$

Enfin, il semble que le taux de décroissance de l'onde de surpression se stabilise par la suite à:

$$P_d = \frac{P_i}{d^{1,13}}$$

jusqu'à ce que l'onde dégénère en onde acoustique de faible amplitude (Falk et Lawrence, 1973).

Mentionnons toutefois que divers travaux en arrivent à diverses conclusions en ce qui concerne le taux de décroissance de l'onde de surpression et la vitesse de propagation. Il semble toutefois que ces différences pourraient s'expliquer par des mesures incomplètes ou prises de façon inadéquate.

En même temps que la pression de l'onde de choc s'atténue avec la distance, la constante de temps de dégénération de cette onde augmente (voir 2.2) jusqu'à la transformation en onde acoustique de faible amplitude (Leidel, 1982).

### 3. EFFETS DES EXPLOSIONS SUR LES ORGANISMES VIVANTS

#### 3.1 Poissons

Les travaux ayant été conduits en vue de déterminer les effets des explosions sur les organismes vivants en milieu hydrique sont peu nombreux et souvent plus ou moins contradictoires en ce qui concerne les causes précises des dommages. Par contre la nature des dommages est relativement constante.

Les dommages externes causés aux poissons semblent se limiter le plus souvent à la perte d'écaillés sur les deux côtés du poisson, dans la région de la vessie natatoire (Tyler, 1960), mais on rapporte aussi des observations de pois-

sons tués présentant les traits suivants: yeux exorbités, branchies endommagées, hémorragies aux opercules et perforations des parois du corps par les côtes.

Les organes internes les plus fréquemment touchés sont la vessie natatoire, les reins, les gonades, la rate, le foie, le coeur et certains vaisseaux sanguins (Falk et Lawrence, 1973; Hill, 1978; Kearns et Boyd, 1965). Il semble aussi que dans plusieurs cas, le système nerveux ait été touché (Falk et Lawrence, 1973).

De façon générale, le bris de tissus pourrait s'expliquer par la propagation de l'onde de choc dans des tissus de densités différentes, causant des problèmes à l'interface de ces tissus. Ce phénomène peut s'exercer de deux façons:

1. lorsque l'onde passe d'un tissu de densité faible à un tissu de densité plus forte (ex.: d'un muscle à un os), la vitesse des particules conférée par l'onde de choc (directement associée à la densité) se trouve ralentie brusquement à l'interface des tissus. Ce phénomène entraîne le "déchirement" du tissu mou sur le tissu dur;
2. lorsque l'onde se propage d'un tissu de forte densité à un milieu de faible densité (ex.: de la paroi de la vessie natatoire à la cavité aérienne de la vessie), l'effet est comparable à la réflexion des ondes de chocs sous-marines à la surface de l'eau. Il se produit à l'interface, une accélération de l'onde de choc qui passe soudainement dans un milieu à plus faible densité. Cette accélération provoque un "effet aspirant" qui peut détruire les tissus à l'interface. Dans le cas de la vessie natatoire, ce serait les dernières couches de tissus de la membrane qui seraient ainsi projetées vers l'intérieur, comme l'eau est projetée au-dessus de la surface lors d'une explosion sous-marine.



La presque totalité des travaux rapportent que la présence ou l'absence de vessie natatoire chez les poissons-cibles constitue le facteur principal affectant la gravité des dommages. Les espèces de poissons possédant une vessie natatoire sont nettement plus susceptibles aux dommages causés par les explosions. De façon générale, les poissons à squelette osseux possèdent une vessie natatoire, alors que les myxines, les raies, les requins et autres poissons apparentés n'en ont pas. Chez ceux qui en possèdent, la structure et l'importance relative de cet organe peuvent varier. La vessie natatoire peut être très réduite en volume ou même totalement disparue chez des espèces de fond ou de rivière à courant (Hill, 1978).

L'examen des poissons tués lors d'explosions démontre que les organes détruits sont généralement repoussés vers l'extérieur du corps plutôt que vers l'intérieur. Cette observation suggère l'une ou l'autre des deux hypothèses suivantes:

1. une onde de pression négative résultant de la réflexion en surface de l'onde de choc initiale, ou des pulsations de la bulle de gaz provenant de l'explosion, aurait pour effet "d'aspirer" les organes brisés vers l'extérieur; la littérature suggère aussi que ce serait l'onde négative réfléchie qui pourrait être la source même des dommages (Hill, 1978) mais cela semble peu probable, compte-tenu que l'onde négative réfléchie est toujours inférieure à l'onde positive directe. Elle demeure cependant plausible du fait que c'est l'onde négative arrivant une fraction de seconde après l'onde positive qui provoque la plus forte différence instantanée de pression environnante.
2. le bris de la vessie natatoire serait plutôt dû à une hausse subite de pression à l'intérieur de la vessie qui provoquerait un "éclatement" du poisson (Kearns et Boyd, 1965). Cette hypothèse demeure également incertaine, mais elle est appuyée par des différences apparentes dans la nature des dommages causés aux poissons physostomes et physoclistes. Dans le cas de poissons physostomes, il semblerait que les dommages seraient di-

rectement causés par une hausse de pression dans la vessie natatoire résultant de la compression de gaz vers la vessie via la communication avec l'oesophage. Dans le cas de poissons physoclistes, on a également trouvé des poissons morts avec une vessie natatoire très distendue, entraînant même l'éjection de l'estomac par la bouche, mais cet effet pourrait résulter indirectement de l'explosion de la façon suivante: l'onde de choc négative de l'explosion aurait créé une cavitation dans le fluide cérébral, affectant l'orientation et le contrôle des poissons qui seraient remontés à la surface plus rapidement que ne le permet la capacité naturelle d'adaptation de la vessie natatoire, ce qui entraînerait un gonflement excessif de celle-ci avant la mort du poisson (Kearns et Boyd). Dans ce cas, la mort serait une conséquence indirecte de l'explosion.

De façon similaire, on rapporte aussi des mortalités qui pourraient résulter indirectement de l'explosion simplement par perte d'équilibre et hémorragie découlant d'une vessie natatoire endommagée ne permettant plus au poisson de se nourrir ou d'éviter les prédateurs (Falk et Lawrence, 1978).

Enfin, il faut mentionner que certains facteurs ont été reconnus comme affectant l'intensité des dommages:

- la taille des poissons, les poissons plus gros résistant mieux aux explosions que les petits;
- l'espèce de poisson, selon notamment la présence ou l'absence de vessie natatoire, la configuration physostome ou physocliste, l'épaisseur de la membrane de cette vessie et la dimension du tube raccordant la vessie et la trachée chez les poissons physostomes;
- l'orientation du poisson au moment de l'explosion, les poissons subissant plus de dommages lorsqu'ils sont orientés perpendiculairement à la charge explosive (Sakaguchi et al, 1976);
- la localisation du poisson par rapport à la charge et aux surfaces de réflexion (voir section 2.2).

### 3.2 Frayères et alevins

Au moins une étude a été faite pour évaluer les effets des explosions sur les oeufs des poissons (Kostyuchenko, 1973). Les résultats suggèrent que les oeufs seraient hautement susceptibles aux effets des explosions, mais ces travaux demeurent nettement trop restreints pour établir des généralités ou des méthodes d'évaluation a priori des impacts de travaux projetés. Il semble cependant certain que la résistance des oeufs varie significativement d'une espèce à l'autre.

Une autre étude (Rasmussen, 1967) a fait ressortir que les alevins semblaient peu susceptibles aux ondes résultants d'explosions jusqu'au moment où la vessie natatoire se développe. Il semble également y avoir des différences importantes chez les alevins d'espèces différentes.

### 3.3 Effets sur les mammifères marins

Les connaissances relatives aux effets des explosions sur les mammifères marins se limitent essentiellement à des conjectures découlant d'observations faites sous conditions expérimentales, sur des mammifères terrestres, en tenant compte des caractéristiques anatomiques des mammifères marins (Hill, 1978). Il est cependant établi que les explosions sous-marines peuvent être mortelles pour les mammifères marins puisqu'on rapporte des mortalités d'Otarries de Californie à la suite de travaux de dynamitage (Fitch et Young, 1948). Les travaux réalisés expérimentalement suggèrent que les sites de dommages principaux sont les organes contenant des gaz, soit les poumons, les oreilles (et sinus connexes) et certaines parties du petit intestin.

Les dommages aux poumons consistent principalement en des ruptures d'alvéoles et en des déchirures de sections complètes des poumons. Il en résulte des hémorragies importantes et/ou des embolies gazeuses, ces deux affections pouvant entraîner la mort.

On note de plus que la mort peut survenir longtemps après l'explosion, consé-  
quemment à des complications diverses telles des broncho-pneumonies dans des  
poumons endommagés ou des péritonites dues à la perforation des intestins  
(Hill, 1978).

La plupart des expériences réalisées sur des mammifères terrestres, s'appli-  
quaient à des animaux nageant en surface. Dans ces conditions, l'impulsion  
reçue par l'animal est relativement faible par rapport à la même explosion  
telle qu'elle serait reçue en profondeur (voir section 2.2). En effet, lors-  
que l'animal est près de la surface, l'onde négative réfléchiée en surface a  
pour effet d'abaisser l'onde de surpression presque à zéro, très peu de temps  
après sa réception par l'animal, diminuant ainsi l'impulsion de façon impor-  
tante. Il semble alors que, dans ces conditions, l'onde de surpression soit  
le facteur principal déterminant l'intensité des dommages.

En conditions de profondeur, il semble admis que l'impulsion constitue le fac-  
teur le plus déterminant de l'intensité des dommages. On ne connaît cependant  
pas suffisamment bien la susceptibilité des mammifères marins pour pouvoir  
évaluer a priori l'ampleur des dommages.

De façon générale, les caractéristiques anatomiques résultant de l'adaptation  
des mammifères marins aux pressions d'eau en profondeur tendent à rendre ces  
animaux plus résistants aux explosions. Ces caractéristiques incluent notam-  
ment des tissus de support et de protection plus forts pour les poumons et les  
cavités aériennes de la tête (oreilles et cavités connexes). Cependant, ces  
animaux ont aussi une cage thoracique plus flexible que les mammifères terres-  
tres, de façon à mieux s'adapter aux pressions en plongée. Cette flexibilité  
réduit la protection des poumons en cas de hausses de pression instantanées.

Il se pourrait également que les pinnipèdes puissent mieux résister aux explo-  
sions que certains cétacés du fait qu'ils plongent généralement après avoir  
chassé l'air de leurs poumons, contrairement à certains cétacés qui plongent  
après inspiration (Ridgway, 1972).

Les cavités de la tête possèdent également certaines protections particulières chez les cétacés et pinnipèdes au niveau de l'oreille externe et de l'oreille moyenne. Il semblerait cependant que le tympan de ces animaux pourrait être endommagé par les ondes de choc résultant d'explosion. On ignore dans quelle mesure ces organes sont vitaux pour les pinnipèdes et les baleines à fanons. Par contre, il semble que les baleines à dents, chez qui le tympan n'est pas fonctionnel, se guideraient par écho-localisation pour la navigation et la chasse. Chez ces espèces, toute atteinte sérieuse au système auditif pourrait donc être fatale à long terme.

Pour ce qui est des dommages aux intestins, ils pourraient être moindres chez les mammifères marins que chez les espèces terrestres. La littérature ne semble pas rapporter, chez les mammifères marins, la présence de poches de gaz comme il est normal d'en rencontrer dans le petit intestin des mammifères terrestres (Hill, 1978). Les risques de rupture de la paroi intestinale seraient ainsi réduits, ce qui diminueraient conséquemment les complications telles les péritonites.

Enfin, il semble que chez les mammifères comme chez les poissons les spécimens plus gros résisteraient mieux aux explosions que les petits.

#### 4. EVALUATION DES DISTANCES LETALES

Quelques modèles ont été élaborés pour permettre d'évaluer les distances létales de la faune aquatique (poissons, mammifères, oiseaux...) des charges explosives. On entend par distance létale, la distance à l'intérieur de laquelle 50% des organismes sont tués sur le coup. Cette distance constitue en fait une limite à l'intérieur de laquelle pratiquement tous les organismes décèderont des suites de

l'explosion puisque les 50% qui ne sont pas tués sur le coup seront généralement affectés au point de mourir des suites des blessures causées (hémorragies, péritonites, etc.) où seront perturbés de façon à être anormalement vulnérables à la prédation ou incapables de chasser pour se nourrir.

Les modèles proposés jusqu'ici s'appliquent aux explosions de charges sphériques suspendues dans l'eau. Ces explosions produisent des effets qu'il est plus facile de prévoir en raison du nombre beaucoup plus restreint de variables à considérer. Toutefois, beaucoup des explosions devant être réalisées en milieu hydrique pour fins de construction subséquente se font plutôt par charges confinées dans le roc. Les conditions sont alors très différentes puisqu'en plus du confinement même des charges, la géométrie de celles-ci est alors modifiée, les charges confinées étant généralement cylindriques plutôt que sphériques.

#### 4.1 Charges sphériques suspendues

Plusieurs approches ont été retenues pour l'élaboration de modèles de prévision des distances létales. Sakaguchi et al. (1976) proposent un critère basé sur la densité du flux d'énergie, indiquant un niveau léthal à 300 joules/m<sup>2</sup>.

Se basant sur ce critère, McLennan (1977) a proposé un modèle simple reliant la charge à la distance létale, celle-ci se définissant par le critère de 300 joules/m<sup>2</sup>. Ce modèle donne la distance létale par l'équation suivante:

$$D_1 = 15,47 \times C^{0,496}$$

ou  $D_1$  = distance létale (mètres)

$C$  = charge d'explosifs (kg)

Ce modèle n'est proposé que pour les charges sphériques suspendues en conditions d'absence de réflexions de fond ou de surface. Confronté à des résultats expérimentaux, ce modèle s'est avéré peu fiable, particulièrement en zones peu profondes. Il ne devrait donc pas être retenu lorsque les données disponibles permettent l'utilisation d'un modèle plus élaboré et plus précis.

Un tel modèle a été proposé par Yelverton (1975), utilisant l'impulsion comme indicateur de l'intensité des dommages. Le modèle de Yelverton a été élaboré à la suite de nombreux tests en conditions expérimentales réalisées sur des poissons, des mammifères et des oiseaux aquatiques. Le modèle tient compte des variables suivantes:

- la taille moyenne des poissons (ou critères pré-déterminés pour l'impulsion dommageable dans le cas de mammifères marins);
- la profondeur de l'organisme-cible;
- le poids de la charge explosive;
- la profondeur de détonation.

La détermination de la distance létale se fait de la façon suivante:

1. déterminer l'impulsion correspondant au degré de protection voulu de la faune aquatique; pour les poissons, utiliser la figure 11 selon la taille moyenne de l'espèce concernée. Pour les mammifères marins, se référer au tableau 1;
2. déterminer "l'impulsion pondérée" en divisant l'impulsion par la racine cubique de la charge:

$$I_p = \frac{I}{C^{1/3}} = \frac{I}{\sqrt[3]{C}}$$

où  $I_p$  = Impulsion pondérée

$I$  = Impulsion (bar-msec.)

$C$  = Charge d'explosif (kg)

3. calculer "l'indice de vulnérabilité" (V) dérivé de la profondeur de l'organisme, la profondeur et la grosseur de la charge, de la façon suivante:

$$V = \frac{P_o \times P_d}{C^{2/3}}$$

où V = Indice de vulnérabilité

P<sub>o</sub> = Profondeur de l'organisme-cible (mètres)

P<sub>d</sub> = Profondeur de détonation (mètres)

C = Poids de la charge (kg)

4. à l'aide de la figure 12, déterminer, selon l'indice de vulnérabilité, la valeur de la "distance létale pondérée" correspondant à l'impulsion pondérée calculée à la 2<sup>o</sup> étape;

5. calculer la distance létale en multipliant la "distance létale pondérée" par la racine cubique de la charge:

$$Dl = Dlp \times C^{1/3} = Dlp \times \sqrt[3]{C}$$

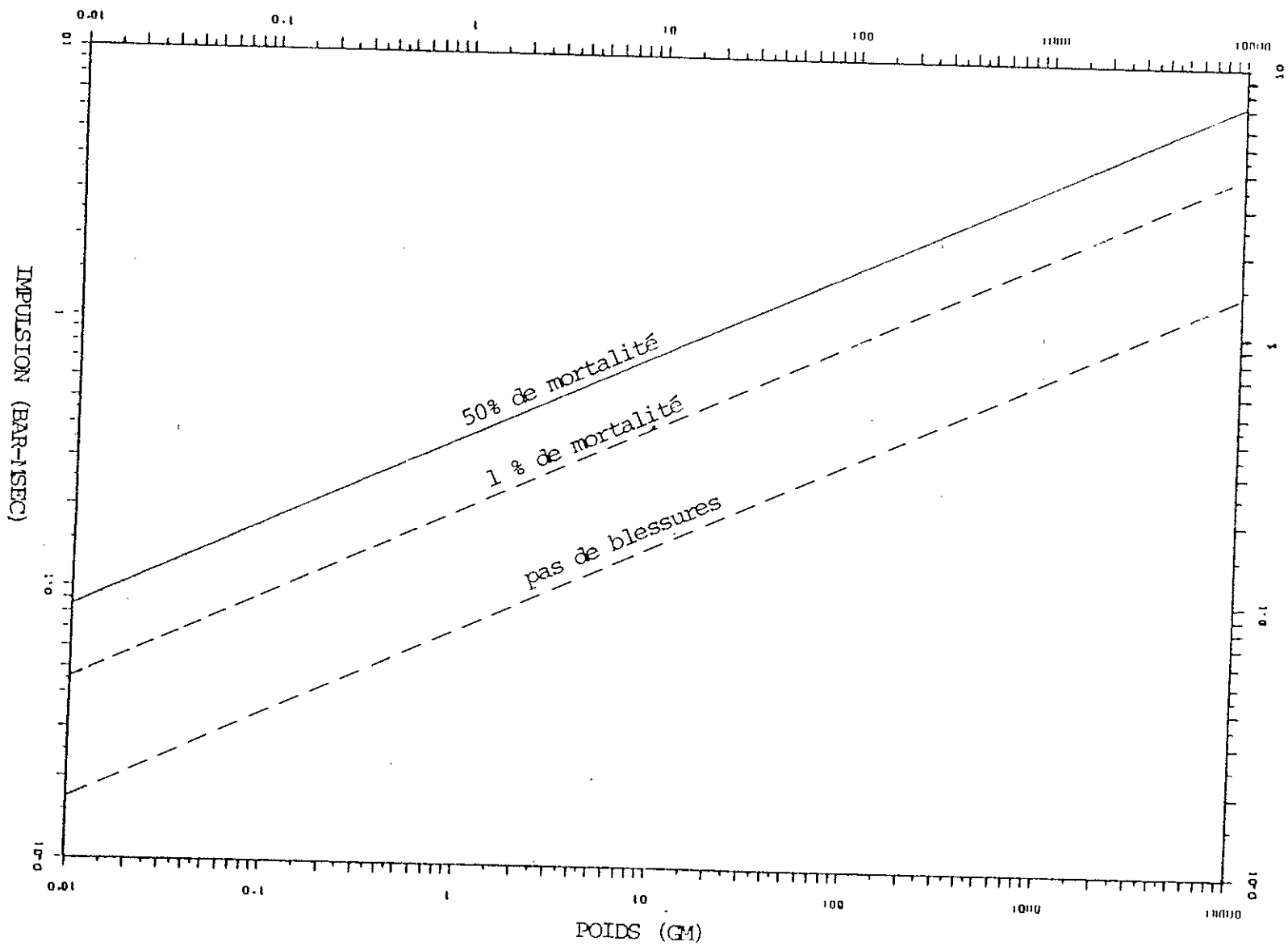
ou: Dl = distance létale (selon le degré de protection déterminé à la 1<sup>o</sup> étape) (mètres)

Dlp = distance létale pondérée

C = poids de la charge d'explosif (kg)



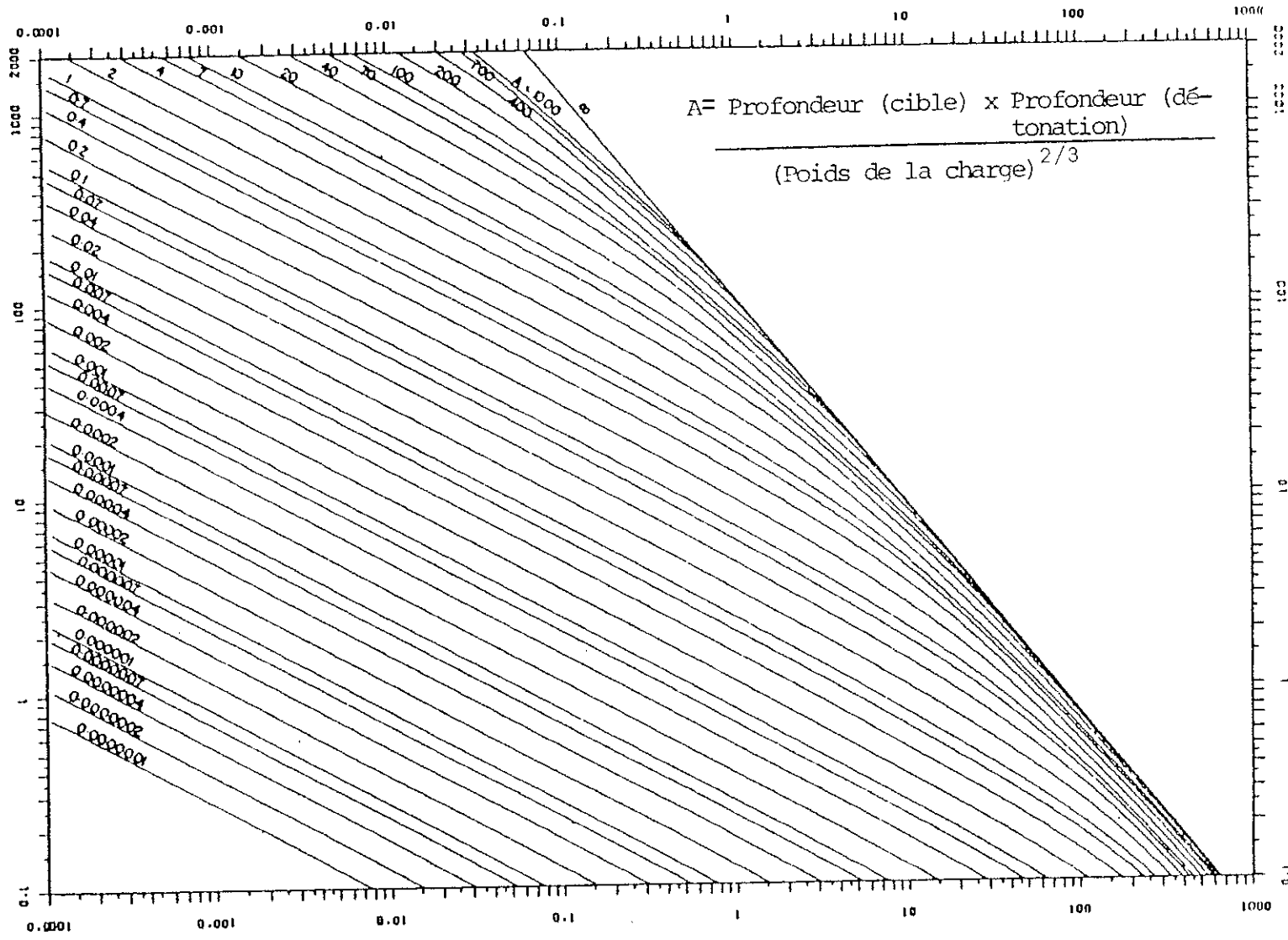
FIGURE 11



Impulsion létale vs le poids des poissons (d'après Yelverton et al., 1975)

DISTANCE LÉTALE PONDERÉE

DISTANCE LÉTALE (M) / Racine cubique du poids de la charge (KG)



IMPULSION (BAR-MSEC) / Racine cubique du poids de la charge (KG)

FIGURE 12

TABLEAU 1: DOMMAGES CAUSÉS AUX MAMMIFÈRES  
MARINS NAGEANT SOUS L'EAU SELON  
L'IMPULSION

<u>IMPULSION</u> (bar-msec)	<u>DOMMAGES CAUSÉS</u>
2.76	Pas de mortalité. Haute incidence de blessures modérément sévères, incluant des ruptures des tympans. Les animaux devraient récupérer.
1.38	Haute incidence de blessures légères, incluant des ruptures des tympans. Les animaux récupéreront.
0,69	Faible incidence de blessures sans gravité . Pas de rupture des tympans.
0,34	Niveau sécuritaire. Pas de blessures.

Ce modèle s'est avéré relativement précis lors de vérifications expérimentales. Toutefois, le modèle sous-estime la distance létale dans les cas suivants:

- faible profondeur d'eau (moins de 5 fois la profondeur de la charge ou des organismes-cibles);
- fond de roc ou de matériel dur, produisant de fortes réflexions de l'onde de supression entraînant une augmentation importante de l'impulsion;
- explosions en conditions de glace épaisse à la surface de l'eau.

Sous ces conditions, la distance obtenue par l'application du modèle de Yelverton doit être doublée pour conserver une marge de sécurité raisonnable (Wright, 1980). Enfin, il convient de mentionner que ce modèle ne tient pas compte du type d'explosif utilisé. Ainsi, il s'applique bien aux explosifs à haute vitesse de détonation (jusqu'à 7300 m/sec) mais peut surestimer les distances létales pour des explosifs à faible vitesse de détonation (de l'ordre de 1800 m/sec), telle que la poudre noire.

#### 4.2 Charges confinées

Il ne semble exister aucun modèle précis pour le calcul des distances létales à partir de charges confinées sous l'eau. Cette lacune s'explique par le nombre élevé de variables dont le modèle doit tenir compte et la complexité des interrelations de ces variables. En plus des facteurs considérés dans le cas des charges sphériques suspendues, un tel modèle devrait en effet considérer les éléments suivants:

- l'accouplement entre l'explosif et le roc (soit à travers un anneau d'air ou un anneau d'eau);

- la géométrie de la charge (généralement cylindrique), les points d'initiation et la vitesse de détonation;
- la réaction du roc à la poussée de l'explosion (selon les propriétés élastiques du roc en cause);
- l'interaction entre le roc et l'eau à l'interface;

A partir de quelques mesures réalisées sur le terrain par différents auteurs et en conditions variables, Comeau (1979) a proposé qu'on pouvait appliquer un facteur de 0,1 aux pressions de pointe obtenues par charges suspendues, lorsque les charges étaient confinées. Cette assertion demeure cependant très discutable puisqu'elle repose sur une approche essentiellement empirique à partir d'un nombre très restreint d'observations (5). De plus, ce facteur ne tient aucun compte des différentes variables pouvant influencer grandement les résultats (type d'explosif, vitesse de détonation, taux de chargement, etc.) et ne s'applique qu'à la pression de pointe, et non à l'impulsion qui demeure le meilleur indicateur pour les dommages à la faune. Ce facteur pourrait donc être utilisé à titre d'indice pour un ordre de grandeur, mais non en vue de prévisions précises. Goertner (1981) a d'ailleurs obtenu un coefficient de l'ordre de 0.18, et indique que les principaux effets du confinement de la charge sont un abaissement de la pression de pointe et une augmentation de la durée de la pulsation initiale résultant de l'explosion. L'impulsion résultante ne serait donc pas réduite de façon très importante.

#### 4.3 Exemples de calculs de distances létales

Exemple no 1: Une charge sphérique de 5 kg d'explosifs est suspendue à une profondeur de 2 m sous l'eau. La profondeur du fond est de 15 mètres. On doit calculer la distance létale pour des perchaudes d'un poids moyen de 200 grammes nageant dans les premiers 10 mètres de la surface. Le calcul de la distance létale se fait de la façon suivante:

1. Pour une mortalité anticipée de 50%, la figure 11 nous indique, pour des poissons de 200 grammes, une impulsion de 2,0 bar-msec.;

2. L'impulsion pondérée est calculée par l'équation  $I_p = \frac{I}{\sqrt[3]{C}}$ , soit

$$I_p = \frac{2.0}{\sqrt[3]{5}} = \frac{2.0}{1.71} = 1,17$$

3. L'indice de vulnérabilité V est calculé selon:

$$V = \frac{P_o \times P_d}{C^{2/3}}, \text{ soit } V = \frac{10 \times 2}{2,92} = 6,85$$

4. Selon la figure 12, une impulsion pondérée de 2.0 correspond, pour un indice de vulnérabilité de 6,85 à une distance létale pondérée d'environ 27 mètres.

5. La distance létale réelle s'obtient par:

$$D_l = D_{lp} \times \sqrt[3]{C} = 27 \times \sqrt[3]{5} = 46 \text{ m.}$$

6. Les poissons nageant près du fond (5 mètres) on devra doubler la valeur obtenue soit  $46 \times 2 = 92$  mètres (pour 50% de mortalité sur le coup).

### Exemple no 2:

Une charge sphérique de 30 kg est suspendue à une profondeur de 12 mètres dans un plan d'eau de 65 m de profondeur. On veut calculer la distance sécuritaire pour la protection d'une population de bélugas nageant à une profondeur n'excédant pas 10 mètres.

1. Selon le tableau 1, on retiendra une impulsion de 0,34 bar-msec de façon à protéger entièrement les bélugas;

2. L'impulsion pondérée sera:

$$I_p = \frac{I}{\sqrt[3]{C}} = \frac{0,34}{\sqrt[3]{30}} = \frac{0,34}{3,107} = 0,1094$$

3. L'indice de vulnérabilité  $V$  est calculé selon:

$$V = \frac{P_o \times P_d}{C^{2/3}} = \frac{10 \times 12}{(30)^{2/3}} = \frac{120}{9,65} = 12,4$$

4. Selon la figure 12, une impulsion pondérée de 0,1094 correspond pour un indice de vulnérabilité de 12,4 à une distance létale pondérée d'environ 180 mètres.

5. La distance létale réelle s'obtient par:

$$D_l = D_{lp} \times \sqrt[3]{C} = 180 \times \sqrt[3]{30} = 180 \times 3,107 = 560 \text{ m}$$

La distance sécuritaire est donc de 560 m.

## 5. MESURES DE MITIGATION ET METHODES DE REMPLACEMENT

A partir de la connaissance des phénomènes reliés aux explosions en milieu hydrique, plusieurs mesures de mitigation ont été proposées pour protéger la faune aquatique. De plus, il existe également des méthodes de remplacement.

### 5.1 Mesures de mitigation

Les principales mesures de mitigation ayant été proposées sont les suivantes:

- Choix d'un explosif à faible vitesse de détonation, tels que la poudre noire. Même s'ils ne réduisent pas l'impulsion de façon très importante, ces explosifs produisent une pression de pointe très inférieure à la charge équivalente d'un explosif à haute vitesse de détonation. Les risques pour la faune en sont ainsi réduits.

- Explosions à micro-retards: cette technique consiste à faire sauter les charges mises en place selon une séquence pré-déterminée, avec un délai (de 8 à 3050 msec.) entre chacune des charges. Cette technique, en plus d'accroître l'efficacité du sautage, a pour effet de diminuer la pression de pointe en produisant plusieurs ondes de pression moyenne plutôt qu'une seule onde de très haute pression.
  
- Calcul adéquat des charges. Il s'agit en fait de n'utiliser que la quantité requise d'explosif et de minimiser ainsi les pertes d'énergie sous forme d'ondes propagées dans le milieu (voir figure 1). Ce calcul doit évidemment tenir compte des résultats escomptés en ce qui a trait à la fragmentation et au déplacement du matériel à faire sauter. L'annexe A indique comment calculer le fardeau (quantité de matériel à déplacer) des charges confinées sous l'eau et les taux habituels de chargement pour de tels sautages.
  
- Bourrage adéquat des trous de forages; les trous de forage (dans le cas des charges confinées) constitue une voie privilégiée de dissipation de l'énergie de l'explosion. Il en résulte que l'onde canalisée dans le trou de forage peut produire une onde de choc supérieure à celle produite à travers le roc brisé par l'explosion. Il convient donc de minimiser cette perte d'énergie en bourrant adéquatement les trous de forage, avec du matériel granulaire (sable, gravier...), de préférence angulaire (tel du concassé). On suggère aussi de placer directement au-dessus de la charge, un morceau de bois de diamètre comparable au trou de forage et d'une longueur de 15 à 20 cm., pour ensuite mettre le bourrage granulaire. Cette pratique réduit encore davantage la dissipation de l'onde de choc.
  
- Les charges-écrans: il s'agit de faire sauter de petites charges situées entre les charges principales et les organismes vivants à protéger, et ce, quelques millisecondes à quelques secondes avant la mise à feu des charges principales. Cette technique peut avoir pour effet de diminuer l'onde de



choc produite par les charges principales. Toutefois, cette technique ne semble pas avoir fait ses preuves et on mentionne qu'elle peut avoir pour effet d'augmenter l'onde de choc résultante, plutôt que de la diminuer, en raison de la réflexion de l'onde produite par les premières charges (Denis Bouchard, Hydro-Québec, comm. pers., sept. 1983). Cet effet indésirable peut cependant être évité en laissant un délai de quelques secondes entre les deux explosions. De cette façon, la seconde onde de choc survient à un moment où la première, de pression relativement faible, est éloignée (ondes directes et réfléchies) mais où le milieu est encore perturbé (eau mêlée de roches et de gaz), ce qui diminue considérablement sa capacité de propager l'onde de choc de l'explosion principale (milieu non-homogène).

- Les rideaux de bulles d'air comprimés sont une variante de la technique des charges-écrans. Il s'agit de perturber le milieu transmetteur de l'onde de choc (l'eau) en y produisant un rideau de bulles d'air à l'aide de tuyaux perforés (disposés entre la charge explosive et les organismes vivants à protéger) dans lequel on injecte de l'air comprimé. L'efficacité de cette technique dépend du nombre et de la concentration de ces bulles d'air comprimé. On note à propos de cette technique qu'il est important de n'injecter l'air comprimé que quelques instants avant l'explosion, faute de quoi les bulles d'air constituent une attraction pour les poissons qui se rapprochent alors de la charge explosive. De plus, bien que cette technique soit reconnue efficace pour la protection de structures (murs de béton, digues, etc.), son efficacité pour la protection de la faune aquatique ne semble pas réellement démontrée.
  
- Eloignement de la faune aquatique par des moyens mécaniques ou autres (génération d'ultra-sons, etc.). Ces techniques sont généralement peu efficaces, surtout en eau profonde. De plus, l'agitation de l'eau ou la production de bruit ont souvent l'effet contraire à ce qui est désiré, c'est-à-dire qu'ils constituent souvent une attraction pour les poissons et mammifères marins (Hill, 1978).

- Période des travaux en fonction de la fraie des poissons, des migrations, de la présence d'oeufs, etc...

## 5.2 Méthodes de remplacement

Lorsqu'il est possible de réaliser les travaux projetés sans utiliser d'explosifs, cette solution devra être privilégiée, particulièrement dans les cas où des ressources fauniques d'intérêt particulier peuvent être menacées.

Dans les zones à faible profondeur d'eau, il est souvent possible de réaliser les travaux à sec.

Lorsqu'il est possible de le faire, on devra donc utiliser plutôt des dragues pour le creusage du matériel de fond si la nature de celui-ci le permet.

Dans les zones à faible profondeur d'eau, il est souvent possible de réaliser les travaux à sec, soit par l'utilisation de batardeaux ou par le détournement temporaire des eaux dans le cas de ruisseaux ou de rivières. Cette pratique réduira de beaucoup les impacts liés à l'utilisation d'explosifs.

Enfin, lorsque les contraintes de fragmentation et de déplacement le permettent, on pourra utiliser, plutôt que des explosifs, des agents de démolition non-explosifs. Il s'agit de substances sous forme de poudre, qui, lorsque mélangées à l'eau, prennent de l'expansion avec une force suffisante pour fragmenter en quelques heures les matières solides (roc, béton) à l'intérieur desquelles on les a confinées. L'annexe C fournit des renseignements détaillés sur un de ces agents de démolition.

## 6. AUTRES EFFETS DES EXPLOSIONS EN MILIEU HYDRIQUE

### 6.1 Effets thermiques

Tel qu'illustré à la figure 1, une partie de l'énergie explosive est dissipée sous forme de chaleur. Lorsque l'explosion se produit sous l'eau, cette énergie thermique entraîne donc un réchauffement de l'eau. Très peu de travaux semblent avoir été réalisés en vue de déterminer l'ampleur de ce réchauffement. On rapporte cependant qu'en raison des turbulences créées par l'expansion rapide des gaz de l'explosion, le réchauffement est très rapidement dissipé dans la masse d'eau et n'entraîne en fait, qu'un réchauffement de faible importance et de courte durée (Young, 1973).

A titre d'exemple, une charge de 6,8 kg de Pentolite n'a entraîné qu'une hausse de température n'excédant pas 20°C, et d'une durée inférieure à 2 minutes. Considérant les effets mécaniques de l'onde de choc résultant de l'explosion, les effets thermiques de ceux-ci ne représentent donc pas un effet néfaste additionnel significatif.

### 6.2 Pollution chimique

En plus des effets mécaniques et thermiques, les explosions engendrent également une pollution chimique résultant de la combustion plus ou moins complète de l'explosif. L'existence de gaz toxiques dans ces produits de combustion a fait ressortir la nécessité d'une classification des explosifs selon la "qualité" de leurs fumées de tir, principalement à l'égard de leur utilisation possible en milieu confiné, telles les galeries de mines.

Cette classification s'établit selon le volume de gaz nocifs produits par cartouche de 1.25 x 8 pouces (3.2 x 20 cm) selon les critères suivants de l'Institute of Makers of Explosives (I.M.E.) (C.I.L., 1971):

- 1<sup>o</sup> classe: 0 - 0,16 pi<sup>3</sup>/cartouche (0 - 4530 cm<sup>3</sup>)
- 2<sup>o</sup> classe: 0,16 - 0,33 pi<sup>3</sup>/cartouche (4530 - 9340 cm<sup>3</sup>)
- 3<sup>o</sup> classe: 0,33 - 0,67 pi<sup>3</sup>/cartouche (9340 - 18970 cm<sup>3</sup>)
- 3 + : plus de 0,67 pi<sup>3</sup>/cartouche (plus de 18970 cm<sup>3</sup>)

Lorsque les explosions ont lieu sous l'eau, une partie des gaz produits peut être transférée à l'eau ambiante lors des oscillations de la bulle de gaz, mais on indique que la plus grande partie de ces gaz sont expulsés dans l'atmosphère à l'arrivée de la bulle de gaz à la surface de l'eau. Le tableau 2 énumère les principaux gaz produits par 3 types d'explosifs, de même que les concentrations habituelles de ces gaz dans l'atmosphère.

Parmi ces gaz, le cyanure d'hydrogène présente un intérêt particulier du fait de sa toxicité à de faibles concentrations, mais d'autres gaz présentent aussi un potentiel de risque pour la santé. Le tableau 3 compare la concentration des divers gaz produits par une charge de TNT dans la couronne de fumées produite par l'explosion, les concentrations habituelles dans l'atmosphère et, lorsqu'elles existent, les concentrations limites pour l'air en milieu de travail (normes de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists, pour une exposition de 8 heures par jour, 40 heures par semaine). Comme on peut le constater, les concentrations des gaz produits par l'explosion sont toutes inférieures, dans la colonne de fumée, aux concentrations normales dans l'atmosphère ou aux normes recommandées pour le milieu de travail, à l'exception du monoxyde de carbone. Toutefois, la norme de 50 ppm représente une valeur proposée pour une exposition de 8 heures. La norme proposée par L'ACGIH pour une durée n'excédant pas 15 minutes, est de 400 ppm. Considérant la dispersion atmosphérique rapide des fumées de tir en milieu ouvert, une concentration de l'ordre de celle obtenue par Young (1973) ne devrait donc pas constituer un danger significatif pour la santé.

Malgré les remarques précédentes, il faut indiquer que les nouvelles formulations d'explosifs contenant notamment de l'aluminium, des nitrates, des perchlorates, etc., produisent des fumées dont la composition est moins bien connue et pourrait constituer un risque significatif.

TABLEAU 2: Proportion des principaux gaz produits par différents types d'explosifs (% par volume) (Young, 1973).

Gaz	Formule	Explosifs*			Concentration dans l'atmosphère
		PETN	HMX	TNT	
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	30,28	17,82	18,12	0,03
Monoxyde de carbone	CO	14,67	9,83	28,72	0,00001
Azote	N <sub>2</sub>	17,78	34,15	19,14	78,1
Eau	H <sub>2</sub> O	33,56	29,51	22,28	0-3
Hydrogène	H <sub>2</sub>	3,15	2,73	6,70	0,00005
Ammoniac	NH <sub>3</sub>	0,51	5,52	2,34	0,000000002
Méthane	CH <sub>4</sub>	0,04	0,36	1,44	0,00014
Cyanure d'hydrogène	HCN	-	0,07	0,29	-
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	-	0,01	0,05	-

\* PETN = C<sub>5</sub> H<sub>8</sub> N<sub>4</sub> O<sub>12</sub>  
 HMX = C<sub>4</sub> H<sub>8</sub> N<sub>8</sub> O<sub>8</sub>  
 TNT = C<sub>7</sub> H<sub>5</sub> N<sub>3</sub> O<sub>6</sub>

TABLEAU 3: Concentrations de gaz dans les fumées de tir d'une charge de TNT et dans l'atmosphère, et normes de qualité de l'air du milieu de travail (selon Young 1973).

Gaz	Formule	Concentrations (ppm par volume)		
		Fumées (TNT)	Atmosphère	Norme *
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	329	316	5 000
Monoxyde de carbone	CO	522	0,1	50
Azote	N <sub>2</sub>	348	781 000	-
Eau	H <sub>2</sub> O	405	20 000	-
Hydrogène	H <sub>2</sub>	122	0,5	A
Ammoniac	NH <sub>3</sub>	42,5	0,00002	50
Méthane	CH <sub>4</sub>	26,2	1,4	A
Cyanure d'hydrogène	HCN	5,3	-	10
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0,98	-	A

\* Selon ACGIH, 1982 (TLV's).

A = Asphyxiant simple inerte

Pour ce qui concerne la pollution de l'eau pouvant résulter de l'explosion, il ne semble pas possible de l'évaluer avec précision. Toutefois, considérant que l'essentiel des gaz est expulsé dans l'atmosphère, et tenant compte des effets mécaniques de l'explosion, il ne semble pas que la pollution chimique devrait constituer un impact additionnel majeur. Il n'en demeure pas moins que de tels travaux entraînent une détérioration certaine de la qualité de l'eau, non seulement par diffusion des gaz produits, mais aussi par augmentation importante de la turbidité.

A N N E X E    A

Calcul des charges pour des  
explosions en milieu hydrique



ANNEXE A: Calcul des charges pour les explosions en milieu hydrique

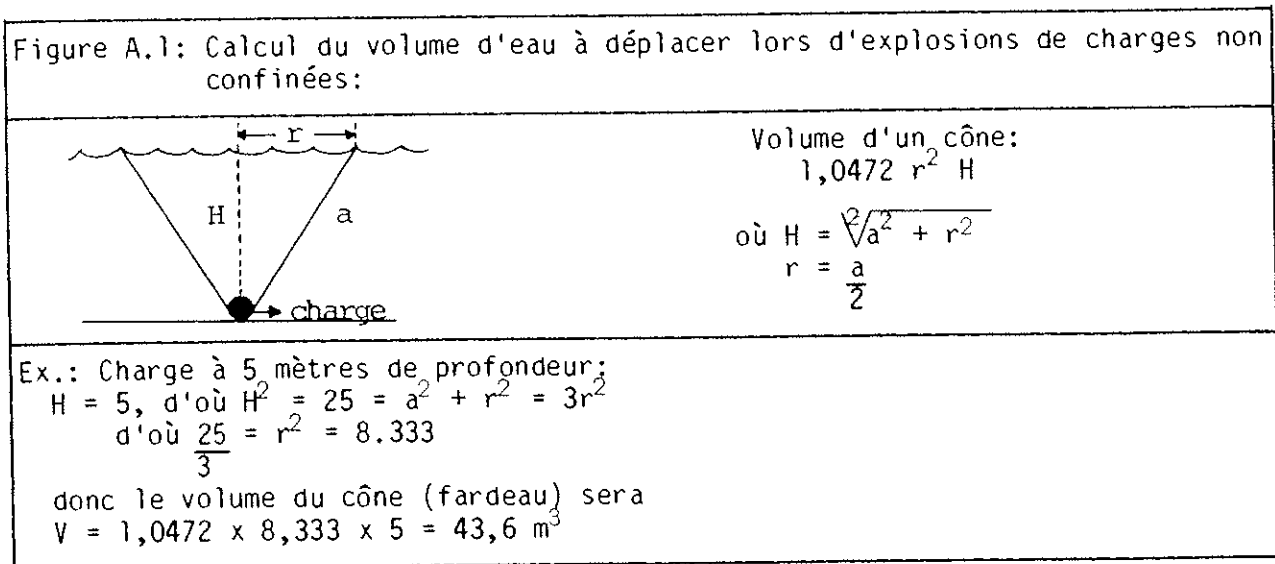
Le calcul des charges à utiliser se fait selon le volume de matériel (roc, terre...) et d'eau à soulever et selon des taux de chargements recommandés en fonction d'objectifs de fragmentation et de déplacement. Le tableau ci-dessous indique les taux habituels de chargement pour des explosifs en milieu hydrique.

Tableau A: Taux de chargement recommandés pour les explosions en milieu hydrique*				
Travaux	Matériel à dynamiter	Trous de forage		Charge (kg/m <sup>3</sup> )
		diamètre (cm)	espacement (mètres)	
Traversée de rivière (pipeline, câble sous-marin, etc.)	Sable / gravier	-	-	1,2 à 2,4 (eau seulement)
	Gravier / rocaille	10 à 15	1,5 à 2,0	1,8 à 2,4
	Roc	10 à 15	0,9 à 1,3	1,8 à 2,4 (roc et eau)
Creusage du fond marin	Roc	6 à 15	3,0	1,2 à 3,0 (roc seulement, selon la profondeur d'eau)

\* Selon le manuel des explosifs C.I.L., 3<sup>e</sup> édition

La détermination des charges dépend de leur disposition et de la nature des travaux projetés. Pour une indication plus précise des charges requises, on aura avantage à se référer aux manuels des explosifs des compagnies (C.I.L., Du Pont).

Dans le cas des charges confinées, le calcul du fardeau (roc et eau, ou roc seulement) se fait directement en divisant le volume de roc à déplacer (et de l'eau au-dessus de ce roc lorsque les indications de charges incluent aussi l'eau) par le total des charges explosives. Dans le cas de charges non-confinées (déposées sur le fond) où seul le volume d'eau doit être considéré, on calcule celui-ci selon un déplacement d'eau de section formant un triangle équilatéral renversé dont le sommet est situé sur la charge, la hauteur étant la profondeur d'eau tel qu'illustré à la figure suivante:



Le calcul de la charge réelle d'explosifs doit se faire en tenant compte de la densité de l'explosif en cause. On obtient donc la charge réelle d'explosifs en multipliant le volume d'explosifs utilisé par sa densité. De plus, on tiendra compte du bourrage de l'explosif qui augmente le diamètre de l'explosif. Pour fins de calculs, on retient habituellement un diamètre à mi-chemin entre le diamètre initial des cartouches et le diamètre du trou (les agents de sautage en vrac remplissent complètement les trous de forage).

Exemple:

Un trou de forage de 15 cm est rempli d'un explosif dont les cartouches ont un diamètre de 13 cm et une densité de 1,28 g/cm<sup>3</sup>. Le trou a une profondeur totale de 4 mètres et les explosifs sont bourrés jusqu'à un (1) mètre du bord du trou. La charge réelle d'explosifs sera obtenue en multipliant le volume d'explosifs (volume d'un cylindre de 14 cm x 3 mètres) par la densité de l'explosif, soit:

$$\text{volume d'un cylindre: } 3.1416 \times r^2 \times H,$$
$$\text{soit } 3.1416 \times \left(\frac{14}{2}\right)^2 \times 300 \text{ (cm)} = 46182 \text{ cm}^3$$

A une densité de 1,0 g/cm<sup>3</sup>, on obtient une masse de 46182 gr., ou 46,182 kg d'explosifs. La densité de l'explosif en cause étant de 1,28, la charge réelle d'explosifs sera de:

$$46,182 \text{ kg} \times 1,28 = 59,11 \text{ kg}$$

Le tableau A.2 donne les valeurs des charges d'explosifs par mètre de trous de forage selon le diamètre de la charge après bourrage, pour des charges de 1,0 g/cm<sup>3</sup>. On obtiendra donc les charges réelles en multipliant les valeurs de ce tableau par la densité de l'explosif utilisé et par la hauteur de la charge (en mètres) dans les trous de forage.

Enfin, le volume de roc à déplacer par charge se calcule simplement en multipliant l'épaisseur de roc à déplacer par l'intervalle entre les trous de forage.

TABLEAU A.2: Valeurs des charges d'explosifs (d'une densité de  $1,0 \text{ g/cm}^3$ ) par mètre de trous de forage selon le diamètre de la charge après bourrage.

Diamètre de la charge (cm)	Charge (kg)	Diamètre de la charge (cm)	Charge (kg)
2,0	0,31	24,0	45,24
2,5	0,49	24,5	47,14
3,0	0,71	25,0	49,09
3,5	0,96	25,5	51,07
4,0	1,26	26,0	53,09
4,5	1,59	26,5	55,15
5,0	1,96	27,0	57,26
5,5	2,38	27,5	59,40
6,0	2,83	28,0	61,58
6,5	3,32	28,5	63,79
7,0	3,85	29,0	66,05
7,5	4,42	29,5	68,35
8,0	5,03	30,0	70,69
8,5	5,67	30,5	73,06
9,0	6,36	31,0	75,48
9,5	7,09	31,5	77,93
10,0	7,85	32,0	80,42
10,5	8,66	32,5	82,96
11,0	9,50	33,0	85,53
11,5	10,39	33,5	88,14
12,0	11,31	34,0	90,79
12,5	12,27	34,5	93,48
13,0	13,27	35,0	96,21
13,5	14,31	35,5	98,98
14,0	15,39	36,0	101,79
14,5	16,51	36,5	104,63
15,0	17,67	37,0	107,52
15,5	18,87	37,5	110,45
16,0	20,11	38,0	113,41
16,5	21,38	38,5	116,42
17,0	22,70	39,0	119,46
17,5	24,05	39,5	122,54
18,0	25,45	40,0	125,66
18,5	26,88	40,5	128,82
19,0	28,35	41,0	132,03
19,5	29,86	41,5	135,27
20,0	31,42	42,0	138,54
20,5	33,01	42,5	141,86
21,0	34,64	43,0	145,22
21,5	36,31	43,5	148,62
22,0	38,01	44,0	152,05
22,5	39,76	44,5	155,53
23,0	41,55	45,0	159,04
23,5	43,37		

## A N N E X E B

### Propriétés des explosifs et agents de sautage

NOTE: Les renseignements inclus dans cette annexe sont fournis par les compagnies fabriquant les explosifs et agents de sautage. Comme la gamme de produits offerts par ces manufacturiers évolue constamment, on devra pour les explosifs ou agents de sautage qui ne seraient pas listés dans cette annexe, se référer aux indications du manufacturier.

TABLEAU IV — **PROPRIÉTÉS DES EXPLOSIFS**

Type	Marque	Qualité	Nombre de cartouches par caisse de 50 lb					Résistance à l'eau	Classe des fumées du (1)	Vitesse moyenne de la détonation en pieds/seconde	Caractéristiques physiques
			1/2" x 8" (1)	1" x 8" (1)	1 1/2" x 8" (1)	1 3/4" x 8" (1)	1 7/8" x 8" (1)				
Dynamite	C-I-L Ditching Dynamite	50%	—	—	—	110	80	Excellente	3-	17,600	Très cohérente
	DYNAMER	40% 50% 60% 70%	216 224 226 229	171 173 174 176	140 141 142 144	110 114 115 116	79 80 81 82	Assez bonne " " "	3 3 3 3	11,800 12,500 13,800 14,400	Cohérente " " "
Antronic-Dynamites	Ammonia Dynamite	20% à 30%	243	189	150	121	86	Médiocre	2	6,800 (1)	Assez cohérente
		40%	250	196	156	126	90	"	"	7,500	"
		50%	258	204	163	131	93	"	2	7,800	"
		60%	258	204	163	131	93	"	1	8,200	"
	BELITS-A	60%	240	186	158	120	83	Assez bonne	1	9,200	"
	BELITS-B	60%	—	203	161	130	93	"	1	8,500	"
	STOPFITE	25% à 40%	270	222	180	146	101	Médiocre	1	5,900 (1) 7,200	Assez cohérente
		45% à 65%	270	222	180	146	103	"	1	7,600 (1) 9,000	"
		70%	291	242	193	156	114	"	1	8,000	"
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Slumping Powder	20%	—	—	—	137	—	Médiocre	3	5,800	Granulaire	
	BLASTOL	60%	—	—	—	158	—	Assez bonne	3-	11,000	Assez cohérente
Semi-gelatinés	CILGEL-C	70%	247	197	139	128	92	Assez bonne	1	12,300	Assez pâteuse
	CILGEL-B	70%	234	183	142	117	83	Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse
	DYSEL	75%	234	183	145	117	83	Assez bonne	1	14,900	Assez pâteuse
	PRIMITE	70%	—	—	—	—	—	Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse
		—	—	—	—	—	—	Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse

508

Gelatinés	SHEAREX	75%	1 1/2" x 16" esches — 138 par caisse de 50 lb					Assez bonne	1	9,500	Assez pâteuse
	XACTEX	—	1 1/2" x 24" tubes — 100 par caisse de 36 lb					Assez bonne	1	8,200	Assez pâteuse
	GIUGEL I	60%	201	152	123	99	71	Excellente	2	20,000	Très pâteuse
	Hi-VELOCITY (1) GELATIN	60%	—	—	—	107	—	Excellente	1	19,700	Très pâteuse
	GIANT GELATIN	20%	173	133	104	87	60	Excellente	1	13,900(1)	Très pâteuse
		25%	177	135	107	88	61	"	1	14,200(1)	
		30%	186	141	111	93	64	"	1	14,800(1)	
		35%	194	147	116	97	67	"	1	15,100(1)	
		40%	199	151	120	99	68	"	1	15,400(1)	
		50%	203	153	122	101	70	"	1	17,300(1)	
		60%	207	157	125	103	71	"	1	17,800(1)	
		75%	216	163	130	107	74	"	2	19,500(1)	
		80%	218	166	131	109	75	"	3	22,100(1)	
		90%	224	170	135	112	78	"	3-	22,700(1)	
	FORCITE	30%	187	148	118	93	65	Bonne	1	9,500(1)	Pâteuse
40%		187	148	118	95	65	"	1	10,200(1)		
50%		194	151	121	98	67	"	1	12,500(1)		
60%		205	158	127	102	70	"	1	15,100(1)		
75%		218	167	131	109	72	"	1	16,400(1)		
80%		222	171	132	112	76	"	1	17,700(1)		
90%		227	174	139	113	78	"	1	19,400(1)		
SLIMAGEL	40%	—	123	122	99	71	Excellente	1	17,700	Pâteuse	
	50%	—	165	131	107	76	"	1	17,800		
	60%	—	171	137	113	83	"	1	18,000		
	75%	—	181	150	121	90	"	3-	18,300		
	80%	—	192	155	126	92	"	3-	18,400		
	95%	—	162	129	104	73	"	3	24,000		Gommée

509

(1) La classification des fumées de tir des explosifs autres que ceux autorisés, est d'après l'étalonnage I.M.E. basé sur le volume des fumées nocives émises par cartouche de 1 1/2" x 8", l'évaluation étant faite à l'aide de l'appareil Bichel.  
 1e classe: 0.00 à 0.16 pr. cu. de fumées nocives par cartouche. 2e classe: 0.16 à 0.33 pr. cu. de fumées nocives par cartouche. 3e classe: 0.33 à 0.67 pr. cu. de fumées nocives par cartouche.  
 N.B. — Il n'est pas recommandé d'employer dans les travaux souterrains les explosifs des classes 2, 3 et 3-.

(2) Le diamètre des cartouches est celui à l'extérieur de l'encartouchage.

(3) Le diamètre des cartouches est celui sous le papier d'encartouchage. Le diamètre extérieur est environ 1/16" plus grand. (voir chapitre I, page 14).

(4) La vitesse moyenne de détonation est celle que l'on obtient quand l'explosif détone dans un trou de mine, ou s'il détone à l'air libre l'excitation doit se faire avec une cartouche-amorce de dynamite pure. La vitesse de détonation obtenue par introduction à l'air libre à l'aide d'un détonateur n° 6 est inférieure d'environ 20% à celle indiquée ci-dessus.

TABLEAU IV — Propriétés des explosifs CIL

Type	Marque	Quellité	Nombre de cartouches par caisse de 50 lb					Résistance à l'eau	Classe des fumées du tir	Vitesse moyenne de la détonation pieds/seconde	Caractéristiques physiques
			1/4" x 8" 1"	1" x 8" 1"	1 1/4" x 8" 1"	1 3/4" x 8" 1"	1 1/2" x 8" 1"				
Dynamite	C-I-L Ditching Dynamite	50%	—	—	—	110	80	Excellente	3-	17,600	Très cohérente
		40%	216	171	140	110	79	Assez bonne	2	11,800	Cohérente
	DYNAMEX	50%	224	173	141	114	80	"	2	12,500	"
		60%	226	174	142	115	81	"	2	12,800	"
		70%	229	176	144	116	82	"	2	14,400	"
		20% à 30%	241	189	150	121	86	Médiocre	2	6,800 (1)	Assez cohérente
Ammonia Dynamites	Ammonia Dynamite	40%	250	196	156	126	90	"	2	7,500	"
		50%	258	204	163	131	91	"	2	7,800	"
		60%	258	204	163	131	91	"	2	8,200	"
		60%	258	204	163	131	91	"	2	8,700	"
	BELITE-A	60%	240	186	158	120	85	Assez bonne	1	9,200	"
	BELITE-B	60%	—	203	161	130	93	"	1	8,500	"
Sulphite	SULPHITE	25% à 40%	270	222	180	146	103	Médiocre	1	5,900 to 7,200	Assez cohérente
		45% à 65%	270	222	180	146	103	"	1	7,600 to 9,000	"
		70%	291	242	193	156	114	"	1	8,000	"
		20%	—	—	—	137	—	Médiocre	3	5,800	Granulaire
Slumping Powder	20%	—	—	—	137	—	Médiocre	3	5,800	Granulaire	
	BLASTOL	60%	—	—	—	158	—	Assez bonne	3-	11,000	Assez cohérente
Semi-gélatines	CILGEL-C	70%	247	197	159	128	92	Assez bonne	1	12,300	Assez pâteuse
	CILGEL-B	70%	234	181	145	117	81	Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse
	DYOGEL	75%	234	183	145	117	83	Assez bonne	1	14,900	Assez pâteuse
	PRIMITE	70%	2 1/4" x 4" ciches — 475 par caisse de 50 lb. 1" x 4" ciches — 385 par caisse de 50 lb.					Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse
		Assez bonne	1	12,000	Assez pâteuse						

SHEAEX	75%	2 1/4" x 16" ciches — 138 par caisse de 50 lb.					Assez bonne	1	9,500	Assez pâteuse
XACTEX	—	1 1/4" x 24" tubes — 100 par caisse de 16 lb.					Assez bonne	1	8,500	Assez pâteuse
GIGGILL	60%	203	152	122	99	70	Excellente	2	20,000	Très pâteuse
HI-VELOCITY	60%	—	—	—	107	—	Excellente	3	19,700	Très pâteuse
GELATIN	20%	173	131	104	87	60	Excellente	1	13,900(1)	Très pâteuse
	25%	177	135	107	88	61	"	1	14,200(1)	"
	30%	186	141	111	93	64	"	1	14,800(1)	"
	35%	194	147	116	97	67	"	1	15,100(1)	"
	40%	199	151	120	99	68	"	1	15,400(1)	"
	50%	203	153	122	101	70	"	1	17,300(1)	"
	60%	207	157	125	103	71	"	1	17,800(1)	"
	75%	216	163	130	107	74	"	2	19,900(1)	"
	80%	218	166	131	109	75	"	3	22,100(1)	"
	90%	224	170	135	112	78	"	3-	22,700(1)	"
FURTEE	30%	187	148	118	91	65	Bonne	1	9,500(1)	Pâteuse
	40%	187	148	118	95	65	"	1	10,200(1)	"
	50%	194	151	121	98	67	"	1	12,500(1)	"
	60%	205	158	127	102	70	"	1	15,100(1)	"
	75%	218	167	131	109	72	"	1	16,400(1)	"
	80%	222	171	132	112	76	"	1	17,700(1)	"
90%	227	174	139	113	78	"	1	19,400(1)	"	
SUXMAGEL	40%	—	153	122	99	71	Excellente	1	17,700	Pâteuse
	50%	—	165	131	107	76	"	1	17,800	"
	60%	—	171	137	113	83	"	1	18,000	"
	75%	—	181	150	121	90	"	3-	18,300	"
	80%	—	192	155	126	92	"	3-	18,400	"
	95%	—	162	129	104	73	"	3	24,000	Gommée

(1) La classification des fumées de tir des explosifs autres que ceux autorisés, est d'après l'étalonnage I.M.E. basé sur le volume des fumées nocives émises par cartouche de 1 1/4" x 8", l'évaluation étant faite à l'aide de l'appareil Bichel.  
 1e classe: 0.00 à 0.16 pi. cu. de fumées nocives par cartouche. 3e classe: 0.33 à 0.67 pi. cu. de fumées nocives par cartouche.  
 2e classe: 0.16 à 0.33 pi. cu. de fumées nocives par cartouche. 3- e classe: au-dessus de 0.67 pi. cu. de fumées nocives par cartouche.  
 N.B. — Il n'est pas recommandé d'employer dans les travaux souterrains les explosifs des classes 2, 3 et 3+.  
 (2) Le diamètre des cartouches est celui à l'extérieur de l'encartouchage.  
 (3) Le diamètre des cartouches est celui sous le papier d'encartouchage. Le diamètre extérieur est environ 1/16" plus grand. (voir chapitre I, page 14).  
 (4) La vitesse moyenne de détonation est celle que l'on obtient quand l'explosif détonne dans un trou de mine, ou s'il détonne à l'air libre l'excitation doit se faire avec une cartouche-amiante de dynamite pure. La vitesse de détonation obtenue par self-ignition à l'air libre à l'aide d'un détonateur n° 6 est inférieure d'environ 50% à celle indiquée ci-haut.

508

509

TABLEAU VII — Propriétés des explosifs autorisés CIL

Type	Marque	Cartouches les 50 lb 1 1/4 x 8 (1)	Vitesse de détonation pl./sec. (2)	Résistance à l'eau	Fumées du tir (3)
Ammonia Dynamite	MONOBEL N° 4	129	9,100	Médiocre	A
	MONOBEL N° 7	146	7,400	Médiocre	B
	MONOBEL N° 14	205	5,900	Médiocre	B
	MONOBEL X (Eq.S)	129	6,600	Médiocre	A
Gélatine	C-X-L-ITE	96	16,000 (2)	Excellente	A

N.B. (1) Variation permise ±3%.

(2) Tir à l'air libre et par auto-excitation.

(3) Tir à l'air libre avec cartouche-omorce de dynamite pure.

(4) Classification des fumées du tir des explosifs d'après le département des mines des États-Unis: —

Classe A = 0—53 litres de CO pour 1.5 lb d'explosif  
 B = 54—106 " " " " " "  
 C = 107—159 " " " " " "

TABLEAU VIII — Propriétés des agents de sautage CIL et de leurs omorces

Marque	Identification	Vitesse moyenne de détonation pl./sec.	Densité	POIDS À L'UNITÉ — LB (24" de longueur)										
				4" dia.	4 1/2" dia.	5" dia.	5 1/2" dia.	6" dia.	6 1/2" dia.	7" dia.	7 1/2" dia.	8" dia.	8 1/2" dia.	9" dia.
NITRINE T-1	Boîte grise, leurrage bleu foncé	13,750	1.3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		14,300	1.3	—	18 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		11,000	1.5	—	—	22 1/2	27 1/2	33	—	—	—	—	—	—
NITRONE T-3	Boîte grise, leurrage jaune	11,500	1.1	—	16	—	—	—	—	43 1/2	50	57	65	74
		13,100	1.1	—	—	20	24	28	33	38	44	50	57	62
NITROX	Boîte grise, leurrage rouge	15,700	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		18,500	1.7	—	—	22	29	35	41 1/2	49	56	65	74	83 1/2
AMORCE NITRONE	Boîte rouge couvercle rouge leurrage blanc	10,700	1.4	14 1/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		13,750	1.4	—	—	22 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—
		15,750	1.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AMITE	Boîte de carton roulé en spirale, leurrage noir	11,500	1.1	11 1/2	14 1/4	18 1/4	22 1/4	27	30	28	—	50	57	62
AMITE II	Sacs en polyéthylène Encartouchage en spirale avec bout pointu(?)	11,500	1.1	10	12 1/2	16 1/2	20	25	25	30	—	50	—	—
METAMITE	Sacs en polyéthylène Encartouchage en spirale avec bout pointu(?)	11,500	1.1	10	12 1/2	16 1/2	20	25	25	30	—	50	—	—
NITROPEL	Sacs	16,500	0.94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AMEX II	Sacs	11,000	0.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
LOMEX	Sacs	8,200	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
PAKAMIX	Sacs	10,500	0.93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(1) À l'air libre.

(2) La longueur des contenants peut varier de 3" en plus ou en moins de 24".



TABLEAU VIII (suite)

Propriétés des agents de sautage CIL et de leurs amorces

Marque	Identification	Vitesse moyenne de détonation pl./sec.	Densité	POIDS À L'UNITÉ — LB									
				2" dia.	2 1/4" dia.	2 1/2" dia.	3" dia.	3 1/2" dia.	4" dia.	5" dia.	6" dia.	6 1/2" dia.	8" dia.
HYDROMEX(1)	Sacs en polyéthylène	18.000	1.55	5	6 1/4	8	10	12 1/2	16 2/3	25	25	25	50
HYDROMEX(1) T-3	Sacs en polyéthylène	18.000	1.50	—	—	—	—	—	—	25	25	25	50
HYDROMEX(1) T-9	Sacs en polyéthylène	19.300	1.55	5	6 1/4	8	10	12 1/2	16 2/3	25	25	25	50
HYDROMEX(1) N(-2)	Sacs en polyéthylène	16.200	1.54	—	—	—	10	12 1/2	16 2/3	25	25	25	50
HYDROMEX(1) N(-4)	Sacs en polyéthylène	16.200	1.54	—	—	—	10	12 1/2	16 2/3	25	25	25	50
HYDROMEX(1) N(-8)	Sacs en polyéthylène	15.000	1.60	—	—	—	—	—	—	25	25	25	50
HYDROFLO	Sacs en polyéthylène	16.000	1.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
HYDROFLO-5	Sacs en polyéthylène	14.500	1.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
HYDROFLO-10	Sacs en polyéthylène	14.500	1.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50
HYDROFLO-15	Sacs en polyéthylène	14.500	1.45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50

(1) Diamètres indiqués — longueurs variables.

TABLEAU VIII (suite)

Propriétés des agents de sautage CIL et de leurs amorces

Marque	Identification	Vitesse moyenne de détonation pl./sec.	Densité	POIDS PAR SAC OU À L'UNITÉ — LB							
				2" dia.(1)	2 1/2" dia.(1)	3" dia.(1)	5" dia.(1)	6" dia.(1)	6 1/2" dia.(1)	8" dia.(1)	
NITREX-2	Sacs en polyéthylène	12.500	1.23	—	—	—	25	25	25	50	
NITREX-3	Sacs en polyéthylène	13.000	1.26	—	—	—	25	25	25	50	
NITREX-4	Sacs en polyéthylène	13.000	1.29	—	—	—	25	25	25	50	
NITREX-5	Sacs en polyéthylène	13.000	1.31	—	—	—	25	25	25	50	
NITREX-6	Sacs en polyéthylène	13.000	1.33	—	—	—	25	25	25	50	
NITREX-8	Sacs en polyéthylène	13.000	1.36	—	—	—	25	25	25	50	
Amorce PENTO-MEX I	Pentolite moulée	25.000(2)	1.6(2)	0.35	—	—	—	—	—	—	
Amorce PENTO-MEX II	Pentolite moulée	25.000(2)	1.6(2)	0.70	—	—	—	—	—	—	
Amorce PROCORE III	Pentolite moulée & TNT	25.000(2)	1.6(2)	—	1.00	—	—	—	—	—	
Amorce PROCORE IV	Pentolite moulée & TNT	25.000(2)	1.6(2)	—	—	1.5	—	—	—	—	
Amorce PROCORE V	Pentolite moulée & TNT	25.000(2)	1.6(2)	—	—	—	5	—	—	—	
PYROMEX 60%	Cartouche	7.900	1.1	Cartouches de 1" x 8" emballées 195 à la caisse de 50 lb							
PYROMEX 70%	Cartouche	8.900	1.1	Cartouches de 1" x 8" emballées 197 à la caisse de 50 lb							

(1) Diamètres indiqués — longueurs variables.  
 (2) Valeurs approximatives.

TABLEAU VIII (Fin)

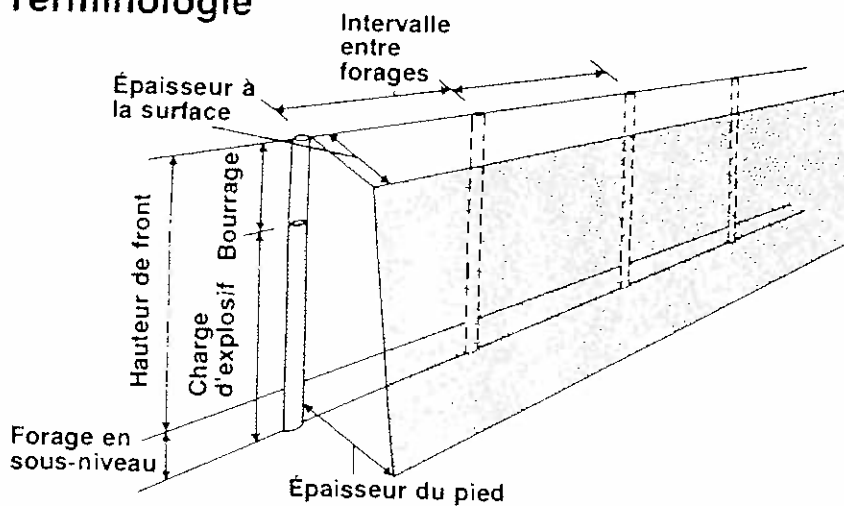
Propriétés des agents de sautage CIL et de leurs amorces

Marque	Identification	Vitesse moyenne de détonation pi./sec.	Densité	POIDS DE CHAQUE BOÎTE — LB								
				2" x 6"	2 1/2" x 4 1/2"	4" x 9 1/2"	4 1/2" x 14 1/2"	4 1/2" x 24"	5 1/2" x 24"	8" x 24"		
518	NITRON S-1	Boîte blanche lettrage rouge	11.000	1.2	1	1	—	—	—	—	—	—
	NITRON S-1 Primers	Bulle rouge lettrage blanc	11.000	1.2	1	1	—	—	—	—	—	—
	NITRON SM	Boîte grise, couvercle non peint, lettrage bleu foncé	15.100	1.21	—	—	5	10	16 1/2	25	50	—
	NITRON SM Super	Boîte grise, couvercle non peint, lettrage vert	14.500	1.21	—	—	5	10	16 1/2	25	50	—
	NITRON SM Super X	Boîte grise, couvercle non peint, lettrage rouge	13.500	1.21	—	—	5	10	16 1/2	25	50	—

TABLEAU IX — Densités de chargement

Dia. des trous en pouces	Volume pou. cu./pl.	LB AU PIED DE HAUTEUR AUX DENSITÉS DONNÉES (g/cc)													
		0.8	0.83	0.85	0.90	0.94	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	
1	9.4	0.27	0.28	0.29	0.31	0.32	0.34	0.37	0.41	0.44	0.48	0.51	0.54	0.58	
1 1/2	21.2	0.61	0.62	0.65	0.69	0.71	0.77	0.83	0.91	1.00	1.07	1.15	1.23	1.30	
2	37.7	1.09	1.13	1.16	1.23	1.28	1.36	1.51	1.63	1.77	1.91	2.04	2.18	2.32	
2 1/2	58.9	1.70	1.77	1.81	1.92	2.00	2.13	2.34	2.56	2.77	2.98	3.19	3.40	3.62	
3	84.8	2.45	2.54	2.60	2.76	2.88	3.06	3.37	3.68	3.98	4.29	4.60	4.90	5.21	
3 1/2	115.4	3.34	3.46	3.55	3.75	3.92	4.17	4.58	5.00	5.42	5.84	6.26	6.67	7.09	
4	150.8	4.36	4.52	4.63	4.90	5.12	5.45	6.00	6.54	7.08	7.63	8.17	8.72	9.26	
4 1/2	190.8	5.52	5.72	5.86	6.21	6.48	6.89	7.58	8.27	8.96	9.65	10.34	11.03	11.72	
5	235.6	6.81	7.06	7.24	7.66	8.00	8.51	9.36	10.21	11.07	11.92	12.77	13.62	14.47	
5 1/2	285.1	8.24	8.55	8.75	9.27	9.68	10.30	11.33	12.36	13.39	14.42	15.45	16.48	17.51	
6	339.3	9.81	10.17	10.42	11.03	11.52	12.26	13.48	14.71	15.93	17.16	18.39	19.61	20.84	
6 1/2	398.2	11.51	11.94	12.23	12.95	13.52	14.39	15.82	17.26	18.70	20.14	21.58	23.02	24.46	
7	461.8	13.35	13.84	14.18	15.02	15.68	16.68	18.35	20.02	21.69	23.36	25.03	26.69	28.36	
7 1/2	530.2	15.32	15.89	16.28	17.24	18.00	19.15	21.06	22.98	24.90	26.81	28.73	30.64	32.56	
8	603.2	17.43	18.08	18.52	19.61	20.48	21.79	23.96	26.14	28.33	30.51	32.69	34.87	37.04	
9	763.4	22.06	22.88	23.44	24.82	25.92	27.58	30.33	33.08	35.85	38.61	41.37	44.13	46.88	
10	942.5	27.24	28.25	28.94	30.64	31.99	34.05	37.44	40.85	44.26	47.67	51.07	54.48	57.88	
11	1140.4	32.96	34.18	35.02	37.08	38.71	41.20	45.31	49.42	53.56	57.68	61.80	65.92	70.04	
12	1357.2	39.21	40.68	41.66	44.11	46.17	49.01	53.92	58.82	63.72	68.62	73.52	78.42	83.33	
13	1642.2	47.45	49.23	50.41	53.38	55.75	59.31	65.24	71.17	77.10	83.03	88.96	94.89	100.82	
14	1847.3	53.37	55.37	56.71	60.04	62.72	66.72	73.39	80.06	86.73	93.40	100.07	106.74	113.42	
15	2120.6	61.27	63.56	65.09	68.93	71.99	76.58	84.24	91.90	99.56	107.22	114.66	122.74	130.20	

## Terminologie



2

**Tableau 1** Caractéristiques des explosifs brisants C-I-L  
(cartouche de 32 sur 200 mm, non confinée, à 5 °C)

Désignation	Masse volumique g/cm <sup>3</sup>	Vitesse de détonation m/s	Résistance à l'eau	Puissance relative (poids)	Puissance relative (volume)
● <b>Belite® 60%</b>	1,12	3500	bonne	98	129
● <b>Citgel® 70%</b>	1,28	3600	bonne	96	146
● <b>Forcite® 40%</b>	1,55	4500	bonne	79	135
● <b>Forcite® 75%</b>	1,40	4500	bonne	103	171
● <b>Powerfrac 75®</b>	1,40	5500	excellente	110	183
● <b>Xactex®</b>	1,30	2800	moyenne	70	108

● Pour encartouchage minimal de 50 sur 400 mm

● Pour encartouchage minimal de 19 sur 600 mm

● Par rapport au NA-M standard, dont la valeur de référence est 100. La composition du NA-M est un mélange de nitrate d'ammonium perlé ayant 1% d'enduit inerte et 5,7% d'huile diesel, ce qui donne un produit d'une masse volumique de 0,84 et un bilan d'oxygène de -0,51% en poids (à carence en oxygène).

3

**Tableau 2** Caractéristiques des agents de sautage C-I-L

4

Désignation	Masse volumique g/cm <sup>3</sup>	Vitesse de détonation m/s	Résistance à l'eau	Puissance relative (poids)	Puissance relative (volume)	
Chargé pneumatiquement	Amex®It	1,00	3300	nulle	99	118
	Anfomet® 120	1,05	3200	nulle	117	146
	Anfomet 135	1,05	3200	nulle	133	166
Versé librement	Amex It	0,84	2700	nulle	99	99
	Anfomet 120	0,87	2700	nulle	117	121
	Anfomet 135	0,87	3000	nulle	133	138
Agents de sautage secs sous emballage	Amite®It	1,11	3400	excellente si l'emballage n'est pas endommagé au chargement	100	132
	Metamite®5	1,11	3400		120	159
	Metamite 10	1,11	3400		134	180

● Voir note ● page 3

**Tableau 3** Caractéristiques des bouillies C-I-L amorçables par détonateur (cartouche de 32 sur 200 mm, non confinée, à 5 °C)

Désignation	Masse volumique g/cm <sup>3</sup>	Vitesse de détonation m/s	Résistance à l'eau	Puissance relative (poids)	Puissance relative (volume)
Powermex®500	1,20	4000	bonne	112	160
Powermex 300	1,20	4000	bonne	89	127
Pillow-Pak®	1,15	4000	sans objet	89	122

● Voir note ● page 3

**Tableau 4** Caractéristiques des bouillies C-I-L en cartouches (cartouche de 75 mm, non confinée, à 5 °C)

Désignation	Masse volumique g/cm <sup>3</sup>	Vitesse de détonation m/s	Résistance à l'eau	Puissance relative (poids)	Puissance relative (volume)
Aquamex®	1,56	4600	toutes les bouillies ont une résistance excellente dans l'eau stagnante	96	178
Hydromex® T-3	1,46	4600		89	155
Hydromex M-105	1,50	4600		104	186
Hydromex M-210	1,52	4600		117	212
Hydromex M-415	1,52	4600		129	233

● Voir note ● page 3

5

*Densité de formation*  
**Tableau 5** *Résistance à l'eau*  
 Caractéristiques des bouillies en vrac  
 (composition moyenne)

6

Désignation	Masse volumique dans la trapp (g/cm <sup>3</sup> )	Poids spécifique (kg/m <sup>3</sup> )	Caractéristiques	Classe	Classe
<b>Hydromex T-3</b>	1,48	4600		88	155
<b>Hydromex M-103</b>	1,50	4600	toutes les bouillies	96	171
<b>Hydromex M-105</b>	1,50	4600	ont une résistance	104	186
<b>Hydromex M-108</b>	1,50	4600	excellente dans	111	198
<b>Hydromex M-210</b>	1,50	4600	l'eau stagnante	118	211
<b>Hydromex M-415</b>	1,50	4600		130	232
<b>Powerget® A</b>	1,25	4500	toutes les bouillies	82	122
<b>Powergei B</b>	1,25	4500	ont une résistance	93	138
<b>Powergei C</b>	1,25	4500	excellente dans	112	167
<b>Powergei D</b>	1,25	4500	l'eau stagnante	120	179
<b>Powergei E</b>	1,25	4500		131	195

● L'HYDROMEX en vrac peut être injecté de gaz pour en abaisser la masse volumique selon les besoins spécifiques du client.

● Voir note ●, page 3.

**Tableau 6** Charge par pied (mètre) d'un explosif à densité de 1,0 g/cm<sup>3</sup>

Diamètre de la charge po	Charge		Diamètre de la charge cm	Charge			
	lb/pi	kg/m		lb/pi	kg/m		
1	2,54	0,34	0,51	3 3/8	9,21	4,47	6,65
1 1/8	2,86	0,43	0,64	3 3/8	9,53	4,78	7,11
1 1/4	3,18	0,53	0,79	3 3/8	9,84	5,11	7,60
1 1/2	3,49	0,64	0,95	4	10,16	5,45	8,11
1 3/4	3,81	0,77	1,15	4 1/8	10,48	5,79	8,62
1 7/8	4,13	0,90	1,34	4 1/4	10,80	6,15	9,15
2	4,45	1,04	1,55	4 1/2	11,11	6,51	9,69
2 1/8	4,76	1,20	1,79	4 1/2	11,43	6,89	10,25
2 1/4	5,08	1,36	2,02	4 1/2	11,75	7,28	10,83
2 1/2	5,40	1,54	2,29	4 1/2	12,07	7,68	11,43
2 3/4	5,72	1,72	2,56	4 1/2	12,38	8,09	12,04
3	6,03	1,92	2,86	5	12,70	8,51	12,66
3 1/8	6,35	2,13	3,17	5 1/8	13,02	8,94	13,30
3 1/4	6,67	2,34	3,48	5 1/4	13,34	9,38	13,96
3 1/2	6,99	2,57	3,82	5 1/2	13,65	9,84	14,64
3 3/4	7,30	2,81	4,18	5 1/2	13,97	10,30	15,33
4	7,62	3,06	4,55	5 1/2	14,29	10,77	16,03
4 1/8	7,94	3,32	4,94	5 1/2	14,61	11,25	16,78
4 1/4	8,26	3,59	5,34	6	15,24	12,26	18,25
4 1/2	8,57	3,87	5,78	6 1/8	15,56	12,77	19,00
4 3/4	8,89	4,17	6,21	6 1/4	15,88	13,30	19,79

▼ suite à la page 8

7

# FICHE DE DONNÉES

## Dynamites C-I-L

Propriétés : (fondées sur la détonation d'une cartouche de 32 sur 200 mm, nonconfinée, à 5 °C.)

Produit	Masse volumique par cartouche (g/cm <sup>3</sup> )	Classe des fumées de tir	Vitesse de détonation (m/s)	Coefficient de transmission de la détonation (mm)	Résistance à l'eau	CMP	CVP
Cilgel* 70%	1,28	1	3600	60 à 70	moyenne (a)	96	146
Forcite* 40%	1,55	1	5000	40 à 50	bonne	84	147
Forcite* 75%	1,40	1	5000	40 à 50	bonne	103	171
* Geogel* 60%	1,50	2	5900	65 à 75	excellente	108	192
** Powerfrac 75*	1,40	3	5500	75	excellente	110	183
*** Xactex*	1,30	1	2800	60	limitée (a)	70	107

\*Cartouche de 60 sur 480 mm

(a) Essais en eau stagnante, 0 lb/po<sup>2</sup>

\*\*Cartouche de 50 sur 400 mm

Remarque: CMP = coefficient massique de puissance  
CVP = coefficient volumique de puissance

\*\*\*Cartouche de 19 sur 600 mm

### Encartouchage

#### Forcite

Forcite 40% et Forcite 75% sont offerts en cartouches de dimensions standard variant entre 25 mm de diamètre nominal sur 200 mm de longueur et 75 mm de diamètre nominal sur 400 mm de longueur. Les cartouches de 200 mm de longueur et de diamètre égal ou inférieur à 40 mm sont emballées dans des enveloppes de papier enroulé, les cartouches de 200 mm de longueur et de 45 mm de diamètre, dans des enveloppes tant de papier enroulé que spiralé, tandis que les cartouches de 400 mm de longueur et de diamètre égal ou supérieur à 50 mm sont emballées dans des enveloppes de papier spiralé seulement.

et malléable du Cilgel, donne des cartouches qu'on peut facilement charger avec un bourroir et qui, dans le trou de mine, fournit une adhérence supérieure au roc.

Toutes les cartouches de 400 mm de longueur, de même que les cartouches de 200 mm à diamètre égal ou supérieur à 45 mm, sont présentées en emballages rigides de papier spiralé. (Remarque : les cartouches de 200 mm sur 45 mm sont offertes en papier enroulé ou spiralé.) En cartouches de papier spiralé, le chargement du Cilgel 70% dans des trous de mine profonds est facilement exécuté sans qu'il en résulte une compression excessive des cartouches.

#### Powerfrac 75

Powerfrac 75 est emballé dans des cartouches de papier spiralé de 400 mm de longueur. On peut obtenir ces cartouches dans les diamètres les plus courants, soit 50 mm ou plus, qui sont habituellement préférés pour les tirs en surface.

#### Xactex

Le Xactex est vendu en cartouches rigides de papier spiralé de 600 mm de longueur sur 19 mm de diamètre, dont une extrémité est emboutie en forme de cône et l'autre, munie d'un raccord-manchon de polyéthylène. Ce raccord permet d'assembler les cartouches pour former une colonne continue d'explosif. De cette façon, la propagation de la détonation est assurée et on évite de superposer les cartouches dans les trous de grand diamètre.

#### Cilgel

Cilgel 70% est vendu en cartouches de dimensions standard se situant entre 25 mm de diamètre nominal sur 200 mm de longueur et 75 mm de diamètre nominal sur 400 mm de longueur. Les cartouches de 200 mm de longueur et de diamètre égal ou inférieur à 45 mm sont présentées dans des enveloppes semi-rigides faites d'une feuille de papier perforée enroulée. On peut bourrer les cartouches dans le trou de mine sans avoir à les fendre préalablement. Cet emballage plus souple, auquel s'ajoutent la légère cohésion de même que la consistance gélatineuse

#### Geogel

On peut se procurer le Geogel\* 60% en cartouches rigides spiralées ou en cartouches de plastique **Fast-Lok\***. Les cartouches de papier sont offertes dans les dimensions nominales suivantes : 45 sur 215 mm, 60 sur 255 mm et 60 sur 510 mm. Leur poids est respectivement de 0,5 kg, de 1,0 kg et de 2,0 kg. Les dimensions nominales des cartouches **Fast-Lok\*** sont de 60 sur 290 mm et de 60 sur 640 mm et leur poids respectif, de 0,50 kg et de 2,0 kg.

## Propriétés

Produit	Densité de la cartouche (g/cm <sup>3</sup> )	Classe des fumées de tir	Vitesse de détonation <sup>(1)</sup> (m/sec)	Résistance à l'eau de la cartouche	Coefficient de transmission de la détonation <sup>(2)</sup>	Coefficient massique de puissance <sup>(3)</sup>	Coefficient volumique de puissance <sup>(3)(4)</sup>
Powermex 500	1,20	I	3500	Excellente	200 mm	112	160
Powermex 300	1,20	I	3500	Excellente	200 mm	102	146
Powermex 200	1,10	en surface seulement	3500	Excellente	200 mm	98	128
Pillow-Pak®	1,15	I	3500	Sans objet	Sans objet	89	122

(1) Cartouche de 50 mm ou l'équivalent; aucun confinement.

(2) **Powermex 500** et **Powermex 300** — Confinement: trou de mine de 32 mm de diamètre.

**Powermex 200** — Confinement: trou de mine de 65 mm de diamètre.

(3) Ces valeurs sont fondées sur la formule NA-M qui a un coefficient massique de puissance et un coefficient volumique de puissance déterminés, soit 100 unités. La formule NA-M est un mélange de nitrate d'ammonium perlé ayant 1% d'enduit inerte et 5,7% d'huile diesel, ce qui donne un produit d'une densité de 0,84 et un bilan d'oxygène de -0,5% (1/2% en poids de carence en oxygène).

(4) Calculé en fonction d'une densité de cartouche donnée.

## Exigences d'amorçage selon la température

Amorce recommandée (min.)	Température minimale selon le diamètre	
	25 mm	50 mm
<b>Primacord**</b> renforcé (50 grains)	non recommandé	(voir note) 0°C <sup>(*)</sup>
Détonateur de grande puissance	0°C	-17°C
Amorce <b>A-3</b> ®	-7°C	-25°C
Renforteur <b>Anodet</b> ®	sans objet	-35°C
<b>Powerfrac 75</b> ® (150 mm sur 400 mm)	sans objet	-40°C
Employer le cordeau <b>B-Line**</b> (enroulé deux fois et noué ou un détonateur de grande puissance	<b>Pillow-Pak</b> à 5°C	

<sup>(\*)</sup> +5°C ou plus dans le cas du Powermex 200

\*\* Marque déposée, CXA Liés, Brownsburg, Québec

**NOTE** L'amorçage de trous de mine à l'aide de **Primacord** renforcé s'avère très efficace lorsque les conditions de chargement sont assez bonnes. Toutefois si l'on veut utiliser cette méthode à de basses températures ou en présence de pressions hydrostatiques élevées, il est préférable d'amorcer les trous de mine à l'aide de **Booster Cord\*\***.

## Exigences d'amorçage selon la pression hydrostatique

(50 mm de **Powermex 500** ou de **Powermex 300** à +5°C ou plus)

Charge hydrostatique	Amorce recommandée (min.)
7 mètres	Détonateur de grande puissance
15 mètres	Amorce <b>A-3</b>
21 mètres	Renforteur <b>Anodet</b>
24 mètres	<b>Powerfrac 75</b> (50 mm sur 400 mm)

TABLEAU 4.5  
Propriétés comparées des produits en granules Du Pont

Produit Du Pont	Énergie théorique	Densité		Vitesse	
		Versé	(Chargement pneumatique)	Emballé	pi/s
ANFO-P	900 cal./g	.80-.85 g/cm <sup>3</sup>	environ .95g/cm <sup>3</sup>	—	7 000-15 600
"NILITE" 303	900 cal./g	.80-.85 g/cm <sup>3</sup>	environ .95g/cm <sup>3</sup>	—	2 130-4 750
ANFO-HD	900 cal./g	—	—	1,05 g/cm <sup>3</sup>	7 000-15 600
"ALUVITE" 2	1 260 cal./g	—	—	1,12 g/cm <sup>3</sup>	Varie selon le diamètre entre 12 000 pi/s (3 660 m/s) à 4" de diamètre et 15 000 pi/s (4 570 m/s) en grand diamètres (au-dessus de 7")
"ALUVITE" 3	1 060 cal./g	—	—	1,12 g/cm <sup>3</sup>	
"TOVITE"	875 cal./g	—	—	1,12 g/cm <sup>3</sup>	

**Résistance à l'eau et amorce:**

Ces produits n'offrent aucune résistance à l'eau lorsque versés ou exposés à l'eau. Emballés, ils comptent exclusivement sur l'intégrité de l'emballage. Bien amorcés, leur résistance à l'eau est suffisante quand on les charge et tire le même jour.  
Ces produits peuvent être amorcés à l'aide de gélatines acquieses à grande vitesse de détonation, d'amorces HDP ou de "Detaprime". Suivre les recommandations du fabricant. Lire le chapitre 14, "Amorçage".

brillante certains produits de (angé), pour aider le personnel atifier tout explosif n'ayant pas oriétés semblables à celles du

mélange de granules de nitrate si que d'huile de chauffage. Sa mballé et d'environ .80 à .85 emballages de tissu ou en tubes res de plastique, le ANFO-HD rous humides de plus de 6" de au du ANFO-HD dépend en

vent à réduire la grosseur des sibilité du produit, facteurs qui détonation. Cela est nécessaire du trou et les cartouches de indre que lorsque l'explosif est l'emballage de 1.05 g/cm<sup>3</sup> de ve dans les trous de mine dont la mballé est un produit dont la pi/s (3 660 m/s) dans les trous m/s) dans ceux de plus grand sacs de 50 lb pour verser, avec blable au ANFO-P. Les explo ement insensibles et devraient P à grande vitesse ou de géla du sautage, on devrait placer tes de chargement, surveiller pas d'interruption de la color eau de ces produits dépend de e le plus tôt possible après

Aluvite" représentent une série allés, d'écoulement libre s propriétés physiques que rrique est plus grande (table heuses, ces produits peuvent placement, réduisant ainsi Aluvites" 1 et 3 ont environ ANFO-HD. L'"Aluvite" 2 en



TABLEAU 5-1  
Gélatines aqueuses Du Pont

Produit Du Pont	Diamètre (pouces)	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Vitesse de détonation p/s	m/s	*Résistance à l'eau	Catégorie de fumées	**Sensibilité au détonateur	Class. D.O.T. (U.S.)
TOVEX 90	1-1½	0,90	14 100	4 300	Bonne	1	Oui	A
TOVEX 100	1-1¾	1,10	14 760	4 500	Excellente	1	Oui	A
TOVEX 200	1-1¾	1,10	15 750	4 800	Excellente	1	Oui	A
TOVEX 300	1-1½	1,02	11 150	3 400***	Bonne	A	Oui	A
TOVEX 500	1¼-4	1,23	14 100	4 300	Excellente	1	Non	A
TOVEX 650	1¼-4	1,35	14 750	4 500	Excellente	1	Non	A
TOVEX 700	1¼-4	1,20	15 750	4 800	Excellente	1	Oui	A
TOVEX 800	1¼-4	1,20	15 750	4 800	Excellente	1	Oui	A
TOVEX T-1	1	0,25 lb/pl	22 000	6 700	Bonne	3	Oui	A
TOVEX P	2-4	1,10	15 750	4 800	Excellente	1	Oui	A
TOVEX S	2¼ & 2½	1,38	15 700	4 800	Excellente	—	Oui	A
TOVEX C	Ensachée				Excellente	1	Oui	A
TOVEX EXTRA	4-8	1,33	18 700	5 700	Excellente	—	Non	B
POURVEX EXTRA	3½ et plus versé	1,33	16 000	4 900	Excellente	—	Non	B
DRIVEX	1½ et plus pompée	1,25	17 300	5 300	Excellente	1	Non	A

\* La résistance à l'eau varie selon la hauteur de la colonne d'eau.  
 \*\* La sensibilité au détonateur varie selon la température.  
 \*\*\* Non confinée (toutes les autres confinées.)

Consulter le représentant de Du Pont

priétés physiques aqueuses Du Pont. Sensibilité. Id est, explosent après à feu accidentelles qu'elles présentent méthodes classiques que la dy feu. Les gélatines duits sensible "Tovex" les p sécurité, en c limites extrêmes au point où nuise à feu accidentelles. Les gélatines plosives qu'prendre les engendrer u supplémentaires. Leur temp gélatines aqueuses bilité augmentée peut devoir ne sait quelle produit. En devrait t de l'amorçage. Rappelons se maintient 5-2 indique ture donnée le gel ne réctines aqueuses dre la température feu. La température, est de des régions pour que "Tovex" p diverses t recommandées.

ntation désiré, l'humidité es chantiers et la présence aque sautage présentant noisir la dynamite offrant emballage qui convient.

1 cartouches cylindriques t de 8 à 24". On utilise la dynamite et la pro- quantité global, de même e marquée sur la produc- ance à l'eau, sa facilité de s de Du Pont étaient em- ne ainsi que les caracté- s utilisations en chantier.

tre manutentionnées et ntation gouvernementale vent être proportionnées employer le vieux stock. lorsque la nitroglycérine être détruites de manière

ie dynamites: granulaire, ion de base réside dans le ses contiennent du coton à la nitroglycérine pour pend de la proportion de ranulaires ne contiennent leuse.

unes des autres par leur "dynamites pures" est la an de diverses matières s courantes sont le nitrate eux. Dans les dynamites mites "Extra", le nitrate tion de la nitroglycérine, nt mieux aux chocs. Dans e d'ammoniaque est la lycérine sert surtout de

amites Du Pont réparties omposition.

Dynamites

TABLEAU 6-1  
Les dynamites Du Pont

Type	Nom du produit	Densité g/cm <sup>3</sup>	Densité Cartouches 1 1/2 x 8" (nombre par caisse de 50 lb)	Vitesse pi/s	Vitesse m/s	Resistance à l'eau	Fumées
Dynamite pure	"Ditching" à 50%	1,37	104	16 100	4 900	Bonne	Très médiocre
Dynamite ammoniacale	"Hi Cap" "Red Arrow" (plus de 2" de diamètre)	1,16	120	9 000	2 750	Passable	Très bonne
Dynamite ammoniacale	"Red Arrow" (petit diamètre) "Gelex" 1 "Gelex" 2 "Gelex" 5	1,29 1,29 1,16 ,94	110 110 122 150	13 200 13 100 12 600 11 300	4 000 4 000 3 850 3 450	Très bonne Très bonne Très bonne Bonne	Très bonne Très bonne Très bonne Très bonne
Dynamite pure	Gélatine à 60% "Seismograph" "Hi-Velocity"	1,32	107	19 700	6 000	Excellente	Médiocre
Dynamite ammoniacale	"Hi-Drive" "Spec. Gel 40" "Spec. Gel 60" "Tova"	1,26 1,57 1,44 1,60	107 90 98 88	19 500 14 400 15 400 13 100	6 000 4 390 4 690 4 000	Excellente Excellente Excellente Bonne	Très bonne Très bonne Très bonne Très bonne
Ammoniacale granulaire	"Monobel" AA "Duobel" A "Duobel" B "Duobel" C "Lump Coal" CC	1,15 1,02 ,04 ,86 ,85	120 135 150 165 165	9 000 9 200 9 000 8 500 5 700	2 750 2 800 2 750 2 600 1 740	Très bonne Bonne Bonne Bonne Très médiocre	Fumées classe A Fumées classe A Fumées classe A Fumées classe A Fumées classe A
Gélatine ammoniacale	"Gelobel" AA	1,37	102	16 500	5 030	Excellente	Fumées classe A

# TRIMTEX® SD

Avril 1980

Le TRIMTEX® SD est une gélatine aqueuse en cartouches de petit diamètre, sensible au détonateur et destinée aux tirs périphériques. Cette gélatine aqueuse sans aluminium est livrable en cartouches de 22mm de diamètre seulement, avec des tubes d'accouplement de plastique pour faciliter le chargement.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,05 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: En confinement à 4,5°C; 22mm Ø; 3500 m/s  
Classification des fumées: Classe I - Acceptable pour utilisation sous terre.  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante.  
Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact).  
Exigences d'amorçage:  
à - 7°C et plus, utiliser détonateur ordinaire  
à - 12°C et plus, utiliser détonateur ordinaire + 4 g de DETAPRIME®  
à - 18°C et plus, utiliser détonateur ordinaire + 9 g de DETAPRIME®  
à - moins de -18°C, utiliser une amorce SD

## NOMBRE DE CARTOUCHES:

Diamètre (mm) - 22      Longueur (mm) - 400      Nombre de cartouches - 150

## ÉNERGIE:

Unités relatives d'énergie/poids	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Forte</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
	66	86	70

## RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Le produit standard est acceptable pour utilisation sous 24 m (80 pi) de pression hydrostatique ou 241,32 kPa (35 lb/po<sup>2</sup>) avec détonateur ordinaire.

TRIMTEX® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.  
DETAPRIME® Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Albemarle, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



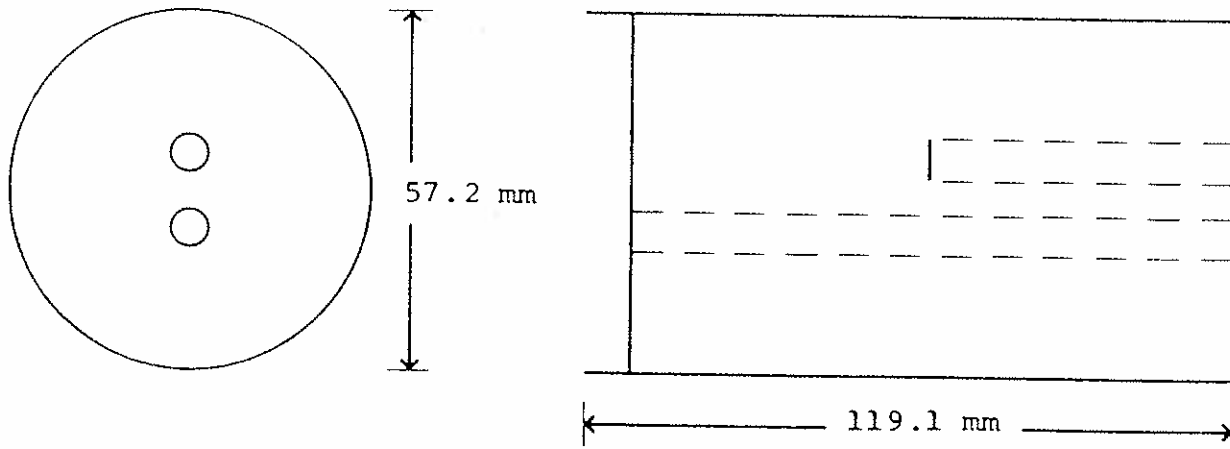
# ENERGEX® 400

Avril 1980

L'ENERGEX® 400 est un explosif sismique de haute puissance conçu pour utilisation avec un détonateur sismique électrique de grande puissance ou un cordeau détonant de 40, 50 ou 60 grains au pied.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Poids unitaire:	400 g
Exigences d'amorçage:	Détonateur électrique de haute puissance ou cordeau détonant de 40, 50 ou 60 grains au pied
Classification de l'explosif:	Classe III, division 2
Durée d'entreposage:	Illimitée
Résistance à l'eau:	Illimitée
Résistance à la pression hydrostatique:	1724 kPa (250 livre/po <sup>2</sup> )
Unités/caisse:	50
Configuration:	



ENERGEX® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.O. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# ENERGEX® 1000

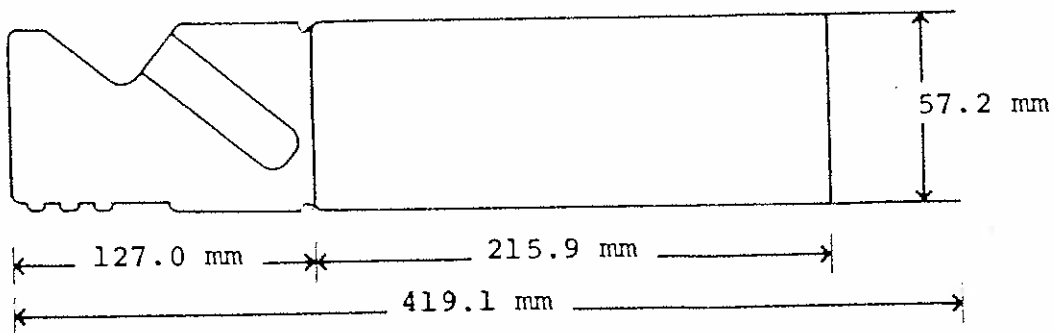
Avril 1980

L'ENERGEX® 1000 est un produit conçu pour l'exploration sismique. Cet explosif de haute puissance est emballé dans une coquille de plastique rigide qui en facilite l'utilisation dans les trous de mine d'exploration. L'ENERGEX 1000 est conçu pour utilisation avec un détonateur sismique électrique de grande puissance ou avec des systèmes de sautage non électriques comme le Cordline, l'Anoline et le Nonel. Les unités peuvent être raccordées les unes aux autres de même qu'à des unités d'ENERGEX 2000.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Poids unitaire:	1 kg
Vitesse de détonation:	5000 m/s non confiné à 5°C
Classification de l'explosif:	Classe III, division 2
Durée d'entreposage:	Un an à température ambiante
Résistance à l'eau:	Illimitée (emballage intact)
Résistance à la pression hydrostatique:	690 kPa (100 livre/po <sup>2</sup> )
Densité:	1,35 g/cm <sup>3</sup>
Unités/caisse de 20 kg:	10

## Configuration:



ENERGEX® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B4  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K5  
Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# ENERGEX® 2000

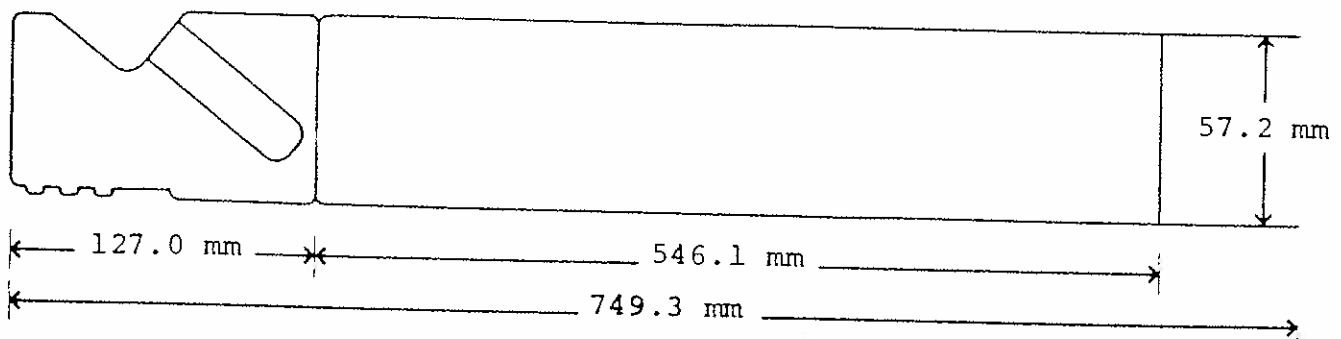
Avril 1980

L'ENERGEX® 2000 est un produit conçu pour l'exploration sismique. Cet explosif de haute puissance est emballé dans une coquille de plastique rigide qui en facilite l'utilisation dans les trous de mine d'exploration. L'ENERGEX 2000 est conçu pour utilisation avec un détonateur sismique électrique de grande puissance ou avec des systèmes de sautage non électriques comme le Cordline, l'Anoline et le Nonel. Les unités peuvent être raccordées les unes aux autres de même qu'à des unités d'ENERGEX 1000.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Poids unitaire:	2 kg
Vitesse de détonation:	5000 m/s (non confiné) à 5°C
Classification de l'explosif:	Classe III, division 2
Durée d'entreposage:	Un an à température ambiante
Résistance à l'eau:	Illimitée (emballage intact)
Résistance à la pression hydrostatique:	690 kPa (100 livre/po <sup>2</sup> )
Densité:	1,35 g/cm <sup>3</sup>
Unités/caisse de 20 kg:	10

## Configuration:



ENERGEX® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
13 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Abern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.





# NILITE® FRM-15

## AGENT DE SAUTAGE

Janvier 1980

Le NILITE® FRM-15 est un mélange de nitrate d'ammoniaque/huile de chauffage/aluminium pour utilisation dans les carrières, les mines à ciel ouvert ainsi que les chantiers de construction où les travaux exigent un agent de sautage de haute puissance. Le NILITE® FRM-15 se prête aux utilisations en milieu sec où une énergie supérieure à celle du NILITE® FRM-10 est indiquée.

### PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES

Densité: 0,87 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confiné à un diamètre de 127 mm; 3930 m/s  
Classification des fumées: Non recommandé pour utilisation sous terre  
Classification de l'explosif: Classe II  
Résistance à l'eau: Non recommandé pour utilisation en milieu aqueux  
Exigences d'amorçage: Amorces COR-DET® 3 à intervalles de 3 à 4,5 m  
Emballage: Le NILITE® FRM-15 est emballé dans des sacs de papier kraft ou de polyéthylène de 25 kg

### ÉNERGIE:

#### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Basse</u>
Unités relatives d'énergie/poids	127	124	123

NILITE® Fabriqué par Du Pont Canada Inc., usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# NILITE® FRM-10

## AGENT DE SAUTAGE

Janvier 1980

Le NILITE® FRM-10 est un mélange de nitrate d'ammoniaque/huile à chauffage/aluminium pour utilisation dans les carrières, les mines à ciel ouvert ainsi que les chantiers de construction. Il offre une énergie supérieure à celle du NILITE® FRM-5 dans les travaux exigeant une plus grande puissance. Le NBL 336, produit d'après une formule modifiée et possédant des propriétés et une énergie équivalentes à celles du NILITE® FRM-10, est classifié I quant aux fumées et est admissible pour utilisation sous terre.

### PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES

Densité: 0,85 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confiné à un diamètre de 127 mm; 3960 m/s.  
Classification des fumées: NBL 336 seulement admissible pour utilisation sous terre.  
Classification de l'explosif: Classe II  
Résistance à l'eau: Non recommandé pour utilisation en milieu aqueux.  
Exigences d'amorçage: Coulé - amorces COR-DET® 3.  
Chargement pneumatique - DETAPRIME® 9g avec détonateurs standard.  
La colonne d'explosif devrait être amorcée à intervalles de 3 à 4,5 m.  
Emballage: Le NILITE® FRM-10 est emballé dans des sacs de papier kraft ou de polyéthylène de 25 kg

### ÉNERGIE:

### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Basse</u>
Unités relatives d'énergie/poids	118	118	118

NILITE® Fabriqué par Du Pont Canada Inc., usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.  
DETAPRIME® Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 200, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.





# NILITE® FRM-5

AGENT DE SAUTAGE

Avril 1980

Le NILITE® FRM-5 est un produit aluminé fait de nitrate d'ammoniaque et d'huile à chauffage conçu pour utilisation tant en surface que sous terre en milieu sec. Le NILITE FRM-5 a l'avantage d'offrir une énergie supérieure à celle du NILITE FR ou FRM-1.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 0,85 g/cm<sup>3</sup>  
 Vitesse de détonation: Confiné; diamètre de 127 mm; 3 990 m/s  
 Classification des fumées: -Classe I (admissible pour utilisation sous terre)  
 Classification de l'explosif: Classe II  
 Résistance à l'eau: Non-recommandé pour utilisation en milieu aqueux  
 Exigences d'amorçage: Coulé - amorces COR-DET® 3  
 Chargement pneumatique - DETAPRIME® 9g avec détonateurs standard  
 La colonne d'explosif devrait être amorcée à intervalles de 3 à 4,5 m  
 Emballage: Le NILITE FRM-5 est emballé dans des sacs de papier kraft ou de polyéthylène de 25 kg

## ÉNERGIE:

Unités relatives d'énergie/poids	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
	115	113	112

NILITE® Fabriqué par Du Pont Canada Inc. - usager inscrit  
 COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.  
 DETAPRIME® Marque déposée de E.I. Du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
 C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
 C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
 18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
 C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
 Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K5  
 Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# NILITE<sup>®</sup> FRM-1

AGENT DE SAUTAGE

Avril 1980

Le NILITE<sup>®</sup> FRM-1 est un mélange de nitrate d'ammoniaque/huile à chauffage aluminé, conçu pour les travaux sous terre et en surface en milieu sec. Le NILITE FRM-1 a l'avantage d'offrir une puissance d'énergie supérieure à celle du NILITE FR qui en élargit la gamme d'utilisation dans des exploitations diverses où il assure une plus grande efficacité de sautage.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 0,85 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confiné; diamètre de 127 mm; 4,000 m/s  
Classification des fumées: -Classe I (admissible pour utilisation sous terre)  
Classification de l'explosif: Classe II  
Résistance à l'eau: Non recommandé pour utilisation en milieu aqueux  
Exigences d'amorçage: Coulé - amorces COR-DET<sup>®3</sup>  
Chargement pneumatique - DETAPRIME<sup>®</sup> 9g avec détonateurs standard  
La colonne d'explosif devrait être amorcée à intervalles de 3 à 4,5 m  
Emballage: Le NILITE FRM-1 est emballé dans des sacs de papier kraft ou de polyéthylène de 25 kg.

## ÉNERGIE:

## Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives d'énergie/poids	111	108	105

NILITE<sup>®</sup> Fabriqué par Du Pont Canada Inc. - usager inscrit  
COR-DET<sup>®</sup> Marque déposée de Du Pont Canada Inc.  
DETAPRIME<sup>®</sup> Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.O. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K5  
Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# NILITE® FR

AGENT DE SAUTAGE

Avril 1980

Le NILITE® FR est un mélange de nitrate d'ammoniaque et d'huile à chauffage conçu pour satisfaire aux exigences des industries minières canadiennes et de la construction en ce qui a trait à un agent de sautage à coût modique. Le NILITE FR se prête aux utilisations en milieu sec dans la plupart des opérations de carrière, à ciel ouvert, dans les travaux de construction ou de sautage sous terre.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: Coulé à 0,85 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confiné à un diamètre de 127 mm; 4 270 m/s  
Classification des fumées: -Classe I (admissible pour utilisation sous terre)  
Classification de l'explosif: Classe II  
Résistance à l'eau: Non recommandé pour utilisation en milieu aqueux  
Exigences d'amorçage: Coulé- amorces COR-DET® 3  
Chargement pneumatique - DETAPRIME® 9g avec détonateurs standard  
La colonne d'explosif devrait être amorcée à intervalles de 3 à 4,5 m  
Diamètre de trou minimum: Coulé à 50 mm  
Chargement pneumatique à 25 mm  
Emballage: Le NILITE FR est emballé dans des sacs de papier kraft ou de polyéthylène de 25 kg

## ÉNERGIE:

## Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Basse</u>
Unités relatives d'énergie/poids	100	100	100

NILITE® Fabriqué par Du Pont Canada Inc. - Usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.  
DETAPRIME® Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Abernethy, Vancouver B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



## GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

# NBL 481

septembre 1981

La NBL 481 est une gélatine aqueuse en cartouche conçue pour les travaux à ciel ouvert. Cette gélatine aqueuse aluminée est spécialement conçue pour le sautage des tranchées là où on doit obtenir un maximum d'énergie. Ce produit est offert en diamètres de 40 à 65 mm.

### PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité:	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Vitesse de détonation:	Confinée à 4,5°C; diamètre de 50 mm; 4320 m/s
Classification des fumées:	Non acceptable pour les travaux souterrains
Classification de l'explosif:	Classe II
Durée d'entreposage:	Un an à température ambiante
Résistance à l'eau:	Une semaine, emballage intact
Conditions d'amorçage:	Amorce SD à toutes les températures

### NOMBRE DE CARTOUCHES PAR CAISSE (25 kg):

Diamètre (mm)	40	45	50	60	65
Longueur (mm)	400	400	400	400	400
Nombre de cartouches	47	34	27	21	17

### ÉNERGIE:

Unités relatives poids/énergie	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
	148	131	122

### RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit ordinaire acceptable pour utiliser sous pression hydrostatique ou transitoire de 1723,7 kPa (250 lb/po<sup>2</sup>).

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B5  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# TOVITE®

GÉLATINE AQUEUSE DE GROS DIAMÈTRE

Avril 1980

La TOVITE® est une gélatine aqueuse en cartouches de gros diamètre conçue pour les travaux à ciel ouvert et souterrains. Cette gélatine aqueuse non aluminée est efficace dans les cas exigeant une énergie à faible moyenne. Elle est offerte en diamètres de 100 à 200 mm.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,15 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C; diamètre de 125 mm;  
3 900 m/s  
Classification des fumées: Class I - admissible pour utilisation sous terre  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact)  
Exigences d'amorçage: Amorce de TNT de 450 g ou l'équivalent

Nombre de cartouches par caisse (25 kg):

Diamètre (mm)	100	125	140	150	165	180	200	215
Longueur (mm)	640	550	730	660	500	440	660	610
Nombre de cartouches	5	3	2	2	2	2	1	1

## ÉNERGIE

### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives d'énergie/poids	99	93	87

## Résistance à la pression hydrostatique:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 24 mètres (80 pi) ou 241,32 kPa (35lb/po<sup>2</sup>) à l'aide d'une amorce COR-DET®3 SC.

TOVITE® Fabriquée par Du Pont Canada Inc. - usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2W5  
Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# TOVEX® LD 442

GÉLATINE AQUEUSE DE GROS DIAMÈTRE

septembre 1980

TOVEX® LD 442 est une gélatine aqueuse en cartouches de gros diamètre sensible à l'amorce et conçue pour utilisation souterraine dans les trous de mine de gros diamètre. Cette gélatine aqueuse aluminée est l'explosif le plus puissant et le plus efficace que l'on puisse utiliser sous terre pour des travaux exigeant une grande énergie. TOVEX LD 442 est offerte en diamètres de 75 à 200 mm.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,30 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C - diamètre de 125 mm; 5 170 m/s  
Classification des fumées: Admissible pour utilisation sous terre  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact)

Nombre de cartouches par caisse (25 kg)

Diamètre (mm)	75	90	100	125	150	165	180	200
Longueur (mm)	405	405	620	550	610	500	410	650
Nombre de cartouches	11	8	4	3	2	2	2	1

## ÉNERGIE:

Unités relatives d'énergie/poids	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
	145	134	120

## RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 60 mètres (200 pi) ou 689,48 kPa (100 lb/po<sup>2</sup>) à l'aide d'une amorce COR-DET® 3SC.

TOVEX® Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co. Fabriquée par Du Pont Canada Inc., usager inscrit.  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macdonald Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K5  
Suite 101, 1550 rue Abernethy, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# TOVEX® LD

GÉLATINE AQUEUSE DE GROS DIAMÈTRE

Avril 1980

TOVEX® LD est une gélatine aqueuse en cartouches de gros diamètre sensible à l'amorce et conçue pour les travaux à ciel ouvert et souterrains. Cette gélatine aqueuse non aluminée est efficace dans les cas où une énergie moyenne suffit. Elle est offerte en diamètres de 100 à 200 mm.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité 1,30 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C - diamètre de 125 mm;  
5 100 m/s  
Classification des fumées: Classe I (admissible pour utilisation sous terre)  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact)  
Exigences d'amorçage: Amorce de TNT de 450 g ou l'équivalent

Nombre de cartouches par caisse (25 kg):						
Diamètre (mm)	100	125	150	165	180	200
Longueur (mm)	620	550	610	500	410	650
Nombre de cartouches	4	3	2	2	2	1

## ÉNERGIE:

### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives d'énergie/poids	137	121	105

## RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 24 mètres (80 pi) ou 241,32 kPa (35 livre/po<sup>2</sup>) à l'aide d'une amorce COR-DET® 3 SC.

TOVEX® Fabriquée par Du Pont Canada Inc. - Usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18, rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 72, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Alberta, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



# TOVEX® 2000 LD

GÉLATINE AQUEUSE DE GROS DIAMÈTRE

Avril 1980

La TOVEX® 2000 LD est une gélatine aqueuse en cartouches de gros diamètre sensible à l'amorce et conçue pour les travaux à ciel ouvert ou souterrains. Cette gélatine aqueuse aluminée est efficace dans les cas exigeant une énergie de moyenne à grande. Elle est offerte en diamètres de 100 à 200 mm.

## PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,42 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C; diamètre de 125 mm;  
5,370 m/s  
Classification des fumées: Classe I - Admissible pour utilisation sous terre  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact)  
Exigences d'amorçage: Amorce de TNT de 450 g ou l'équivalent

Nombre de cartouches par caisse (25 kg):

Diamètre (mm)	100	125	150	165	180	200
Longueur (mm)	570	510	560	450	370	580
Nombre de cartouches	4	3	2	2	2	1

## ÉNERGIE:

### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives d'énergie/poids	152	137	121

## Résistance à la pression hydrostatique:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 24 mètres (80 pi) ou 241,32 kPa (35 livre/po<sup>2</sup>) avec amorce COR-DET® 3

TOVEX® Fabriquée par Du Pont Canada Inc. - usager inscrit  
COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Frédéricton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2Y5  
Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits





# TOVEX® 5000 LD

GÉLATINE AQUEUSE DE GROS DIAMÈTRE

Avril 1980

La TOVEX® 5000 LD est une gélatine aqueuse emballée en cartouches de gros diamètre sensible à l'amorce et conçue pour les travaux à ciel ouvert. Cette gélatine aqueuse est efficace dans les cas exigeant une grande énergie. Elle est offerte en diamètres de 100 à 200 mm.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,40 g/cm<sup>3</sup>  
 Vitesse de détonation: Confinée à 4,5 C; diamètre de 125 mm;  
 4,950 m/s  
 Classification des fumées: Non admissible pour utilisation sous terre  
 Classification de l'explosif: Classe II  
 Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
 Résistance à l'eau: Une semaine (emballage intact)  
 Exigences d'amorçage: Amorce de TNT de 450 g ou l'équivalent

Nombre de cartouches par caisse (25 kg)

Diamètre (mm)	102	125	150	165	180	200
Longueur (mm)	580	510	570	460	380	610
Nombre de cartouches	4	3	2	2	2	1

Énergie:

Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives d'énergie/poids	153	140	127

Résistance à la pression hydrostatique:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 24 mètres (80 pi) ou 241,32 kPa (35 livre/po<sup>2</sup>) à l'aide d'une amorce COR-DET®3.

TOVEX® Fabriquée par Du Pont Canada Inc. - usager inscrit  
 COR-DET® Marque déposée de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
 C. P. 660, Montréal, P. Q. H3C 2V1  
 C. P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
 18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
 C. P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
 Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
 Suite 101, 1550 rue Alberni, Vancouver B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



## GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

# TOVEX® 1000SD

La TOVEX® 1000 SD est une gélatine aqueuse de petit diamètre, sensible au détonateur, conçue pour utilisation en surface. Cette gélatine aqueuse non aluminée est efficace dans les travaux n'exigeant pas un produit de grande énergie. La TOVEX® 1000 SD est offerte en diamètres de 50 à 100 mm.

### PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,15 g/cm<sup>3</sup>  
 Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C; diamètre de 50 mm: 4 400 m/s  
 Classification des fumées: -Classe I (admissible pour utilisation sous terre)  
 Classification de l'explosif: Classe II  
 Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
 Résistance à l'eau: Une semaine (avec intégrité d'emballage)  
 Exigences d'amorçage: à -7°C et plus - détonateur standard  
 à -12°C et plus - détonateur standard + DETAPRIME® 4 g  
 à -18°C et plus - détonateur standard + DETAPRIME® 9 g  
 à température inférieure à -18°C - amorce SD

### NOMBRE DE CARTOUCHES PAR CAISSE (25 KG):

	50	60	65	70	75	90	100
Diamètre (mm)	50	60	65	70	75	90	100
Longueur (mm)	400	400	400	400	400	400	400
Nombre de cartouches	27	21	18	14	12	9	7

### ÉNERGIE:

### Résistance du roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Basse</u>
Unités relatives d'énergie/poids	129	110	104

### RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 24 mètres (80 pi) ou 241,32 kPa (35 lb/po<sup>2</sup>) avec détonateur standard.

TOVEX® Fabriquée par Du Pont, usager inscrit  
 DETAPRIME® Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
 C.P. 660 Montréal, P.Q. H3C 2V1  
 C.P. 1241, rue Hawker, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
 18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
 C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
 Suite 300, Centre 70, 1715 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
 Suite 101, 1250 rue Albert, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

# TOVEX® 2000 SD-U

septembre 1981

La TOVEX® 2000 SD-U est une gélatine aqueuse de petit diamètre sensible au détonateur et conçue pour les travaux souterrains. Cette gélatine aqueuse non aluminée assure un meilleur rendement pour les sautages exécutés dans des endroits peu ouverts et est efficace là où on doit obtenir une énergie moyenne pour effectuer le travail. Ce produit est offert en diamètres de 25 à 40 mm.

## PROPRIETES ET CARACTERISTIQUES:

Densité:	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Vitesse de détonation:	Confinée à 4,5°C, diamètre de 32 mm; 4400 m/s
Classification des fumées:	Satisfaisant pour les travaux souterrains
Classification de l'explosif:	Classe II
Durée d'entreposage:	Un an à température ambiante
Résistance à l'eau:	Une semaine, emballage intact
Conditions d'amorçage:	à -7°C et plus, détonateur ordinaire à -12°C et plus, détonateur ordinaire - DETAPRIME® 4g à -18°C et plus, détonateur ordinaire - DETAPRIME® 9g à température inférieure à -18°C, amorce SD.

## NOMBRE DE CARTOUCHES PAR CAISSE (25 kg):

Diamètre (mm)	25	25	32	32	40	40
Longueur (mm)	300	400	300	400	300	400
Nombre de cartouches	143	107	93	71	64	49

## ÉNERGIE:

Unités relatives poids/énergie	Résistance du roc		
	Grande	Moyenne	Faible
	123	106	95

## RÉSISTANCE À LA PRESSION:

Produit ordinaire acceptable pour utiliser sous pression en dessous de 1723,5 kPa (250 lb/po<sup>2</sup>).

TOVEX® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co. Fabriquée par Du Pont Canada Inc., usager inscrit.

DETAPRIME® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.

C.P. 650, Montréal, P.Q. H3C 2V1

C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2

18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3

C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6

Suite 300, Centre 70 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6

Suite 101, 1550 rue Alcorn, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

# TOVEX® 2000SD-S

septembre 1981

La TOVEX® 2000 SD-S est une gélatine aqueuse de petit diamètre sensible au détonateur et conçue pour les travaux à ciel ouvert. Cette gélatine aqueuse aluminée assure un meilleur rendement et est efficace là où on doit obtenir une énergie moyenne. Ce produit est offert en diamètres de 45 à 100 mm.

## PROPRIETES ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,18 g/cm<sup>3</sup>  
Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C, diamètre de 50 mm; 4500 m/s  
Classification des fumées: Ne pas utiliser pour les travaux souterrains  
Classification de l'explosif: Classe II  
Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
Résistance à l'eau: Une semaine, emballage intact  
Conditions d'amorçage: à -7°C et plus, détonateur ordinaire  
à -12°C et plus, détonateur ordinaire + DETAPRIME® 4g  
à -18°C et plus, détonateur ordinaire - DETAPRIME® 9g  
à température inférieure à -18°C, amorce SD.

## NOMBRE DE CARTOUCHES (PAR CAISSE 25 kg):

Diamètre (mm)	45	50	60	65	70	75	80	90	100
Longueur (mm)	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Nombre de cartouches	32	25	20	16	13	11	10	9	6

## ÉNERGIE:

	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives poids/énergie	141	121	107

## RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit ordinaire acceptable pour utiliser sous une charge hydrostatique de 24 m (80 pi) ou de 241,32 kPa (35 lb/po<sup>2</sup>).

TOVEX® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co. Fabriquée par Du Pont Canada Inc., usager inscrit.

DETAPRIME® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hanwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B5  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Alberta, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

**TOVEX®**  
**5000SD-U**

février 1981

TOVEX® 5000 SD-U est une gélatine aqueuse de petit diamètre sensible au détonateur et conçue pour utilisation sous terre. Cette gélatine aqueuse aluminée est particulièrement efficace dans les sautages exigus du milieu minier et pour le perçage de tunnels, où on doit obtenir un maximum d'énergie. Ce produit est offert en diamètres de 25 à 45 mm.

PROPRIÉTÉS ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité: 1,15 g/c<sup>3</sup>  
 Vitesse de détonation: Confinée à 4,5°C; diamètre de 32 mm - 4 320 m/s  
 Classification des fumées: I (admissible pour utilisation sous terre)  
 Classification de l'explosif: Classe II  
 Durée d'entreposage: Un an à température ambiante  
 Résistance à l'eau: Une semaine (avec intégrité d'emballage)  
 Exigences d'amorçage: à -7°C et plus - détonateur standard + DETAPRIME® 4 g  
 à -12°C et plus - détonateur standard + DETAPRIME® 4 g  
 à -18°C et plus - détonateur standard + DETAPRIME® 9 g  
 à température inférieure à -18°C - amorce SD\*

NOMBRE DE CARTOUCHES PAR CAISSE (25 kg):

Diamètre (mm)	25	25	32	32	40	40	45	45
Longueur (mm)	300	400	300	400	300	400	300	400
Nombre de cartouches	141	106	96	67	63	47	46	40

ÉNERGIE:

Puissance dans le roc

	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Basse</u>
Unités relatives poids/énergie:	147	128	116

RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit standard admissible pour utilisation sous une colonne hydrostatique de 1723,7 kPa (250 lb/po<sup>2</sup>).

TOVEX® Fabriquée par Du Pont Canada Inc. - Usager Inscrit  
 DETAPRIME® Marque de E.I. Du Pont de Nemours & Co.  
 Amorce SD\* Marque de Du Pont Canada Inc.

DU PONT CANADA INC.  
 C.P. 660, Montréal P.C. H3C 2V1  
 C.P. 1241, rue Hamwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
 18, rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
 C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
 Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
 Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.



GÉLATINE AQUEUSE DE PETIT DIAMÈTRE

# TOVEX® 5000SD-S

septembre 1981

La TOVEX® 5000 SD-S est une gélatine aqueuse de petit diamètre sensible au détonateur et conçue pour les travaux à ciel ouvert. Cette gélatine aqueuse aluminée assure un meilleur rendement et est efficace là où on doit obtenir un maximum d'énergie. Ce produit est offert en diamètres de 45 à 100 mm.

## PROPRIETES ET CARACTÉRISTIQUES:

Densité:	1,18 g/cm <sup>3</sup>
Vitesse de détonation:	Confinée à 4,5°C; diamètre de 50 mm; 4480 m/s
Classification des fumées:	Ne pas utiliser pour les travaux souterrains
Classification de l'explosif:	Classe II
Durée d'entreposage:	Un an à température ambiante
Résistance à l'eau:	Une semaine, emballage intact
Conditions d'amorçage:	à -7°C et plus, détonateur ordinaire à -12°C et plus, détonateur ordinaire - DETAPRIME® 4g à -18°C et plus, détonateur ordinaire - DETAPRIME® 9g à température inférieure à -18°C, amorce SD.

## NOMBRE DE CARTOUCHES PAR CAISSE (25 kg):

Diamètre (mm)	45	50	60	65	70	75	80	90	100
Longueur (mm)	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Nombre de cartouches	32	25	20	16	13	11	10	9	6

## ENERGIE:

	<u>Résistance du roc</u>		
	<u>Grande</u>	<u>Moyenne</u>	<u>Faible</u>
Unités relatives poids/énergie	148	128	113

## RÉSISTANCE À LA PRESSION HYDROSTATIQUE:

Produit ordinaire acceptable pour utiliser sous une charge hydrostatique de 24 m (80 pi) ou de 241,32 kPa (35 lb/po<sup>2</sup>) avec un détonateur ordinaire

TOVEX® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co. Fabriquée par Du Pont Canada Inc., usager inscrit.

DETAPRIME® - Marque déposée de E.I. du Pont de Nemours & Co.

DU PONT CANADA INC.  
C.P. 660, Montréal, P.Q. H3C 2V1  
C.P. 1241, rue Hamwell, Fredericton, N.B. E3B 5E2  
18 rue Durham sud, Sudbury, Ont. P3E 3M3  
C.P. 26, Toronto-Dominion Centre, Toronto, Ont. M5K 1B6  
Suite 300, Centre 70, 7015 Macleod Trail sud, Calgary, Alta. T2H 2K6  
Suite 101, 1550 rue Albern, Vancouver, B.C. V6G 1A5

Les renseignements donnés ici sont exacts, mais, puisque nous n'avons aucun contrôle sur l'usage que l'on peut en faire, nous ne pouvons garantir les résultats de cet usage au-delà de la garantie ordinaire qui accompagne nos produits.





# "GELEX"

GELEX - DUPONT DU CANADA

La "Gelex" est un explosif brisant semi-gélatineux dont l'usage est très répandu, en particulier dans l'exploitation des mines souterraines. La série des

dynamites "Gelex" allie l'avantage de prix moyens à ceux d'un bon effet brisant et d'une bonne résistance à l'eau.

## PROPRIÉTÉS

% de puissance	A (75%)	1 (70%)	2 (70%)	3 (70%)
Vitesse-pi./sec.	12,000	12,000	12,600	12,000
Résistance à l'eau (h.)	24	24	24	16
Classe des fumées du tir	1	1	1	1

## EMPAQUETAGE

La "Gelex" est emballée dans des cartouches ordinaires en papier, et présentée dans des boîtes en carton fibreux dont le poids net est 50 lb.

Le tableau ci-après indique le nombre de cartouches par boîte dans le cas des dimensions les plus fréquemment employées.

DIMENSIONS	CARTOUCHES/50 LB			
	"GELEX" A	"GELEX" 1	"GELEX" 2	"GELEX" 3
7/8 x 8 .....	213	217	234	250
1 x 8 .....	168	171	185	198
1 1/8 x 8 .....	135	137	150	160
1 1/4 x 8 .....	110	111	122	130
1 1/2 x 8 .....	78	79	88	93
2 x 16 .....	22	21	24	26



# SPECIAL GELATIN

La "Special Gelatin" est la dynamite à tout faire de l'industrie de la construction. Elle trouve aussi plusieurs applications dans les exploitations minières.

On l'emploie couramment dans les conditions les plus variées à cause de sa grande puissance et de son excellente résistance à l'eau.

## PROPRIÉTÉS

% de puissance	30%	40%	50%	60%	75%	80%	90%
Vitesse-pi./sec.	13,800	14,400	14,800	15,400	16,400	17,000	19,700
Résistance à l'eau (h.)	72+	72+	72+	72+	72+	72+	72+
Classe des fumées du tir	1	1	1	1	1	1	2

## EMPAQUETAGE

La "Special Gelatin" est empaquetée dans des cartouches ordinaires en papier et présentée dans des boîtes en carton fibreux dont le poids net est 50 lb. Chaque puissance de "Special Gelatin" est disponible en cartouches de dimensions allant de 7/8" x 8"

à 6" x 16". Le tableau suivant indique le nombre de cartouches par boîte de 50 lb dans le cas des puissances et des dimensions les plus fréquemment employées.

DIMENSIONS	% DE PUISSANCE			
	40%	50%	60%	75%
7/8 x 8 .....	182	188	198	209
1 x 8 .....	144	147	153	162
1 1/8 x 8 .....	111	115	120	126
1 1/4 x 8 .....	89	93	96	101
1 1/2 x 8 .....	62	64	66	71
2 x 16 .....	17	18	18	20
2 1/2 x 16 .....	12	12	12	13



A N N E X E C

Informations sur un agent de  
démolition non-explosif

# TABLE DE MATIERES

QU'EST-CE LA S-MITE.....	2
DESCRIPTION DE LA S-MITE.....	3
1. Elements chimiques et effet.....	3
2. Mécanisme de démolition.....	3
3. Types.....	4
4. Emballage.....	4
5. Caractéristiques.....	4
APPLICATIONS.....	6
PLAN DE DEMOLITION.....	7
1. Forage des trous.....	7
2. Disposition des trous.....	7
Pour roches.....	7
Pour structures en béton.....	9
3. Quantité normale à employer.....	11
4. Calcul de la quantité requise.....	11
DEVIS D'EXECUTION DES PROJETS.....	13
1. Matériel.....	13
2. Outils et instruments.....	13
3. Méthode de mélange.....	13
4. Méthode de remplissage.....	13
5. Traitement après le versement du coulis et délai d'apparition des fissures.....	15
6. Précautions lors de l'exécution des projets.....	15
7. Entreposage.....	16

# QU'EST-CE LA S-MITE

Le démontage des structures en béton et la démolition des roches dans les travaux de construction et de génie civil comportent de graves problèmes de sûreté et de pollution de l'environnement, et appellent une méthode sûre et non polluante de démolition. Sensible à ce besoin social, Sumitomo Cement a poursuivi des recherches qui ont abouti au développement fructueux d'un agent entièrement nouveau nommé S-MITE, c'est à dire Dynamite sûre, silencieuse et non explosive qui n'appartient pas à la famille des explosifs dangereux et qui supprime les divers problèmes normalement associés aux travaux de démolition.

La S-MITE est un agent de démolition qui utilise l'énorme force expansive créée par la réaction chimique de l'hydratation. Il suffit de mêler de la S-MITE et de l'eau, de brasser le mélange jusqu'à l'état de coulis et de le verser dans des roches ou l'on a foré des trous au préalable. Après un certain temps, des fissures apparaissent dans les structures en béton et/ou les roches.

Cette fiche technique, préparée à l'intention des ingénieurs qui vaquent aux travaux de démolition, est conçue en vue de fournir toutes les données requises pour la conception, la planification et l'exécution de tous les genres de travaux de démolition.

# DESCRIPTION DE LA S-MITE

## 1. ELEMENTS CHIMIQUES ET EFFET

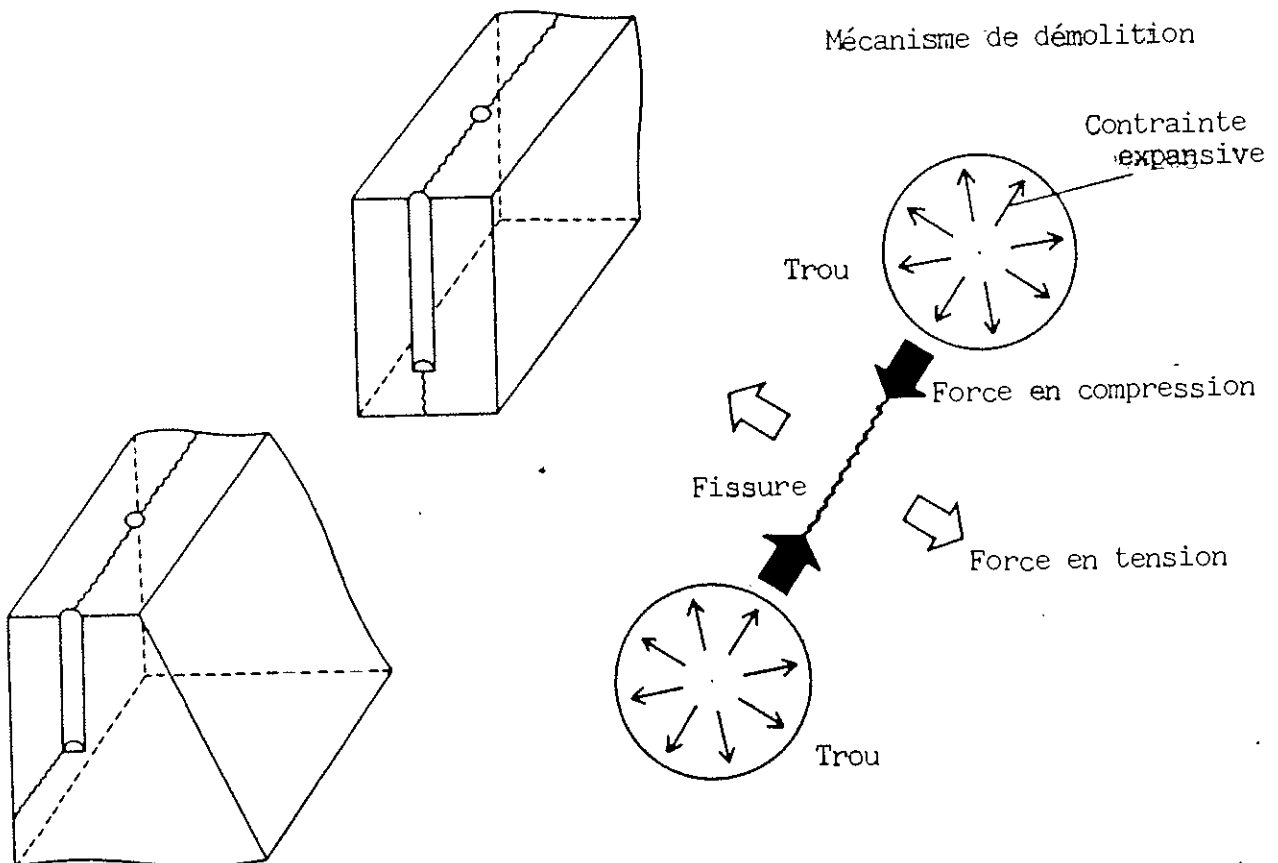
La S-MITE est une poudre grise légère qui est essentiellement constituée d'un composé spécial de chaux inorganique. L'addition d'une quantité appropriée d'eau (25 - 30% poids) et le brassage du mélange engendre une formidable contrainte expansive dépassant 3,000 tonnes/m<sup>2</sup> dans approximativement 20 heures aux fins des travaux de démolition.

## 2. MECANISME DE DEMOLITION

Contrairement aux types génériques d'explosifs tels que la dynamite, qui recourent à la pression des gaz ou aux contraintes d'impact, la S-MITE tire son énorme puissance fracturante de la formidable contrainte expansive créée au cours de la cristallisation par la réaction chimique de l'hydratation. Cette contrainte, qui peut atteindre en moins de 20 heures 3,000 t/m<sup>2</sup> dans les trous remplis de S-MITE, fissure les roches et les structures en béton silencieusement et sans danger.

En général, la résistance à la rupture des substances fragiles telles que les roches et les structures en béton est très inférieure aux forces de compression. Elle est de 1/10 - 1/40 (200 - 1,500 t/m<sup>2</sup>) dans les roches et environ 1/10 (150 - 300 t/m<sup>2</sup>) dans les structures en béton.

La contrainte expansive de la S-MITE s'exerce sur la substance à démolir comme contrainte compressive et comme contrainte de rupture perpendiculaire à cette force de compression. Les fissures se présentent sous forme de liaisons entre les trous lorsque la contrainte de rupture de la S-MITE dépasse la résistance de la substance à démolir. Cette contrainte expansive continue d'augmenter pendant une semaine environ, et rend les fissures encore plus larges.



### 3. TYPES

La S-MITE tire sa contrainte expansive de la réaction chimique dite hydratation, dont la rapidité est influencée par la température du milieu. Aussi, puisque l'accumulation thermique dans les trous remplis de S-MITE diffère selon la réactivité, le type spécifique de S-MITE diffère selon la réactivité, le type spécifique de S-MITE à utiliser dans un travail donné doit être déterminée par les conditions réelles d'application.

La réaction sera retardée si la température

applicable ou si le diamètre des trous est inférieur aux diamètres applicables, ce qui prolongera de beaucoup le délai d'apparition des fissures. Inversement, la réaction sera accélérée si la température du milieu dépasse la température applicable ou si le diamètre des trous est supérieur aux diamètres applicables. Dans ce cas, il y a risque d'éruption; la S-MITE peut jaillir des trous (voir Devis d'exécution des travaux, article 5 (2).)

Table 1. Types de S-MITE et leurs conditions d'application.

TYPES	DIAMETRES NORMAUX APPLICABLES	TEMPERATURE DE LA SUBSTANCE DEMOLIE (conditions applicables)
S-MITE Genre S	30 mm $\phi$ - 50 mm $\phi$ Diamètre optimal 40 mm	Pour l'hiver, moins de 10 C (50 F)
S-MITE Genre A		Pour le printemps, automne 10 - 18 C (50 - 64)
S-MITE Genre B		Pour l'été, 18 - 35 C (64 - 95 F)

Note: Pour l'utilisateur qui désire employer des forages de plus grand diamètre (plus de 50 mm diamètre optimal 65 mm $\phi$ ) nous pouvons préparer le type spécial V. S.V.P. communiquez avec nous pour plus de détails.

### 4. EMBALLAGE

La S-MITE est expédiée en boîtes de 20 kg contenant deux sacs de 10 kg de poudre S-MITE.

### 5. CARACTERISTIQUES

(1) La S-MITE ne pollue pas.

Puisque la S-MITE est dilatée par hydratation, elle engendre des fissures dans les roches et les structures en béton progressivement et silencieusement par contrainte expansive. Par conséquent, contrairement aux explosifs ou aux forces mécaniques, il n'y a ni explosion ni choc au moment de l'apparition des fissures et le procédé est exempt de vibration, projection des roches, de poussière ou de gaz nocifs.

(2) Aucune licence n'est requise pour l'emploi de la S-MITE (au Japon).

Puisque la S-MITE ne relève pas de règlements juridiques ayant trait à la prévention des incendies et à la manutention des explosifs, n'importe qui peut l'utiliser sans avoir à obtenir une licence.

(3) Possibilité de démolition planifiée.

Les fissures apparaissent sous forme de liaisons entre les trous remplis de S-MITE, ce qui facilite l'orientation des fissures. Il est donc possible de découper les roches systématiquement en disposant les trous convenablement, de créer des faces en pente dans la roche et de découper partiellement les structures en béton.

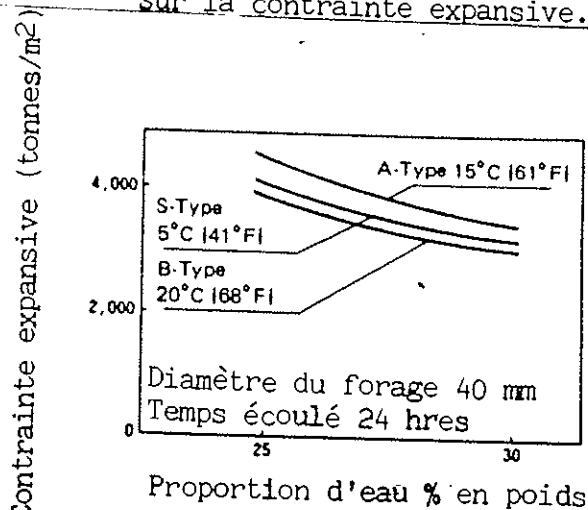
(4) Pas de bourrage.

Contrairement aux explosifs, le bourrage des trous avec du sable ou de l'argile n'est pas du tout nécessaire.

(5) Rapport entre la proportion d'eau et le rendement en démolition.

Le schéma 1 indique le rapport entre la proportion d'eau et le rendement en démolition. La proportion normale est de 27 - 28% en poids, mais on peut réduire la proportion d'eau pour obtenir une plus grande contrainte expansive comme l'indique le schéma. Du reste, si le délai de démolition n'est pas rigoureux, on peut augmenter la quantité d'eau (proportion maximale: 30% en poids).

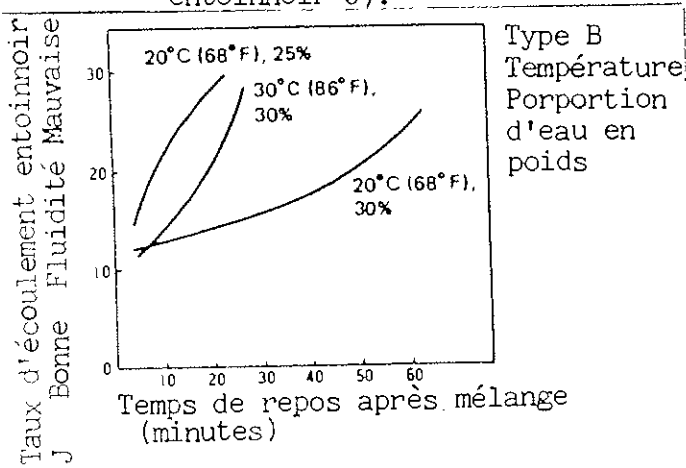
Schéma 1. Influence de la proportion d'eau sur la contrainte expansive.



(6) Fluidité de la S-MITE

L'ordonné dans le schéma 2 indique le temps d'écoulement pour le S-MITE en coulis lors de l'essai avec l'entonnoir J. Il va sans dire que plus le temps d'écoulement sera long, moins la S-MITE sera fluide. La fluidité ne pose pas de problème dans l'utilisation normale du coulis. A noter cependant qu'elle diminue lorsque le coulis reste longtemps exposé dans le récipient.

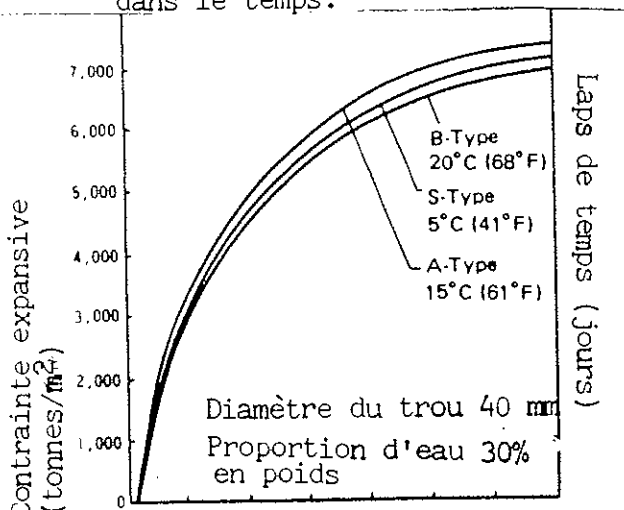
Schéma 2. Influence de la température et de la proportion d'eau sur la fluidité de la S-MITE (taux d'écoulement essai entonnoir J).



(7) Durée de l'expansibilité

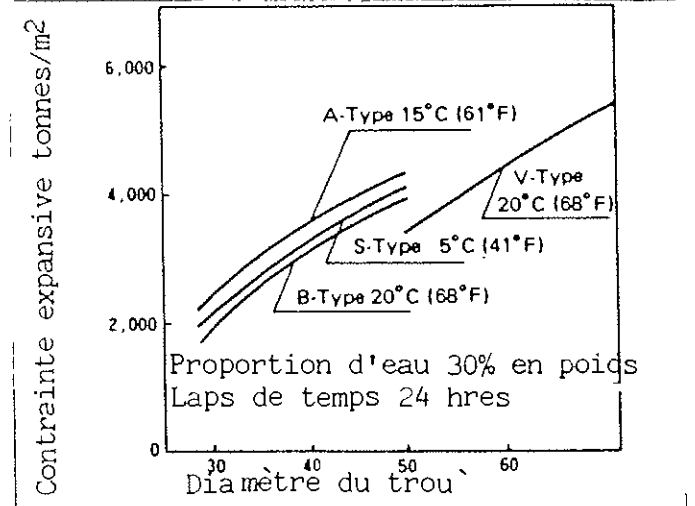
Le schéma 3 montre comment la contrainte expansive de la S-MITE augmente sans cesse avec le temps après avoir rempli les trous de démolition. La S-MITE peut engendrer une contrainte expansive capable de démolir complètement les roches et les structures en béton dans 10 - 24 heures, mais sa contrainte expansive continue d'augmenter sans cesse et ne diminue pas même après un grand laps de temps. Donc, plus elle demeure longtemps dans les trous, plus sa capacité de démolition est grande.

Schéma 3. Courbe de la contrainte expansive dans le temps.



Le schéma 4 indique le rapport entre la contrainte expansive et le diamètre du trou. Nous voyons que la contrainte expansive augmente en raison directe de diamètre du trou

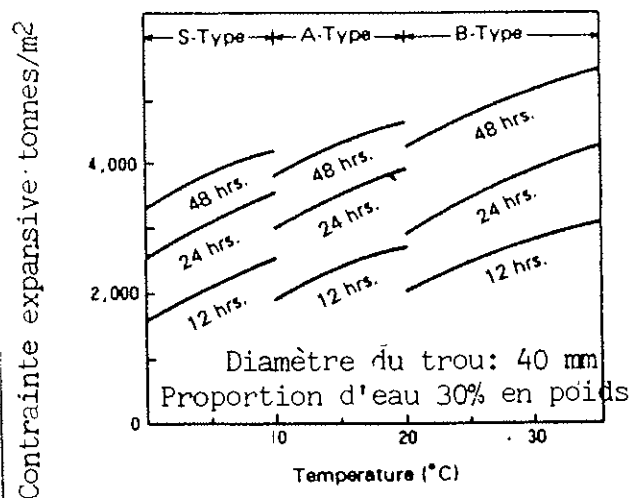
Schéma 4. Rapport entre la contrainte expansive et le diamètre du trou.



(8) Influence de la température.

Le schéma 5 indique l'influence de la température de la substance à démolir sur la contrainte expansive de la S-MITE. Avec les types S, A et B nous constatons que plus la température est élevée, plus l'agent démolisseur pourra faire preuve de force expansive dans la gamme de températures applicable. L'emploi de la S-MITE à une température dépassant la gamme de températures applicable bien qu'offrant une formidable contrainte expansive, risque de provoquer le phénomène d'éruption, ou l'agent jaillit des trous. faut donc avoir soin d'employer la S-MITE dans la gamme prescrite de températures.

Schéma 5. Influence de la température sur la contrainte expansive.



# APPLICATIONS

La S-MITE, étant un agent démolisseur silencieux qui engendre des fissures dans les roches, le béton, les ouvrages de maçonnerie et les autres substances fragiles au moyen de sa force expansive, se prête à une démolition des plus efficaces dans les circonstances ci-après et peut aussi démolir sous l'eau tout comme sur terre:

- \* Démolition dans les milieux où l'emploi des explosifs serait dangereux vu la proximité des habitations des lignes ferroviaires des routes ou des services publics tels que les lignes de transport d'énergie.
- \* Démolition sur les chantiers où les machines lourdes seraient inefficaces.
- \* Démolition partielle sur les chantiers où l'emploi des explosifs risque de nuire aux autres parties structurales.
- \* Démolition des cibles non prévues où l'emploi des explosifs prendrait trop de temps et retarderait l'exécution des travaux.

## EXEMPLES DE LA DEMOLITION DES ROCHES

- 1) Démolition des roches dans le nivellement des zones d'habitation.
- 2) Fragmentation et enlèvement des gros galets tombés.
- 3) Démolition des roches en construction routière et dans les projets de prolongement.
- 4) Démolition des roches dans le cadre des travaux de création des faces en pente.
- 5) Démolition planifiée pour l'extraction du marbre, du granit, de la chaux et d'autres substances.
- 6) Démolition des roches dans le cadre des projets de pose de tuyaux à gaz, de tuyaux d'égout et de lignes de téléphone.

## EXEMPLES DE LA DEMOLITION DU BETON

- 1) Démolition des supports et des culées de pont.
- 2) Démolition des fondations des machines et d'édifices.
- 3) Démolition des remblais.
- 4) Démolition des dalles de réaction des fusées.
- 5) Démolition des barrages.
- 6) Démolition des revêtements hydrofuges.
- 7) Démolition des brise-lames.
- 8) Démolition des têtes de pile.
- 9) Démolition partielle de divers genres de structures en béton.
- 10) Démolition des structures temporaire en béton.

# PLAN DE DEMOLITION

La démolition par S-MITE (ou l'avancement des projets comportant la démolition expansive des structures avec le démolisseur silencieux S-MITE) met en jeu des procédés comportant: le forage des trous dans la structure à démolir - le mélange de la S-MITE - le versement du coulis S-MITE dans les trous forés - le séchage - la fissuration - la démolition secondaire. Cependant, il faut dresser un plan de démolition judicieux aux stades préliminaires des travaux de démolition avant l'exécution proprement dite du projet.

En dressant le plan de démolition, il faut définir précisément la cible de démolition, la résistance à la rupture, la forme les caractéristiques de la roche, les filons naturels et d'autres propriétés de la roche, le volume d'acier d'armature, la résistance, la forme et les autres propriétés de la structure en béton ainsi que les détails ayant trait aux milieux, aux conditions climatiques, aux objectifs de démolition finaux, à la méthode secondaire de démolition, à l'échéancier du projet et à d'autres facteurs.

Aussi, dans l'exécution de plan de démolition, on peut obtenir de meilleurs résultats en prévoyant des conditions optimales de démolition au moyen d'essais préliminaires avec diverses dispositions de trous. De toute façon, puisque les fissures sont plus faciles à provoquer parallèlement aux surfaces libres, l'idée maîtresse est de dresser un plan de démolition permettant l'emploi le plus efficace des surfaces libres et la formation astucieuse des surfaces libres.

## 1. FORAGE DES TROUS

### (1) diamètre des trous

Plus les trous sont gros, plus l'effet de démolition sera grand. Etant donné le type de foreuse utilisé et les propriétés de la S-MITE, le diamètre optimal est 40 mm lorsqu'on emploie des marteaux à main et 65 mm lorsqu'on emploie des foreuses sur chenilles.

### (2) Espacement des trous

Plus les trous sont rapprochés, plus l'effet de démolition sera grand, mais il faudra alors employer une grande quantité de S-MITE. Il vaut donc mieux espacer les trous en se guidant sur le Tableau 2. Si l'échéancier du projet n'est pas rigoureux, on pourra inversement adopter un espacement moins serré et réaliser une démolition moins coûteuse. On pourra adopter un espacement beaucoup plus économique en se fondant sur les résultats obtenus en essayant divers arrangements de trous.

### (3) Profondeur des trous

L'effet expansif de la S-MITE s'exerce généralement sur toute la surface du trou rempli, mais la fissuration est relativement faible au fond du trou. Donc, dans la démolition du sol natu-

rel, il est bon d'augmenter la profondeur prévue des trous de 10 - 20 cm. En revanche, lorsqu'il faut démolir des galets tombés ou des structures en béton dont les parties inférieures sont séparées des autres structures, il vaut mieux creuser des trous atteignant environ 80% de la profondeur prévue.

### (4) Orientation des trous

En règle générale, il est bon de forer verticalement. Cependant, on peut augmenter l'effet de démolition en forant horizontalement en pente ou vers le haut, selon les conditions particulières du lieu de démolition ou la forme et les autres propriétés de la substance à démolir (voir Devis d'exécution des travaux, Article 4). Pour démolir des galets présentant des plans de faiblesse, forer les trous non parallèlement aux plans, mais plutôt, perpendiculaire à un angle favorisant la formation de coins. On obtient ainsi un meilleur effet de démolition (voir plan de démolition Article 2 (3) - (i).)

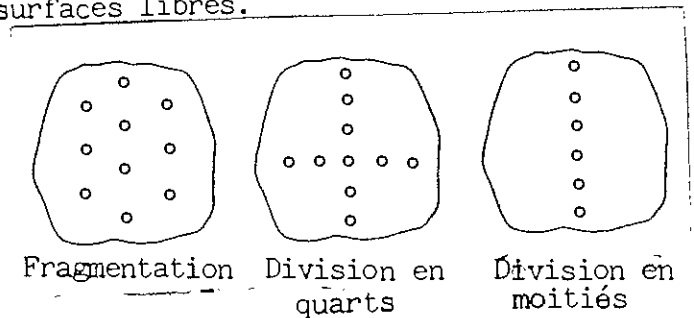
## 2. DISPOSITION DES TROUS

On peut adopter divers arrangements, selon le type spécifique, les filons naturels ou la forme des roches, ou selon la forme ou l'arrangement de l'armature d'acier dans les structures en béton - ci-dessous plusieurs exemples typiques.

Pour Roches

### (1) Galets tombés

On peut adopter un des motifs ci-dessous selon les dimensions, la forme et le but de démolition des galets tombés. On peut réaliser une démolition efficace avec une quantité relativement faible de S-MITE grâce aux nombreuses surfaces libres.



### (2) Coupe partielle des galets

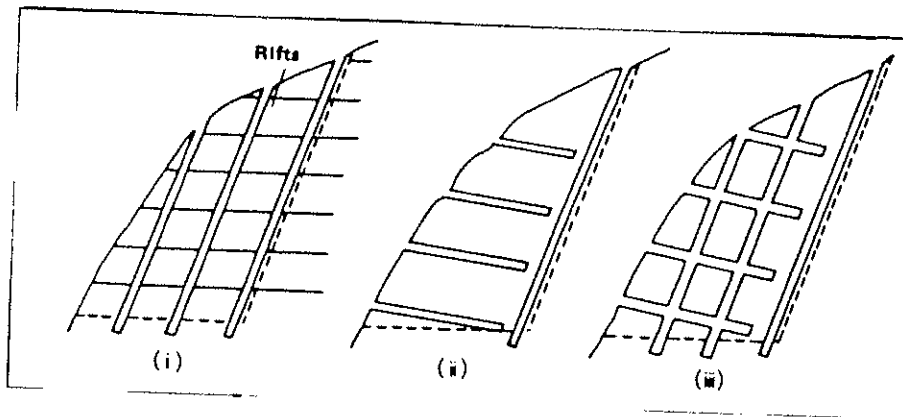
Forer les trous dans le sens indiqué par le croquis ci-dessous de façon à séparer de la partie inférieure la partie à démolir. On obtient ainsi la démolition la plus efficace. Remplir le trou presque au bord avec de la S-MITE, puis boucher le trou avec un matériau de bourrage pour empêcher la S-MITE de s'échapper.





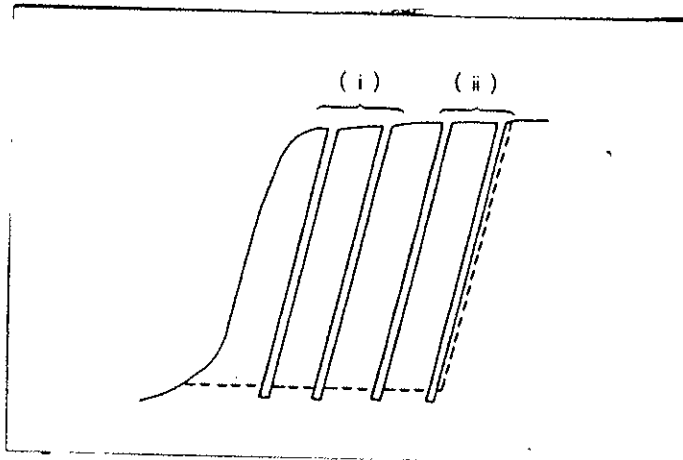
(3) Formation des talus.

Forer les trous comme l'indique le croquis (i) lorsqu'il y a des plans de faiblesse et comme l'indiquent les croquis (ii) et (iii) lorsqu'il n'y a pas de plans de faiblesse.



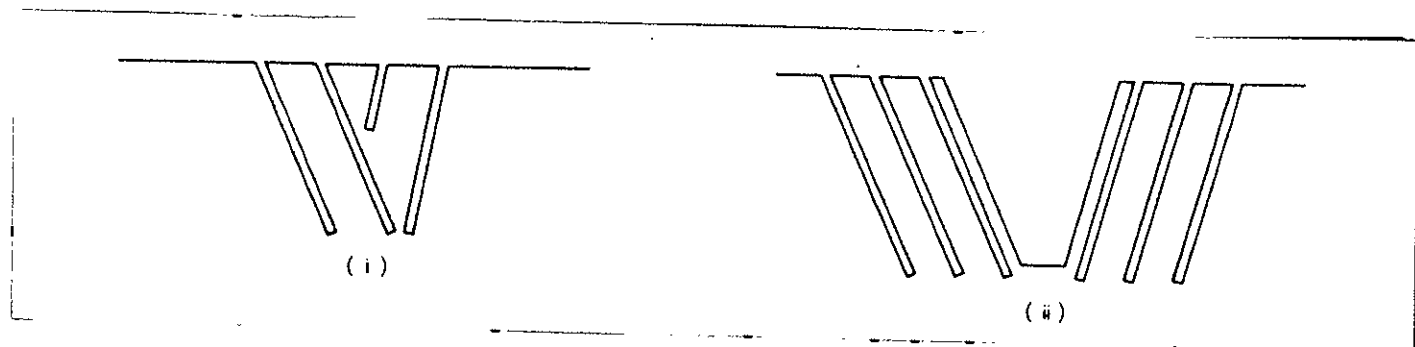
(4) Abattage en banquette.

Forer les trous parallèlement à la surface libre tel qu'indiqué à droite. Les fissures sont plus difficiles à provoquer lorsque les trous sont plus éloignés de la surface libre (ii), mais on peut démolir ces parties efficacement en traitant d'abord les parties près de la surface libre (i) et en laissant aux parties intérieures plus de temps pour la fissuration.



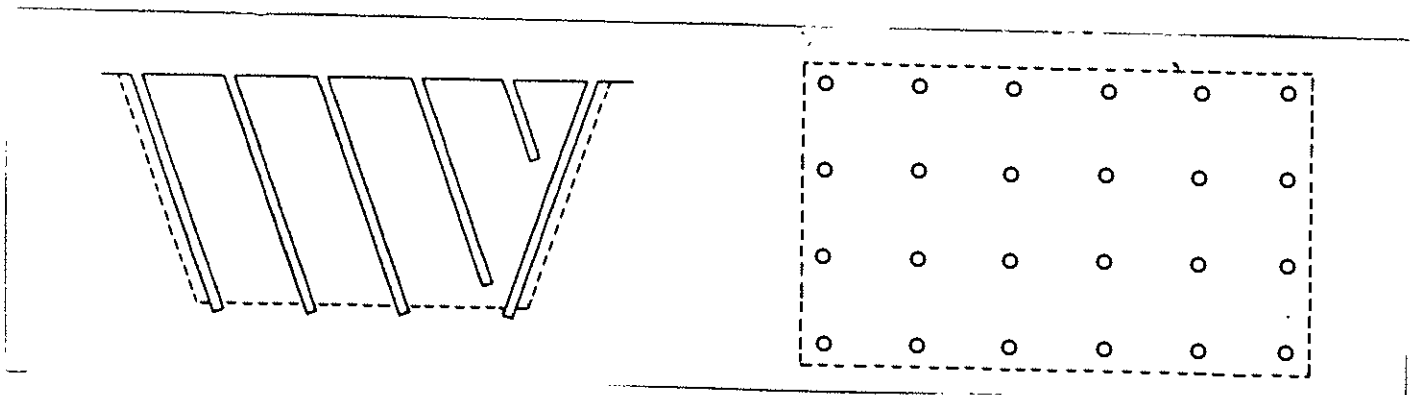
(5) Creusage des canaux et baisse des fondations (planchers)

Puisqu'il est difficile de provoquer des fissures dans le cas d'une surface libre unique, enlever d'abord la partie centrale (i), puis remplir les trous de S-MITE après avoir créé deux surfaces (ii).



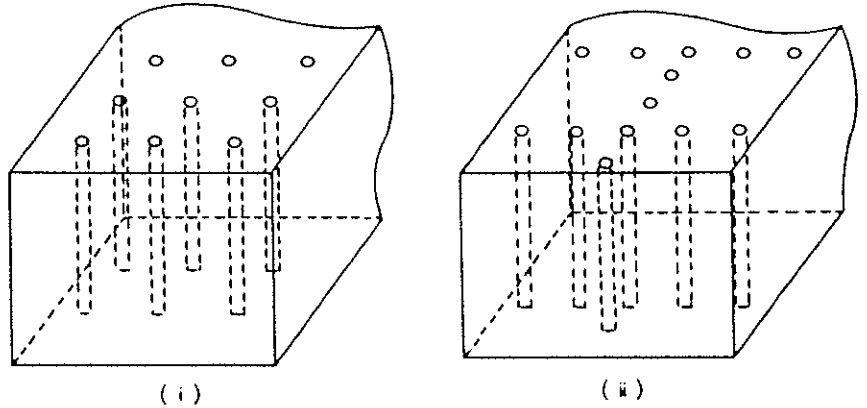
(6) Fosses.

Un angle de forage inférieur à 60 degrés est recommandé pour le creusage des fosses.

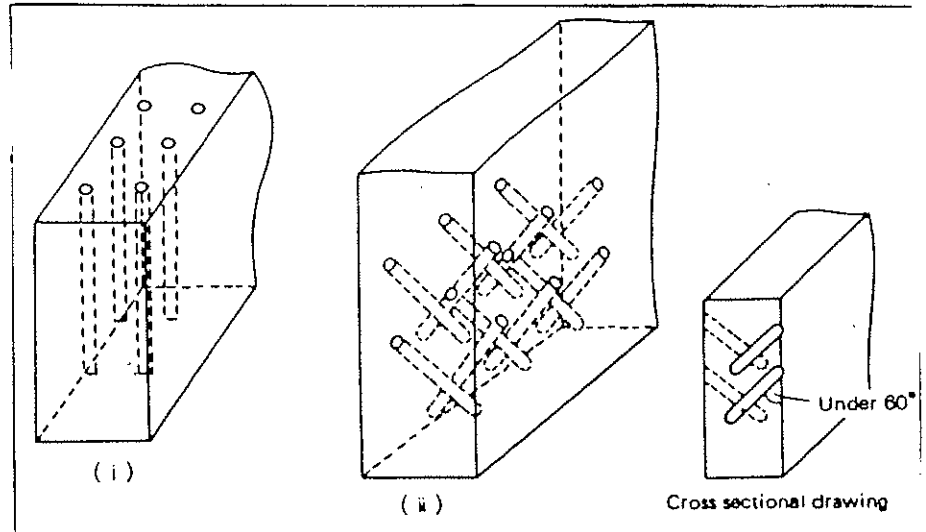


STRUCTURES EN BETON

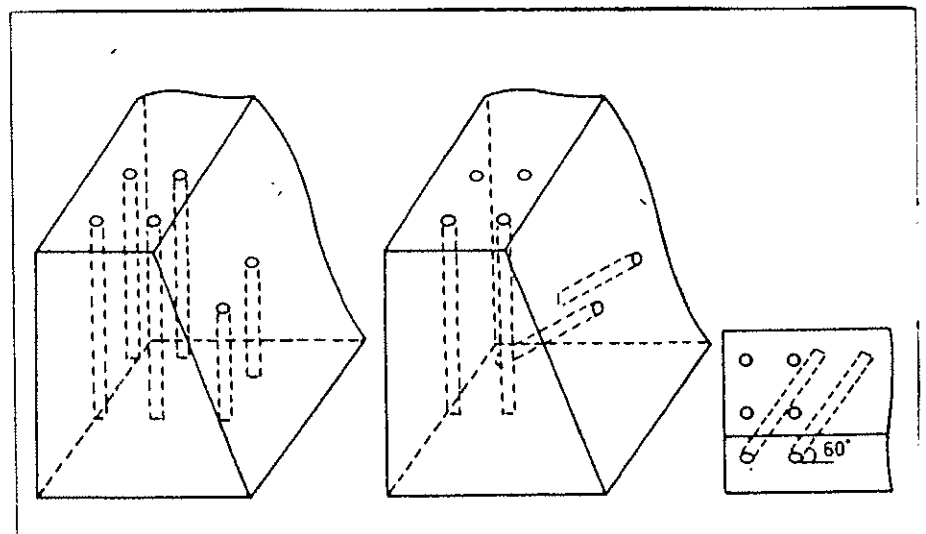
(1) Structures en béton pour machines, dalles de réaction pour fusées. Suivre la méthode des trous dispersés (i) ou des trous concentrés (ii) selon le but de la démolition: fragmentation ou division grossière.



(2) Murs d'étanchéité, murs d'édifice, etc. Forer les trous verticalement ou possible (i) et à un angle pouvant atteindre 60 degrés aux endroits où le forage vertical est impossible (ii).

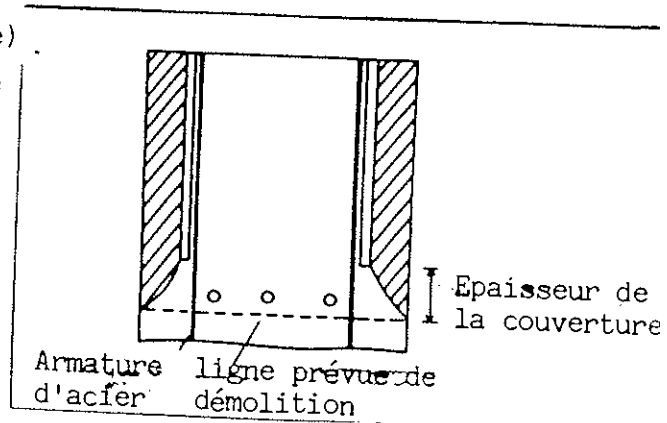


(3) Piles et culées de pont, barrages, remblais, etc. L'adoption du forage horizontal et la dispersion des trous est préférable pour la démolition des structures dont les parties inférieures sont épaisses. Les trous horizontaux devraient avoir un angle de 45 - 60 degrés par rapport à l'axe horizontal.



(4) Traitement des têtes de pile (croquis ci-contre)

Provoquer des fissures au dessus de la ligne prévue de démolition pour enlever les parties rayées (parties qui adhèrent à l'armature d'acier). Puis forer des trous horizontaux pour remplissage avec de la S-MITE afin de démolir le reste.

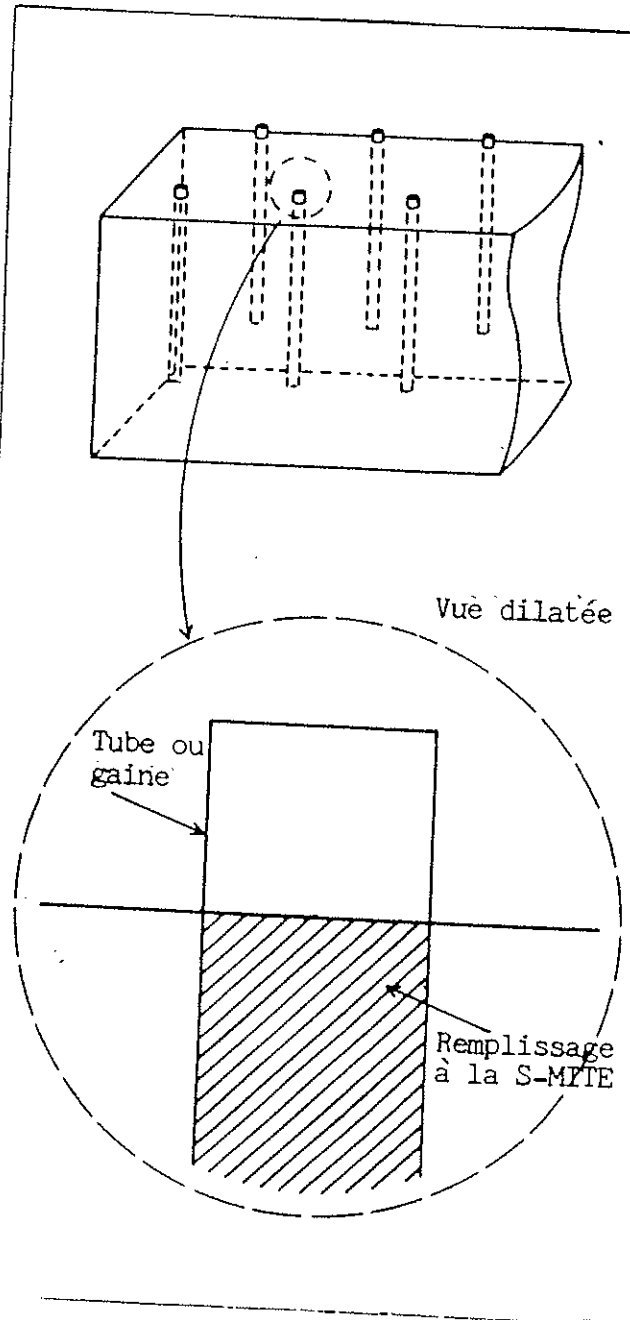


(5) Autres cas (démolition par implantation de tubes)

Dans le cas des structures prédestinées au démontage telles que les structures temporaires en béton (plaques de réaction, barrages temporaires, parafouilles temporaires, etc.), des gaines en spirale (utilisées dans divers genres de structures en béton précontraint) sont arrangées dans la structure lorsque le béton est coulé. Lors du démontage, il est donc possible de provoquer des fissures tout simplement en remplissant ces tubes implantés avec de la S-MITE. Cette méthode est tout indiquée pour la démolition des structures temporaires à armature d'acier qui contiennent de nombreuses barres d'armature et sont très difficiles à forer. L'implantation des tubes supprime l'énorme apport de temps et de main-d'oeuvre qu'imposerait autrement le forage des trous.

Lorsqu'on recourt aux tubes, il faut veiller tout particulièrement à les disposer exactement et sans nuire à leurs bouches afin de prévenir l'obturation lorsqu'on les remplit de S-MITE plus tard. Aussi, lors du remplissage, il faut se garder de dépasser le niveau de la surface du béton et laisser vides les parties qui sortent de la structure à démolir. Employer une tige pour enlever le trop plein des tuyaux: autrement, il y aura éruption.

La méthode de base pour l'implantation des tubes dans les structures en béton est indiquée dans les croquis ci-contre.



Note: Pour les structures en béton armé, la disposition des trous sera comme ci-haut, mais l'espacement des trous et leurs diamètres sont à réduire. Après la fissuration, enlever les fragments de béton fissuré avec des pics ou des marteaux et continuer la démolition en coupant les barres d'armature au chalumeau ou un autre appareil du genre.

(3) Quantité Normale à Employer

Table 2

	Espacement diamètre des trous (fois)	Quantité de S-MITE par M <sup>3</sup> de l'objet de démolition (kg/m <sup>3</sup> )
Gallet tombé	8 ~ 15	5 ~ 10
Extraction par coupe au banc	10 ~ 16	5 ~ 13
Creusage des canaux	7 ~ 12	15 ~ 25
Baisse des fondations (planchers)	7 ~ 12	10 ~ 16
Béton non armé	10 ~ 13	7 ~ 12
Béton armé	6 ~ 10	12 ~ 35

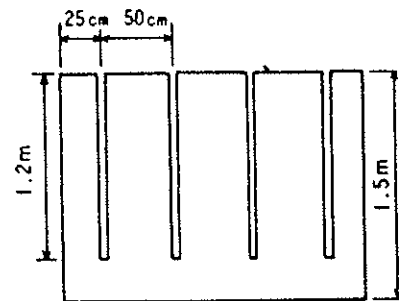
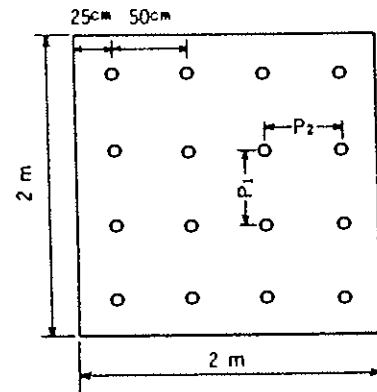
4. CALCUL DE LA QUANTITE REQUISE DE S-MITE

Conditions de démolition

- Objet de démolition (béton non armé)  
Largeur 2 m x profondeur 2 m x hauteur 1.5 m  
(Volume 6 m<sup>3</sup>)

- Forage des trous  
Diamètre  
Profondeur  
Profondeur totale  
Espacement  
Quantité

- Mélange  
Proportion d'eau  
Type de S-MITE: Type B (température de prise 25 C (77 F))



METHODE DE CALCUL

Puisque la quantité de S-MITE requise est 2,161 kg par mètre (voir Tableau 3).

La quantité totale de S-MITE consommée est:

$$2,161 \text{ kg/m} \times 19.2 \text{ m} = 41.5 \text{ kg}$$

(quantité requise par mètre x profondeur totale des trous)

La quantité de S-MITE requise par mètre cube de l'objet de démolition est:

$$41.5 \text{ kg} \div 6 \text{ m}^3 = 4.9 \text{ kg/m}^3$$

Pour la démolition d'un bloc de béton, comme dans l'exemple ci-dessous, la formule suivante s'applique:

$$\frac{W}{P_1 P_2 \sin \theta} \times \alpha = Q$$

where

- P1, P2: Espacement des trous
- W: Quantité de S-MITE requise par mètre de profondeur
- θ: Angle de forage
- α: Rapport de profondeur de forage (profondeur de forage divisé par profondeur prévue de démolition).
- Q: Quantité de S-MITE requise par mètre cube de l'objet de démolition (quantité théorique de remplissage)

Puisque la profondeur des trous dans cet exemple est 80% de la profondeur prévue de démolition, 1.5 m, nous obtenons:

$$\frac{2.161}{0.5 \times 0.5 \times \sin 90^\circ} \times 0.8 = 6.9 \text{ kg/m}^3$$

Rapport de perte

$$\frac{\text{Le rapport de perte} = \frac{\text{Volume théorique} - (\text{Volume réel du remplissage})}{\text{Volume théorique du remplissage}}}{\text{Volume théorique du remplissage}}$$

Le rapport de perte est généralement 10 - 20%, nous supposons dans cet exemple qu'il est 10%. La quantité totale de S-MITE requise sera donc:

$$(6.9 \text{ kg/m}^3 \times 6 \text{ m}^3 \times 1.15 = 47.6 \text{ kg})$$

Tableau 3. Rapport entre le volume du remplissage S-MITE et le diamètre des trous, proportion d'eau

Proportion d'eau (%)	Diamètre des trous Ø (mm)														
	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	55	60	65	70
25	1.259	1.432	1.617	1.813	2.020	2.238	2.467	2.708	2.960	3.223	3.497	4.231	5.035	5.909	6.854
26	1.237	1.407	1.589	1.781	1.984	2.199	2.424	2.660	2.908	3.166	3.436	4.157	4.947	5.806	6.734
27	1.216	1.383	1.561	1.750	1.950	2.161	2.382	2.615	2.858	3.112	3.376	4.086	4.862	5.706	6.618
28	1.195	1.360	1.535	1.721	1.917	2.124	2.342	2.571	2.810	3.059	3.319	4.016	4.780	5.610	6.506
29	1.175	1.337	1.509	1.692	1.885	2.089	2.303	2.528	2.763	3.008	3.264	3.950	4.700	5.516	6.398
30	1.156	1.315	1.485	1.664	1.855	2.055	2.266	2.486	2.718	2.959	3.211	3.885	4.624	5.426	6.293

# DEVIS D'EXECUTION DES TRAVAUX

## 1. MATERIEL

(1) Machines à forer

. Marteaux à main

. Marteaux à jambe (béquille)

Accessoires: Trépan: 26 - 46 mm $\phi$  (unités de 2 mm)

50, 55, 60 mm $\phi$

Tiges: 0.6 - 3.0 mm (unité de 0.3 m)

3.0 - 6.0 m (unité de 0.5 m)

. Foreuses sur chenilles

Trépan: 60, 65, 70 mm $\phi$

Tiges : 3.0 m

(2) Compresseur

Taux de consommation environ 5 - 6 m<sup>3</sup>/min.

(possibilité d'employer 2 marteaux à main)

Taux de consommation environ 17 m<sup>3</sup>/min. ( 1 foreuse sur chenilles)

## 2. OUTILS ET INSTRUMENTS

Vase à mélange: tambour à huile vide, seau etc.

Mélangeur: Automélangeur. Possibilité de mélange manuel avec palette pour les petites quantités.

Hydromètre: Cylindre de mesurage, cruche à huile etc.

Remplisseur: Il faut recourir aux équipements tels que les pompes à mortier pour remplir les trous horizontaux et en pente ascendante.

Accessoires de protection: Gants de caoutchouc, lunettes protectrices.

Accessoires de séchage: Feuille de séchage (requis aussi à des fins de protection), etc.

## 3. COMMENT

(1) D'abord, verser une quantité d'eau bien mesurée dans le vase à mélange

(2) Réduisez la S-MITE en coulis uniforme en l'ajoutant progressivement tout en brass le mélange avec un automélangeur ou un autre appareil convenable.

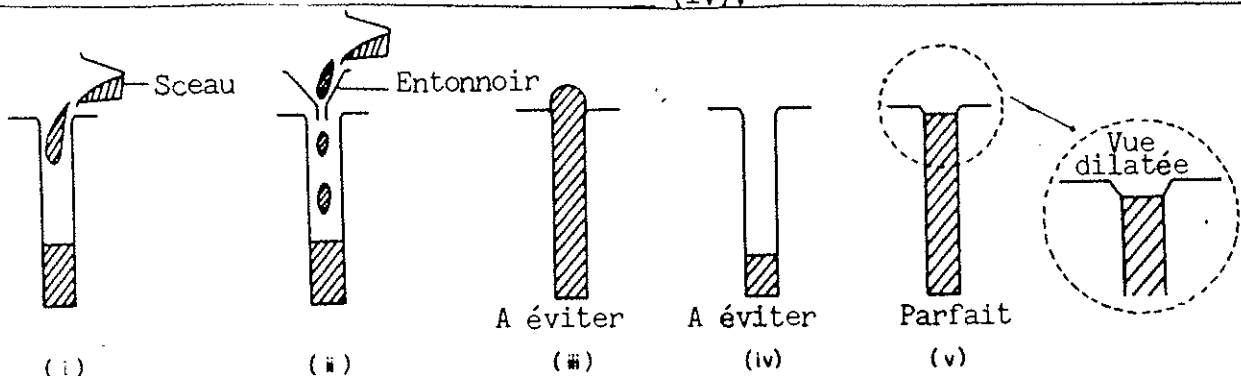
(3) Assurer l'absence de tout résidu de poudre au fond du vase à mélanger ou de poudre en mottes.

MISE EN GARDE: A noter que la présence d'un résidu de poudre ou de la poudre en mottes ainsi que l'exposition prolongée de la S-MIT amoindrira son rendement et pourrait provoquer des jaillissements.

## 4. COMMENT REMPLIR

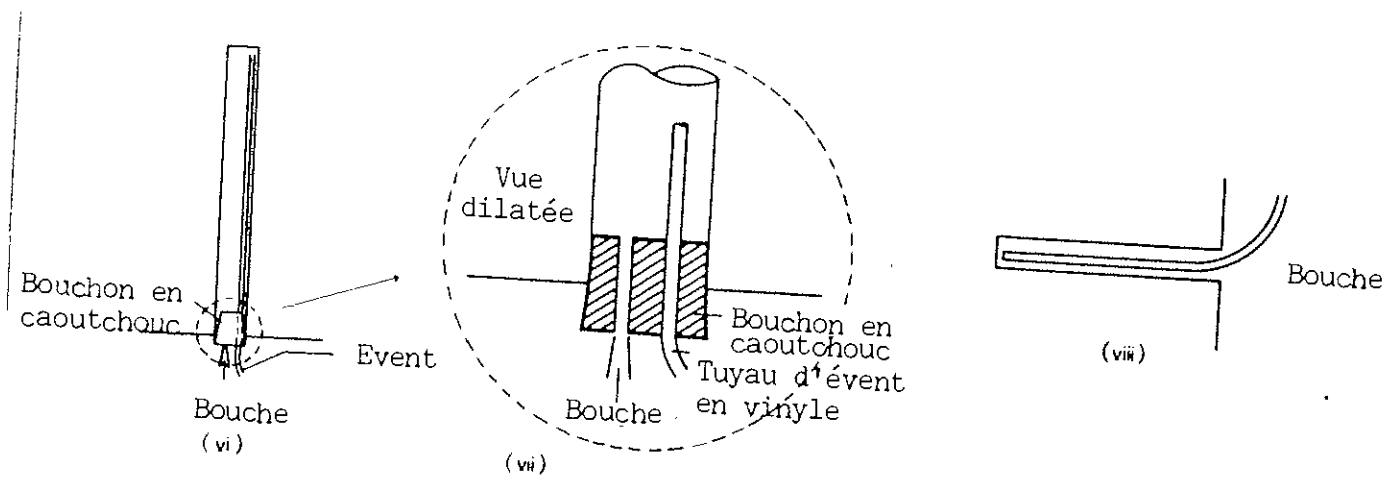
(1) L'exposition prolongée de la S-MITE réduira sa fluidité et rendra le remplissage difficile en plus de réduire son rendement, il faut donc remplir les trous sans perdre de temps (moins de 5 minutes après le mélange).

(2) On peut remplir les trous verticaux au mc en d'entonnoirs ou tout simplement en versant directement avec le seau à mélange comme l'indiquent les croquis (i) et (ii). Il n'est pas nécessaire de bourrer ou de boucher les trous. Il faut remplir les trous presque au bord, ce l'indique le croquis (v), mais il ne faut ni passer le bord (iii) ni remplir insuffisamment (iv).

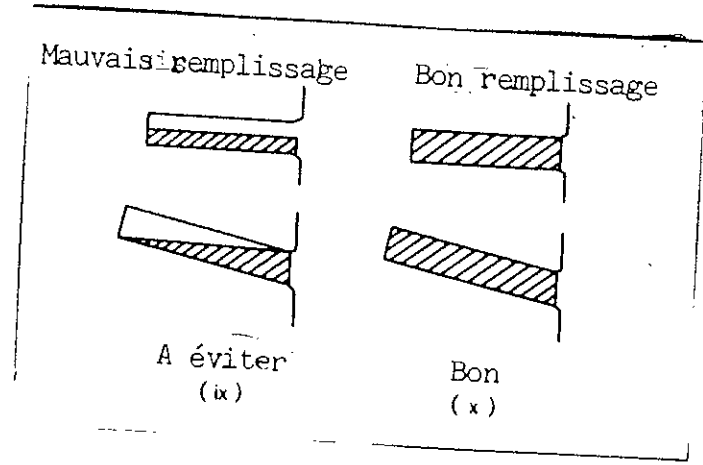


(3) Comment remplir les trous horizontaux ou en pente ascendante.

Employer une pompe à mortier pour remplir les trous comme l'indiquent les croquis (vi) - (viii), puis boucher hermétiquement avec un bouchon en caoutchouc pour prévenir toute effusion du coulis.



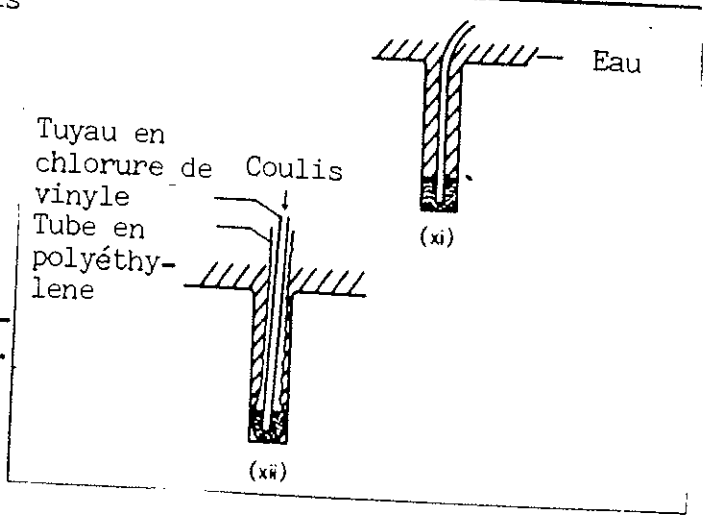
Il faut éviter les vides, car ils nuisent au rendement de la S-MITE et réduisent l'effet démolisseur. Suivre exactement les instructions comme l'indiquent les schémas (ix) et (x).



(4) Trous contenant de l'eau

Dans la mesure du possible, drainer l'eau, puis verser le coulis avec une proportion d'eau de 25% en poids.

Employer une pompe à mortier et un tube pour introduire le coulis au fond du trou afin de déplacer l'eau (xi) (méthode trémie). Si vous employez une gaine en polyéthylène, remplir les trous de coulis au moyen d'un tuyau en utilisant une gaine en polyéthylène un peu plus grand que le diamètre du trou. Retirer le tuyau après le remplissage, puis vérifier la bonne exécution du remplissage (xii).



(5) Structures temporaires en béton.

Planter des gaines ou tubes avant de couler le béton. Ainsi, vous pourrez démolir la structure sans peine en remplissant les tuyaux de S-MITE.

## 5. TRAITEMENT APRES LE REMPLISSAGE ET DELAI DE FISSURATION

(1) Tout compactage après le remplissage est superflu dans le cas des trous verticaux ou en pente descendante; pour ce qui est des trous horizontaux et en pente ascendante, il faut s'assurer de boucher les trous avec des bouchons en caoutchouc ou par d'autres moyens afin de prévenir l'effusion du coulis S-MITE.

(2) Il convient de protéger le coulis au moyen d'une toile immédiatement après le remplissage. Puisque le coulis S-MITE pourrait jaillir des trous à gros diamètre ou quand la température est élevée, interdire toute entrée dans la zone pour jusqu'à 10 heures en dressant des clôtures et en posant des "Défense d'entrer".

(3) Les fissures apparaîtront dans l'objet de démolition dans 10 - 12 heures après le remplissage au coulis S-MITE à condition de choisir un type de S-MITE compatible avec le diamètre des trous et la température de la masse et suivant l'utilisation d'un bon plan de démolition. Aussi, la période de réaction peut être prolongée (4 - 7 jours) afin de réduire le volume de S-MITE employé (pratiquer des trous plus espacés).

---

## 6. PRECAUTIONS LORS DE L'EXECUTION DES TRAVAUX

---

(1) Ne pas permettre l'adhésion des substances organiques ou de l'huile ou sceau ou à tout autre vase employé pour mélanger le coulis.

(2) Employer de l'eau de robinet ou de l'eau claire tirée d'une rivière. Il faut éviter l'eau qui contient de l'huile ou des substances organiques.

(3) En mélangeant, prendre soin de ne pas laisser de la poudre non mélangée ou de la poudre en mottes.

(4) Porter des lunettes protectrices pendant le mélange ou le remplissage.

(5) La S-MITE est une substance non toxique, mais elle est aussi une substance inorganique très alcaline et provoque des éruptions lorsqu'elle entre en contact avec la peau. Il faut donc se munir de gants de caoutchouc pendant le mélange et se laver les yeux à l'eau immédiatement si le coulis les a pénétrés par accident.

(6) La S-MITE est comme le ciment très alcaline et peut nuire aux poissons et aux coquillages; il convient donc de prendre des mesures appropriées lorsqu'on emploie cet agent sous l'eau.

(7) Choisir le type de S-MITE approprié à la température requise et au diamètre des trous qui s'impose. Le mauvais type peut provoquer le phénomène d'éruption ou prolonger de beaucoup (3 - 4 jours) le délai de fissuration.

(8) Ne pas regarder dans les trous remplis pendant une période de quelques 10 heures après le remplissage. S'il faut approcher les trous pour quelque raison inévitable, s'assurer de porter des lunettes de protection et ne pas regarder directement dans les trous.

(9) Ne pas utiliser la S-MITE à d'autres fins que la démolition des roches et du béton. Se garder surtout de la placer dans des boîtes ou des bouteilles vides, car il y a risque d'explosion.



- (10) Il vaut mieux mélanger 10 - 20 kg de S-MITE à la fois.
- (11) S'il est à craindre que la réaction sera beaucoup plus lente que la normale à cause d'une basse température ou des intempéries, ajouter moins d'eau que la proportion normale. Inversement, lorsque la température est élevée ou que la roche ou la structure en béton est très sèche, adopter une proportion d'eau de 30% au lieu de la proportion normale de 27 - 28%.
- (12) Dans le traitement des galets tombés ou d'autres objets de démolition qui ne sont pas du même genre que les structures sous jacentes, s'assurer d'adopter des mesures de sûreté, par exemple dresser des clôtures marquées "Défense d'entrer" puisqu'il est à craindre que les roches ou les structures à démolir se renversent après la fissuration.

---

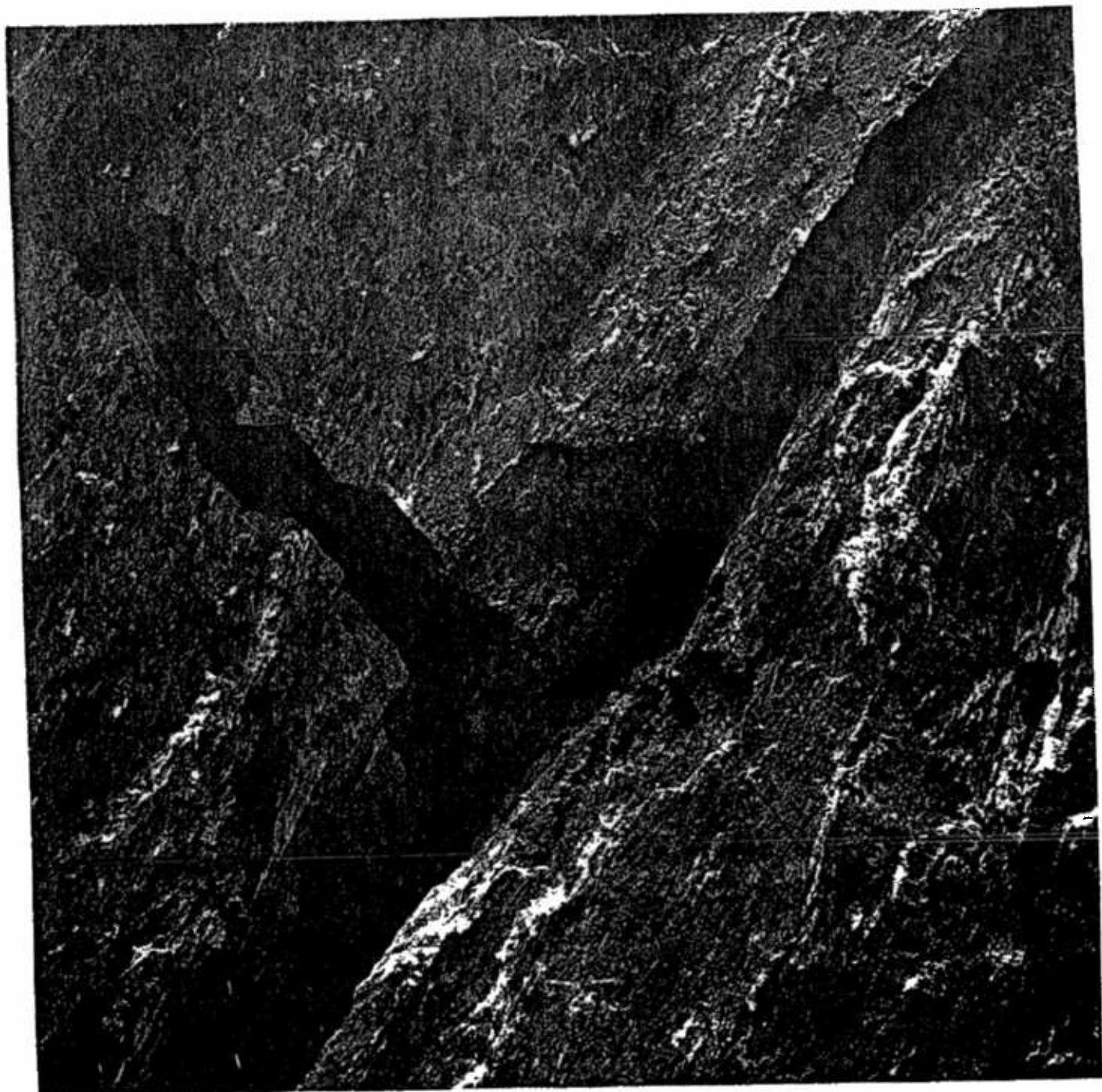
## 7. ENTREPOSAGE

---

- (1) Bien que la S-MITE soit emballée dans des sacs en papier imperméable, ses propriétés se dégraderont si elle est entreposée trop longtemps. S'assurer de la garder dans un endroit frais et sec, assez loin du plancher, par exemple sur des palettes. Il est recommandé d'employer la S-MITE sans tarder.
- (2) N'ouvrir le sac qu'un moment avant d'employer la S-MITE. Préserver la S-MITE non utilisée en chassant l'air du sac et en le fermant hermétiquement; utiliser le reste le plus tôt possible.

AGENT DEMOLISSEUR SILENCIEUX ET NON-EXPLOSIF

**S~MITE**



# AGENT DEMOLISSEUR SILENCIEUX ET NON-EXPLOSIF

## CE QU'EST LA S-MITE

La S-MITE est un agent démolisseur non explosifs qui peut démolir la roche ou le béton sans danger, sans bruit, sans vibrations, sans éclats de roche et sans pollution du milieu.

Il suffit de forer des trous dans la roche ou le béton à démolir et de remplir le trou d'un mélange de S-MITE et d'eau. La démolition se produit en toute sécurité; il n'est pas nécessaire de chercher abri, comme dans le cas des explosifs.

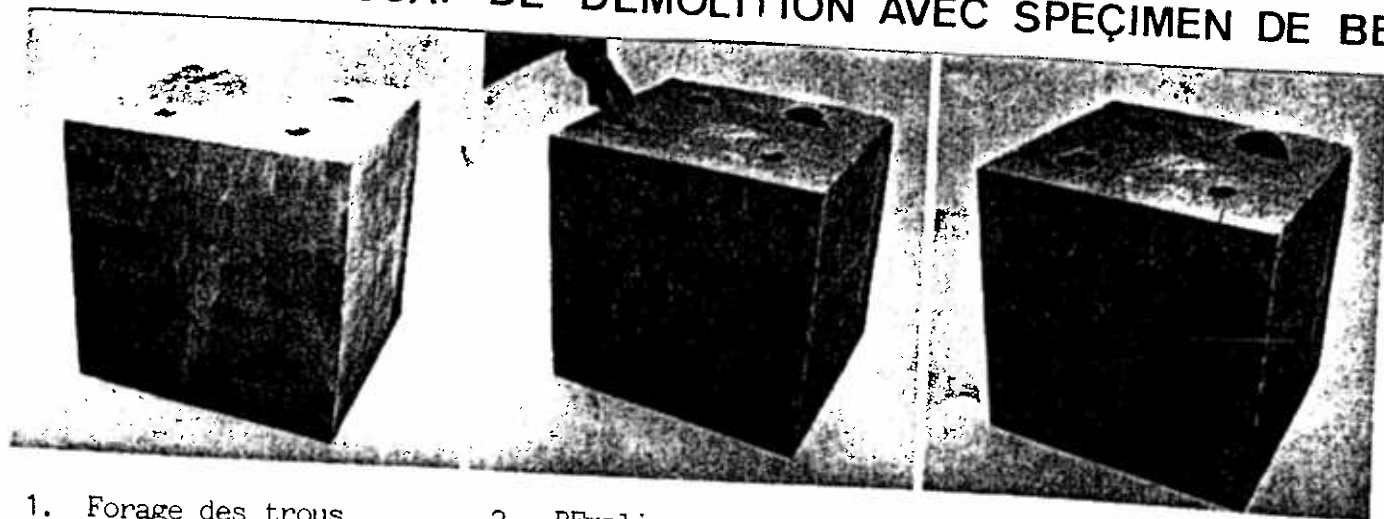
## COMPOSITION & MECANISME DE LA S-MITE

La S-MITE est une poudre grise clair essentiellement constituée d'un genre spécial de composé inorganique de chaux. L'énorme contrainte expansive résultant de l'hydratation de ce composé effectue la démolition. Bien que le rendement de la S-MITE soit influencé par la température, l'effet de démolition a lieu dans 10 - 20 heures.



Développement de l'hydratation des cristaux de la S-MITE

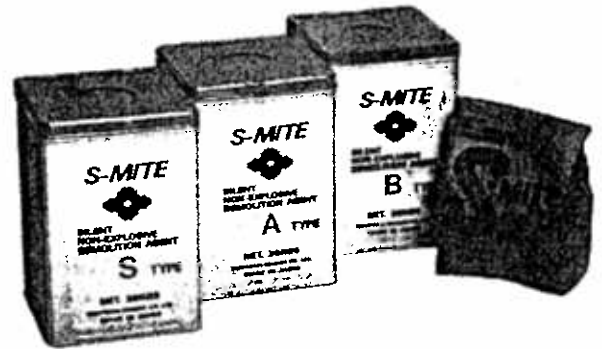
## EXEMPLE D'UN ESSAI DE DEMOLITION AVEC SPECIMEN DE BETON



1. Forage des trous  
Diamètre 38 mm (1-1/2")  
Profondeur 50 cm (1.64")  
Espacement des trous = 30 cm  
Nombre de trous: 4
2. Remplissage avec coulis S-MITE  
Type de S-MITE: A  
Proportion d'eau: 27% à 20 C (68 F)
3. Après 4 heures  
Début de la fissuration

## TYPES DE S-MITE

Il y a trois types de S-MITE - S, A et B. Le choix dépend de la période d'utilisation, des conditions atmosphériques et de la température de l'objet de démolition. Les conditions générales d'application sont indiquées dans le tableau ci-dessous.



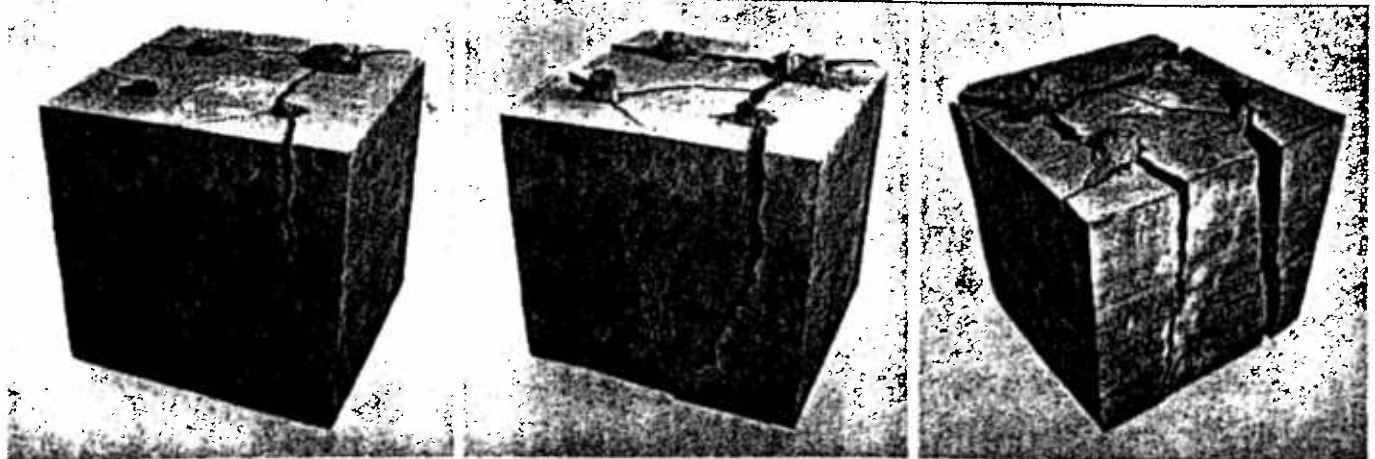
La S-MITE est emballée dans des contenants métalliques de 20 kg (44 lbs), chacun renfermant deux sacs de 10 kg (22 lbs.).

TYPES	DIAMETRE NORMAUX DES TROUS	TEMPERATURE DE LA SUBSTANCE A DEMOLIR (conditions applicables)
Type S	30 mm - 50 mm (1-1/4" - 2")	Moins de 10 C (50 F)
Type A	Diamètre optimal des trous 40 mm (1-1/2")	10 - 20 C (50 - 68 F)
Type B		20 - 36 C (68 - 95 F)

Note: Pour l'utilisateur qui veut forer de gros trous (50 - 70 mm  $\varnothing$  diamètre optimal 65 mm), nous préparerons une série spéciale Type V. Détails sur demande.

## BETON NON ARME

Largeur 60 cm (2') x profondeur 60 cm (2') x hauteur 60 cm (2')  
Résistance en compression: environ 500 kg/cm<sup>2</sup> (7,000 lbs/pouce)



4. Après 5 heures

6. Après 7 heures

7. Après 7 heures  
(vue arrière)

# COMMENT UTILISER LA S-MITE

## PREPARATIFS DE DEMOLITION AVEC LA S-MITE

D'abord, forer des trous dans la roche ou le béton au moyen d'une foreuse, tout comme si vous utilisiez des explosifs, puis remplir les trous avec le coulis S-MITE. Le gabarit de forage, c'est-à-dire diamètre, espacement entre les trous, disposition, profondeur et direction, sont déterminés selon les conditions de la démolition ainsi que la méthode d'enlèvement après la démolition. On recommande en général, un diamètre de 20 - 50 mm (1-1/4" - 2") et un espacement allant jusqu'à 80 cm. (2-1/2"). (consultez la fiche technique).



Forage avec foreuse sur chenilles



Forage avec petite foreuse pneumatique

## MALAXAGE DE LA S-MITE

Verser l'eau dans un seau ou un tambour et mélanger progressivement la S-MITE et l'eau avec une proportion d'eau de 25 - 30% en poids tout en brassant le mélange avec un malaxeur. (Par exemple, 2.5 - 3.0 litres d'eau pour un sac de S-MITE de 10 kg (22 lbs)). Si vous ne disposez pas d'un malaxeur mécanique, employez un malaxeur manuel ou une palette. Brasser le coulis jusqu'à ce qu'il soit homogène, puis employer le coulis bien mélangé le plus tôt possible (5 - 10 minutes).



Malaxage du coulis dans un seau



Malaxage du coulis dans un tambour

## MARCHE A SUIVRE POUR LE MALAXAGE DE LA S-MITE



1. Ustensiles de malaxage



2. Le volume d'eau précis.



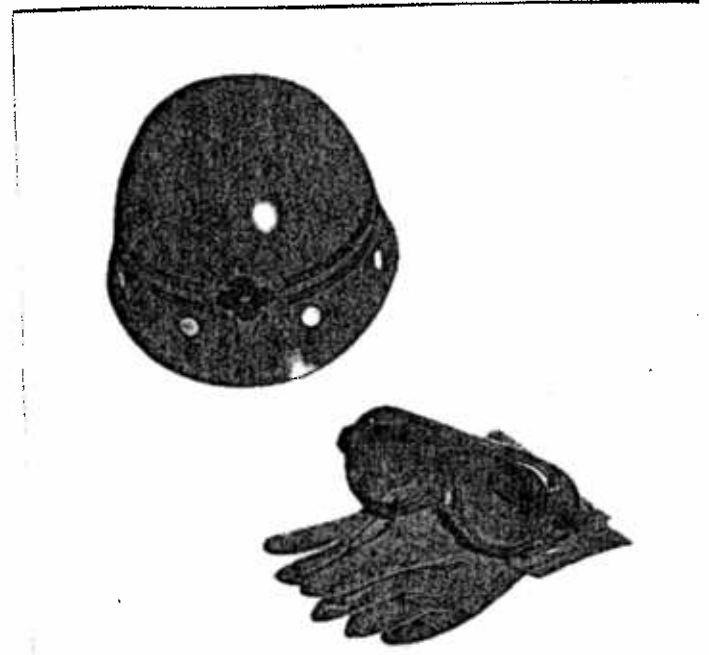
3. Ajouter la S-MITE  
Lot optimal: 10 - 20 kg.

## REPLISSAGE AVEC LA S-MITE

En règle générale, il vaut mieux que les forages à remplir soient verticaux et qu'ils soient remplis complètement. Toutefois pour les trous sous l'eau, on peut faire le remplissage avec le coulis dans un sac en polyéthylène.



Remplissage des forages avec le coulis



Porter un casque, des lunettes protectric et des gants lorsque vous manutentionnez la S-MITE ou lors des travaux de démoliti



4. Mélange homogène



5. Malaxage bien exécuté  
Eviter les mottes ou  
les îlots de poudre  
sèche



6. Transférer au récipient  
de remplissage; utiliser  
le coulis le plus tôt  
possible.



# EXAMPLES DE DEMOLITION AVEC LA S-MITE

## ROCHE

Exempte de vibrations et de bruit, la S-MITE est tout indiquée pour les endroits interdits aux explosifs; elle peut démolir tout genre de roche rapidement et sans danger.



Creusage des fosses



Enlèvement de la roche enfoncée



Fragmentation des galets



Contrôle des talus sans surplus de fissuration

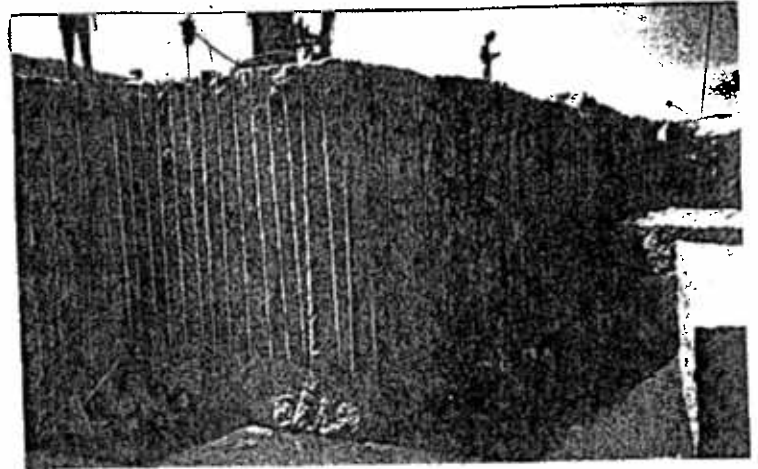


Démolition des galets

EXAMPLES DE DEMOLITION AVEC S-MITE

EXTRACTION DU GRANIT

La S-MITE permet une extraction rapide et sans incident; rendement supérieur e moins de temps.



Extraction du granit (Etats-Unis)



écoupage net et rectiligne



Génération de grandes fissures



Fissuration à angle droit



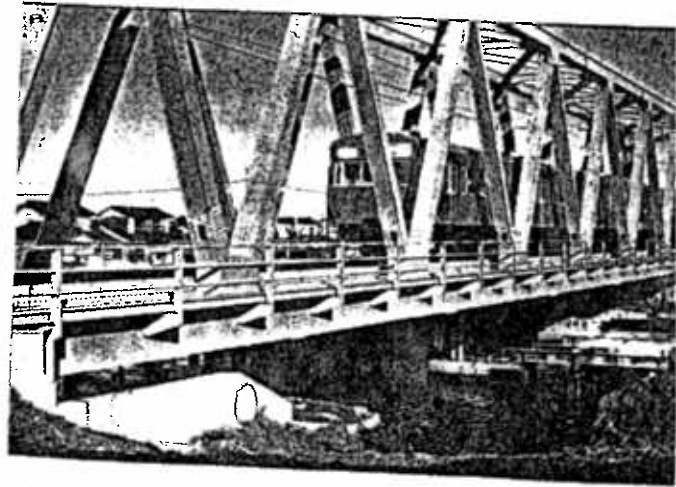
Fissuration horizontale sur le côté



STRUCTURES EN BETON

Démolition des piles de pont.

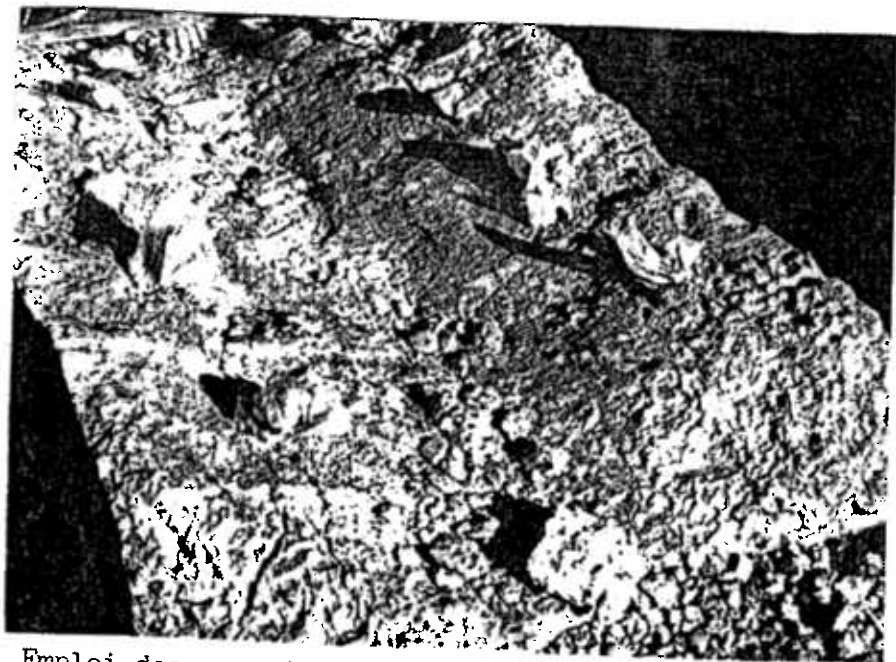
La S-MITE permet de démolir les piles de pont sans nuire aux horaires des trains.



Chantier de démolition



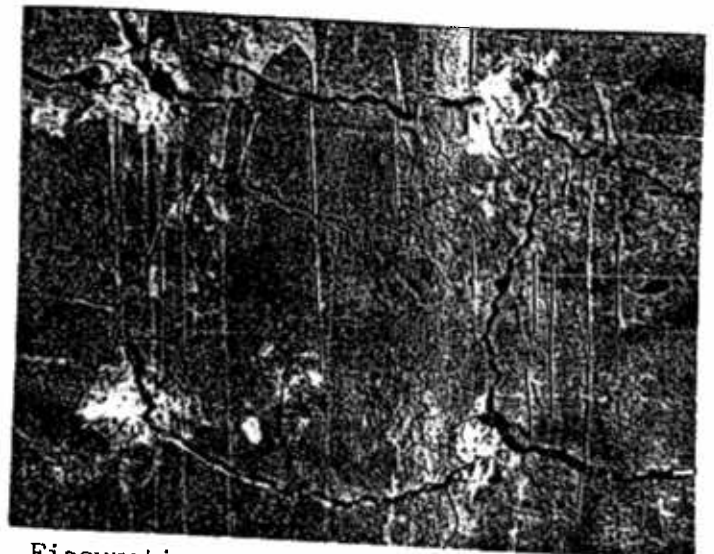
REmplissage d'un trou humide avec la S-MITE



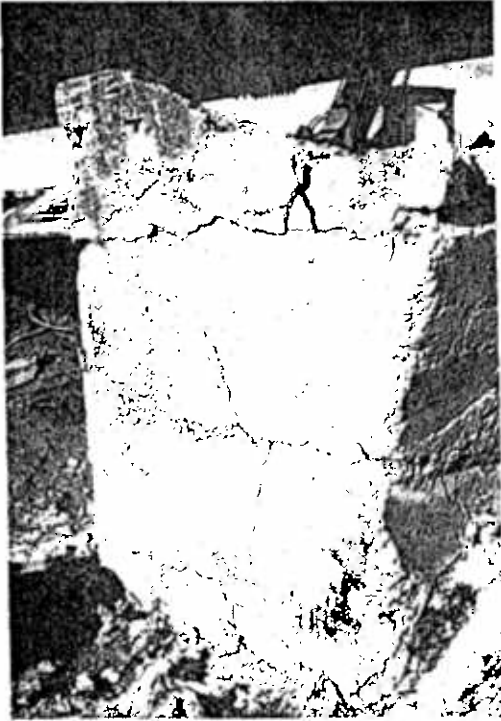
Emploi des sacs de polyéthylène



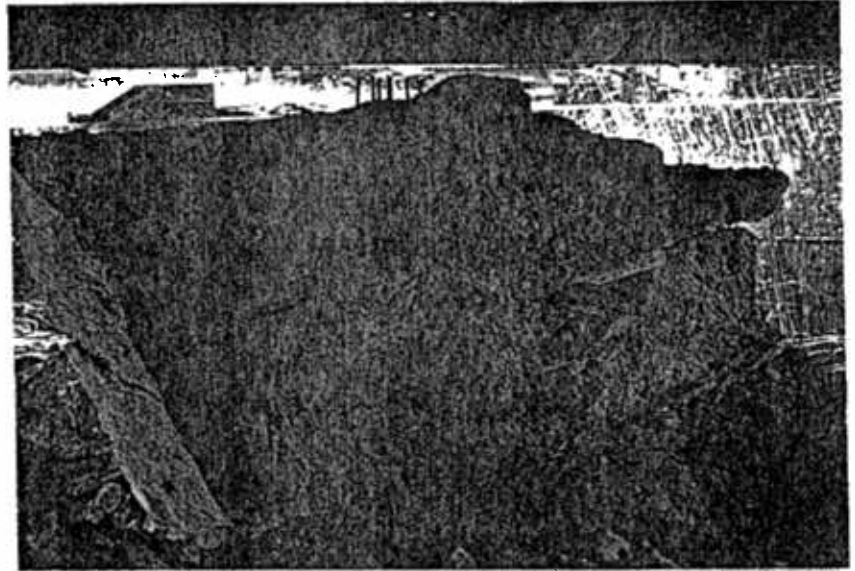
Démolition en cours dans une fondation sous-marine en béton



Fissuration entre les trous remplis de S-MITE



Pile de pont démolie



Démolition par trous horizontaux



Procédé de démontage



Masse de béton démolie

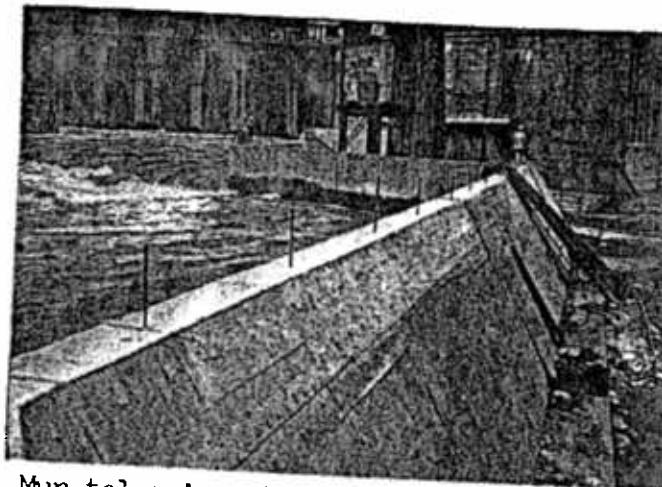


Procédé de démontage

STRUCTURES EN BETON

Démolition d'un mur.

Emploi de la S-MITE sous un pont de chemin de fer, ou les explosifs sont interdits. Le démontage a été accompli pendant le bref arrêt de la décharge du barrage.



Mur tel qu'avant la démolition



Remplissage à la S-MITE

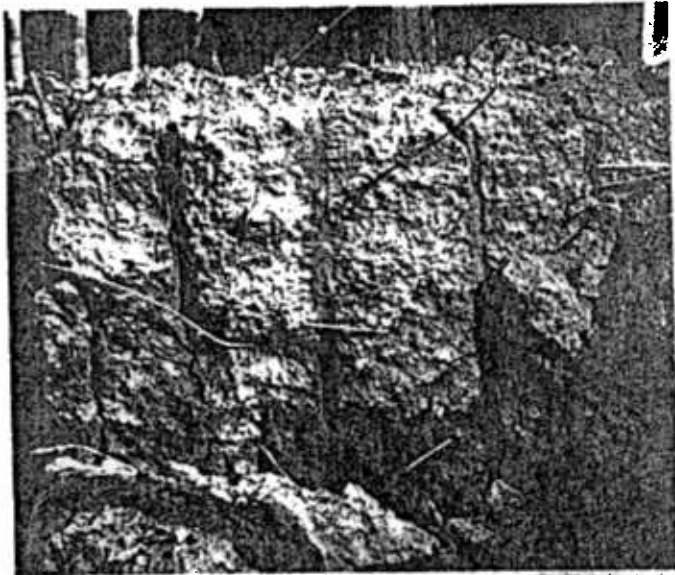


Progression de la démolition



Vu du mur démolé.

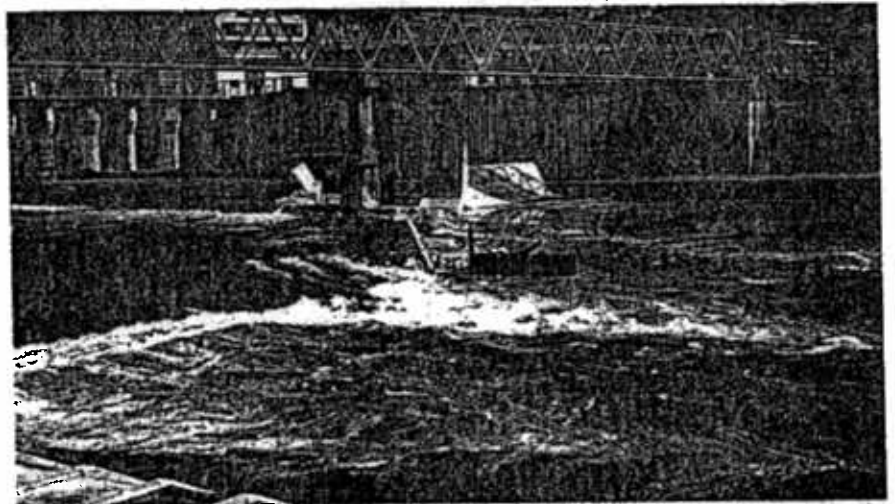




Démolition en cours



Rupture secondaire accélérée par marteau lourd



Travaux terminés

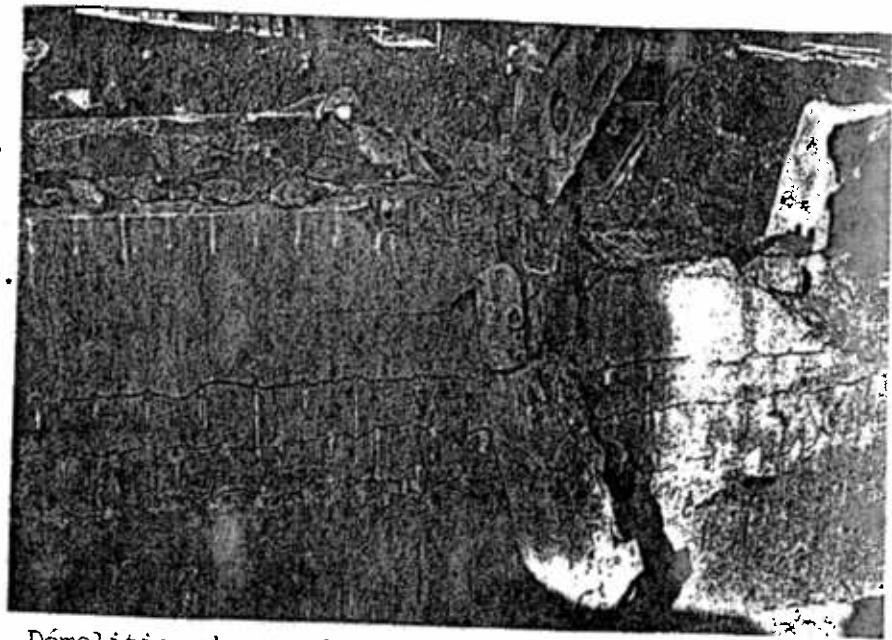


Vue du mur démoli.

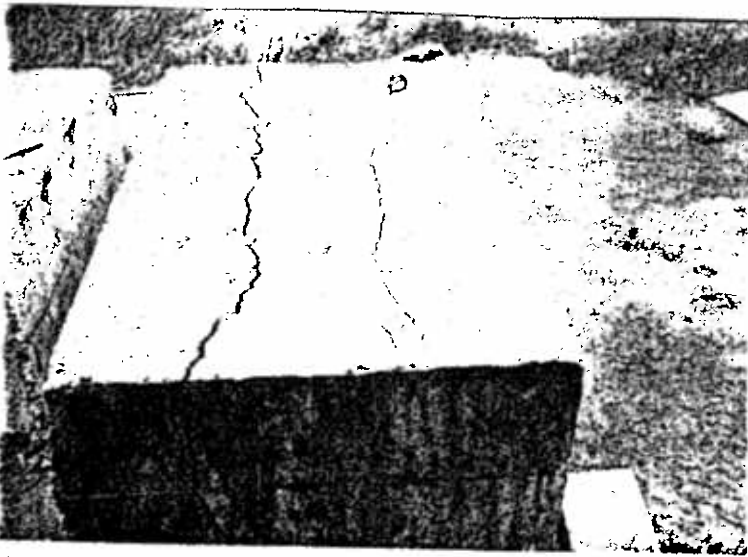
## STRUCTURES EN BETON

### Autres

La S-MITE est utilisable presque partout pour une démolition planifiée - à l'intérieur, à l'extérieur et aux endroits qui ne se prêtent pas à l'utilisation de la machinerie lourde.



Démolition du mur de soutènement d'un chenal



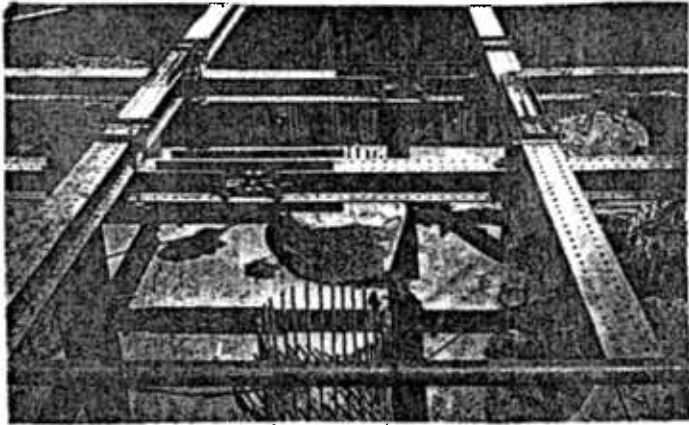
Bloc de béton massif



Structures en béton dans un chenal



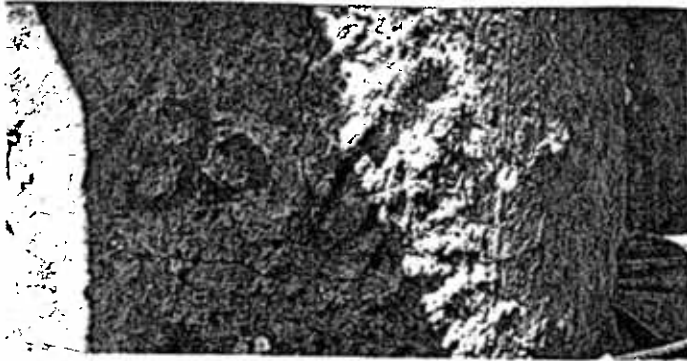
Fondation de machine dans une usine industrielle



A. Chantier de démolition.

### TRAITEMENT DES TÊTES DE PILE

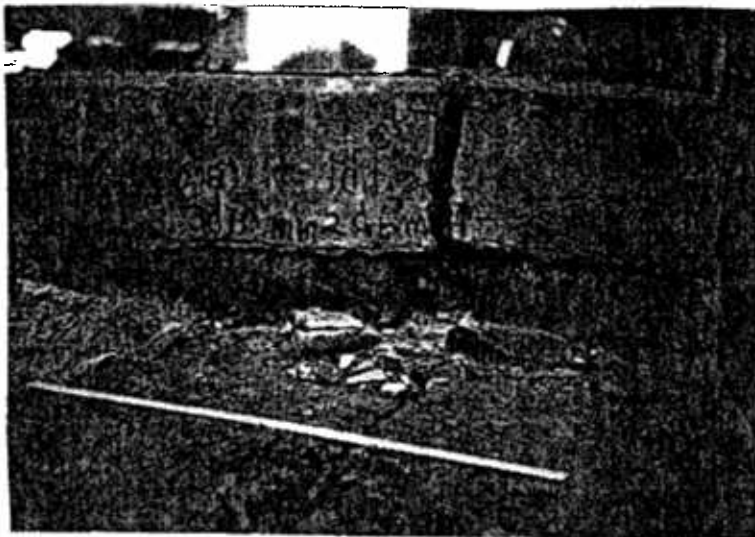
On peut enlever les têtes de pile sans endommager le reste de la pile.



B. Enlèvement de la partie inférieure



C. Démolition de la partie supérieure



Fondation de machine dans une usine industrielle



Mur de jeté

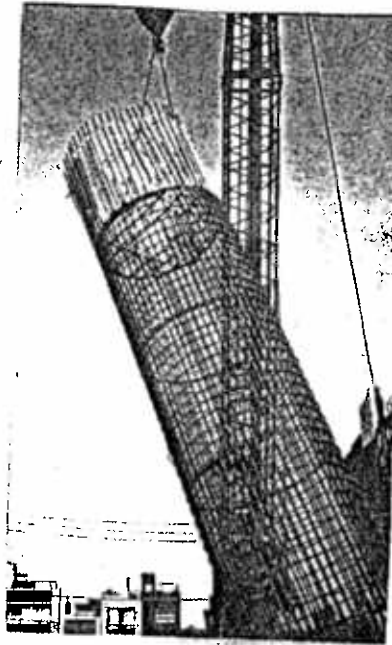


## STRUCTURE TEMPORAIRE DE BETON

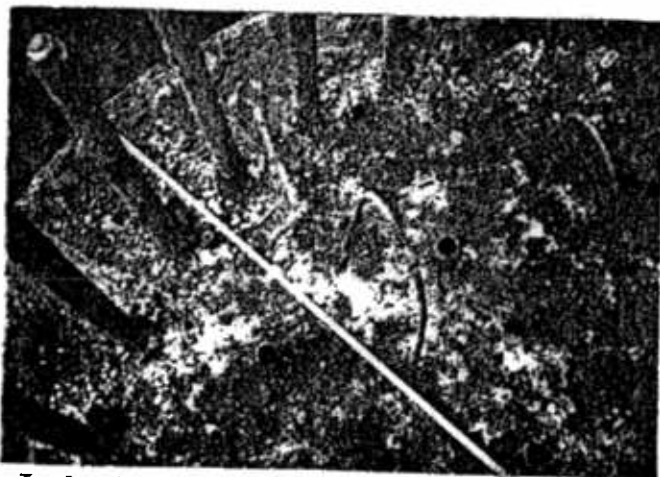
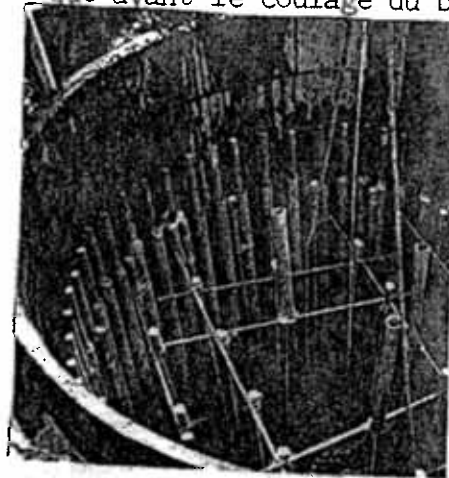
Démolition par implantation de tuyaux à paroi mince.

Dans les structures en béton vouées tôt ou tard à la démolition, on introduit des tuyaux à paroi mince bien espacés avant de couler le béton pour éviter de forer plus tard.

Armature avec tuyau à paroi mince au niveau supérieur



Barres d'armature couvert de tuyaux en matière plastique avant le coulage du béton



Implantation de tuyaux à paroi mince dans une tête de pile



Travaux de démontage



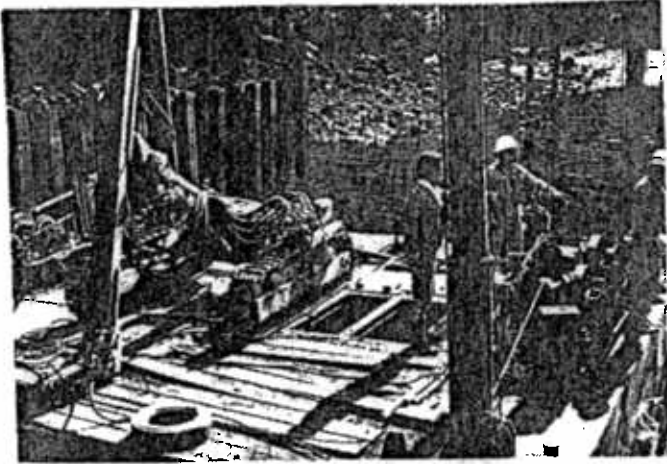
Travaux de démontage



Tuyau à paroi mince démoli

## DEMOLITION SOUS L'EAU

La S-MITE est tout indiquée pour les travaux de démolition sous l'eau.



Attention: La composition chimique de la S-MITE ressemble à celle du béton; elle est donc naturellement alcaline. Par conséquent, l'utilisateur doit faire tout son possible pour prévenir un écoulement dans les voies d'eau, qui pourrait nuire aux poissons, aux coquillages et aux autres formes de vie marine.



### MISE EN GARDE

1. Gardez la S-MITE au sec.
2. Enlever à l'eau les parcelles de S-MITE qui adhèrent au corps.
3. Il est très dangereux de remiser la S-MITE dans des bouteilles ou des boîtes métalliques.
4. Ne pas regarder dans les trous avant 6 à 10 heures.
5. Après les avoir remplis de S-MITE, couvrir les trous d'une toile; il y a risque d'expulsion du coulis lorsque le diamètre des trous est trop grand ou que la température est trop élevée.



A N N E X E D

Personnes et organismes ressources

ANNEXE D: Personnes et organismes-ressources

Personne/organisme	Champ de spécialisation
M. Denis Bouchard Hydro-Québec Les Atriums, 870, de Maisonneuve est Montréal, Québec H2L 4S8 Tél: 289-6019	Explosions en général
M. Wilfrid Comeau Hydro-Québec Les Atriums, 870, de Maisonneuve est Montréal, Québec H2L 4S8 Tél: 289-6322	Explosions en général; explo- sions sous l'eau; système BLASPA
M. Roger H. Favreau Collège Militaire Royal de St-Jean Base des Forces canadiennes St-Jean-sur-Richelieu, Québec Tél: 346-2131 (ou Montréal: 878-1962)	Explosions en général; explo- sions sous l'eau; système BLASPA
M. Raymond Barrette Urgence-Environnement 2360, Chemin Ste-Foy Ste-Foy, Québec G1V 4H2 Tél: 643-4595	Interventions d'urgence
Les Explosifs Champlain Inc. 1990, Boul. Charest ouest Ste-Foy, Québec Tél: 687-9930	Propriétés des explosifs DuPont

ANNEXE D: Personnes et organismes-ressources

Personne/organisme	Champ de spécialisation
Les Explosifs Chrétien Ltée 9155 Boul. Mathieu Charlesbourg, Québec Tél: 626-3132	Propriétés des explosifs C.I.L.
Les Explosifs CDN 90, Boul. St-Jean-Baptiste C.P. 870 Mercier, Québec JOL 1K0 Tél: 692-1331	Agent de démolition S-MITE

A N N E X E E

Renseignements à obtenir pour l'évaluation  
des travaux de sauvetage en milieu hydrique

ANNEXE E: Renseignements à obtenir pour l'évaluation des travaux  
de sautage en milieu hydrique

Explosifs et plan de tir

- Type d'explosifs (nom commercial, genre d'explosifs (cartouches, bouillies...)).
- Principales propriétés de l'explosif: densité, vitesse de détonation, classification des fumées de tir, résistance à l'eau).
- Charge totale utilisée, taux de chargement et diamètre des cartouches s'il y a lieu.
- Méthode de détonation.
- Emplacement des charges (espacements et géométrie des charges).
- Diamètre des trous de forage et accouplement au roc (s'il y a lieu).
- Séquence de mise à feu des charges et durée des micro-retards, s'il y a lieu.
- Date prévue des travaux.

Lieu des travaux

- Volume et nature des matériaux à dynamiter (formation dure, tendre...).
- Bathymétrie dans la zone d'explosion et en périphérie.

Ressources biologiques

- Faune aquatique résidente et/ou passante (poissons et mammifères aquatiques).
- Identification des milieux utilisés par la faune aquatique dans le secteur (frayères, sites d'alimentation, de repos, etc.).
- Période de reproduction des poissons présents dans le secteur (populations résidentes et/ou passantes).
- Périodes de migration des populations de poissons, s'il y a lieu.

A N N E X E F

Glossaire technique

ANNEXE F: Glossaire technique

- Amorce: Petite quantité de matière détonante servant à provoquer l'explosion d'une charge explosive (généralement par suite d'un allumage électrique ou par étincelles d'une mèche).
- Agent de sautage: Il s'agit de matières explosives, de sensibilité généralement faible, se présentant sous différentes formes (en vrac, en sacs, en boîte de carton, bouillies, etc).
- Brisance: Capacité d'un explosif de briser la matière plutôt que de la déplacer. Cette propriété est directement reliée à la pression et la vitesse de détonation.
- Capacité de propagation: Faculté d'un explosif à transmettre la détonation à des charges voisines.
- Cavitation: Formation de cavités gazeuses dans un liquide en mouvement survenant quand la pression du liquide devient inférieure à la tension de vapeur.
- Charge : Masse d'explosifs destinée à opérer un travail déterminé (voir taux de chargement). La charge est exprimée en kilos d'explosifs.
- Déflagration: Combustion vive d'un corps accompagnée d'explosions et de projections de matières enflammées.
- Densité : Rapport de la masse d'un explosif sur son volume exprimé en  $g/cm^3$ . (d'un explosif) Par commodité, la densité des explosifs en cartouche est parfois aussi exprimée par le nombre de cartouches de  $1^{1/8}$  po. x 8 po. (2,85 x 20,32 cm) par caisse de 50 lbs (22,68 kg). La densité des explosifs influence directement la charge pouvant être placée dans un trou de forage de dimensions données.
- Détonation: Décomposition extrêmement rapide d'un explosif (voir explosif détonant); onde explosive (très rapide) qui en résulte.

- Exploseur: Appareil électrique (généralement avec une dynamo ou à piles, avec ou sans condensateur) permettant de faire exploser à distance une charge explosive.
- Explosif détonant: Explosif dont la vitesse de détonation est supérieure à 1000m/sec.
- Fardeau: Masse ou volume de matériaux à soulever ou à déplacer par charge explosive (ex. un fardeau de 0,3 mètre cube de roc par charge de 1 kg d'explosif).
- Fumées de tir: Gaz toxiques (tels l'oxyde de carbone, les oxydes d'azote et le cyanure d'hydrogène) engendrés par la détonation des explosifs. L'exposition à ces fumées peut avoir des effets nocifs chez l'homme.
- Puissance: Ce terme désigne l'énergie propre d'un explosif, c'est-à-dire sa capacité d'accomplir un travail. La puissance d'un explosif est souvent exprimée en termes relatifs, par rapport à la dynamite pure, au trinitrotoluène (TNT), à la nitroglycérine, etc...
- Résistance à l'eau: Aptitude de l'explosif à résister à la pénétration de l'eau. Elle s'exprime par la durée de temps (heures ou jours) pendant laquelle l'explosif peut demeurer dans l'eau et détoner lorsqu'il est mis à feu. Cette résistance peut varier selon la profondeur de l'eau et selon qu'elle est stagnante ou courante.
- Sensibilité: Degré de facilité de mise à feu d'un explosif. (d'un explosif)
- Taux de chargement: Quantité d'explosifs utilisée pour un fardeau déterminé. Par exemple, un taux de 3,5 kg d'explosifs par mètre cube de roc.
- Vitesse de détonation: Vitesse de propagation de l'onde de choc dans la colonne d'explosif. En général, la brisance varie suivant la vitesse de détonation. Donc, si on désire une fragmentation prononcée, un explosif à haute vitesse de détonation doit être utilisé.



ANNEXE G

Références bibliographiques

ANNEXE G: REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1982, TLVs Threshold Limit Values for Chemical Substances in Work Air Adopted by ACGIH for 1982, ACGIH, Cincinnati, 93 p.
- Aplin, J.A., 1947, The Effect of Explosives on Marine Life, Calif. Fish and Game, 33 (1): 23-30
- Bouillaud, R., 1983, L'explosif dans le domaine civil; 2. la mise en oeuvre, Carrières et matériaux, no 209, p. 40
- Coker, C.M. et E.H. Hollis, 1950, Fish Mortality Caused by a Series of Heavy Explosions in Chesapeake Bay, Jour. Wild. Manag. 14(4): 435-444
- Christian E.A., 1973, The Effects of Underwater Explosions on Swimbladder Fish, Naval Ordnance Lab. White Oak, Md., 42 p., NTIS no AD-767 019/3.
- Christian, E.A., J.B. Gaspin, 1974, Swimmer Safe Standoffs from Underwater Explosions, Navy Science Assistance Programm, NSAP Project no. PHP-11-73, 38 p.
- Canadian Industries Limited, 1971, Manuel des Explosifs, 3<sup>e</sup> éd. française, Montréal, 546 p.
- Comeau, W., 1979, Sautages sous-marins et l'environnement, 2<sup>e</sup> journée d'étude sur les techniques de sautage en génie civil, 2 novembre 1979, Un. Laval, Québec 13 p.
- Comeau W., R.F. Favreau, 1981, La génération des ondes de choc dans l'eau par des charges d'explosifs confinées et submergées, 4<sup>e</sup> journée d'étude sur les techniques de sautage, 29-30 oct. 1981, Un.Laval, Québec, 20 p.

- Craig, W.L., 1962, Explosives, their Use and Effect in our Waters, Coastal and Shallow Water Research Conference, Calif. Dept. of Fish and Game, p. 590-593.
- Dept. of Research and Education (St. of Maryland) 1948, Effects of Underwater Explosions on Oysters, Crabs and Fish, (preliminary report) publication, no 70, 43 p.
- Dunstan, I.C. et J.A. Lewis, 1980, The Effects of Underwater Explosions on Marine Life in Shoalwater Bay, Queensland, Material Research Labs, Ascot Vale (Australia), 34 p., NTIS no AD-A098 337/9.
- E.I. du Pont Nemours and Co. (Inc.), 1980, Manuel des Explosifs, (Du Pont), Wilmington (Del.), 583 p.
- Falk, M.R. et M.J. Lawrence, 1973, Seismic Exploration: its Nature and Effect on Fish, Dept. of the Environment, Fisheries and Marine Service, tech. rep. no CEN/T-73-9, Winnipeg, 51 p.
- Fitch, J.E., P.H. Young, 1948, Use and Effect of Explosives in California Coastal Waters, Calif. Fish and Game, 34(2):53-70.
- Gaspin, J.B., 1975, Experimental Investigations of the Effects of Underwater Explosions on Swimbladder Fish I. 1973 Chesapeake Bay Tests (Final Rept.), Naval surface Weapons Center White Oak Lab., Silver Spring Md., 68 p., NTIS no. AD-A014 561/5.
- Gaspin, J.B., M.L. Wiley, G.B. Peters, 1976, Experimental Investigations of the Effects of Underwater Explosions on Swimbladder Fish II, 1975 Chesapeake Bay Test (Final Rept.), Naval surface Weapons Center White Oak Labs., Silver Spring, Md, 58 p., NTIS no AD-A034 122/2.

- Goertner, J.F., 1981, Fish Kill Ranges for Oil Well Severance Explosions, naval Surface Weapons Center, NTIS no AD-A119149.
- Goldstein, S., 1980, Studying Explosives with Aquaria: Fishing for Data, Los Alamos Scientific Lab., NM., 11 p.
- Hill, S.H., 1978, A Guide to the Effects of Underwater Shock Waves on Arctic Marine Mammals and Fish, Inst. of Ocean Sciences, Patricia Bay, Sidney, B.C., Pac. Mar. Sci. Report 78-26, 50 p.
- Hubbs, C.L. et A.B. Rechnitzer, 1952, Report on Experiments Designed to Determine Effects of Underwater Explosions on Fish Life, Calif. Fish and Game, 38:333-366
- Hydro-Québec, 1981, Code de l'environnement, H.Q. 206 p.
- Kearns, R.K., F.C. Boyd, 1965, The Effect of a Marine Seismic Exploration on Fish Populations in British Columbia Coastal Waters, Canadian Fish Culturist, no 34, Dept. of Fish. of Canada, p. 3-26.
- Kostyuchenko, L.P., 1973, Effect of Elastic Waves Generated in Marine Seismic Prospecting on Fish Eggs in the Black Sea, Hydrobiol. J., 9(5): 45-48.
- Leidell, D.J., 1982, Explosive Severing of Subsea Wellheads Saves Time and Cash, Res. Development, sept. 1982: 12-16.
- MacLennan, D.N., 1977, Underwater Explosions and their Consequences for Fish, Working Paper 77/15. Dept. Agric. and Fish for Scotland, Marine Lab., Aberdeen, non-publié; cité dans Hill, 1978 et Wright 1980.
- McHugh, B.P., 1978, Rapport de la direction des explosifs, 1968-1975, Energie, Mines et Ressources Canada, 56 p.

- Northwood, T.D. et R. Crawford, 1967, Sautages d'explosifs et dégâts aux bâtiments, Digeste de la construction au Canada, septembre 1967, 4 pages.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, 1965, Effets des explosifs subaquatiques sur les organismes aquatiques - Bibliographie et liste d'expert, ONUAA, sous-division de la biologie, Div. des Pêches Rome, 12 p.
- Rasmussen, B., 1967, The Effect of Underwater Explosions on Marine Life, Bergen, Norvège, 17 p., cité dans Falk et Lawrence, 1973.
- Ridgway, S.H. (ed.), 1972, Mammals of the Sea, Biology and Medicine, Ch.C. Thomas, Springfield, III., 812 p. cité dans Hill, 1978.
- St-Arroman, C., 1977, Pratique des explosifs, Ed. Eyrolles, Paris, 136 p.
- Sakaguchi, S. et al., 1976, The Influence of Underwater Explosion on Fishes, Bull. Nansei Reg. Fish. Res. Lab., 9:33-56; cité dans Hill, 1978.
- Susanszky, Z., Environmental Effects of Blasting Operations in Subfluvial Strata, Proceedings SEE 3<sup>rd</sup> Conference on Explosives and Blasting Techniques, Pittsburgh, Pa., p. 206-215.
- Sumitomo Cement Co. Ltd, n.d., Silent Non Explosive Demolition Agent S-MITE, Con-Rok (International), Vancouver, 15 p.
- Sumitomo Cement Co. Ltd., n.d., Silent Non Explosive Demolition Agent S-MITE-Technical Data, Con-Rok (Canada), Vancouver, 20 p.
- Thiard, R., 1983, Du nouveau dans les explosifs, Carrières et matériaux, no 209, p. 38-39.

- Thiard, R., 1983, L'évolution des explosifs en France et dans le monde, Carrières et Matériaux, no. 213, p. 41-45.
- Thiard, R., 1983, Accessoires de tirs et techniques d'amorçage: récentes évolutions, Carrières et Matériaux, no. 213, p. 81-82.
- Thiard, R., 1983, Explosifs: tendance des techniques d'utilisation; aspect économique, conclusions générales, Carrières et matériaux, no 215, p. 40-43
- Tyler, R.W., 1960, Use of Dynamite to Recover Tagged Salmon, U.S. Fish and Wild Serv., Sp. Scientific rep. Fisheries no 353, Washington, 9 p.
- Wright, D.G., 1980, A discussion Paper on the Use of Explosives in the Marine Waters of the Northwest Territories, Dept. of Fish and Oceans, Winnipeg, 48p.
- Yelverton, J.T., D.R. Richmond, E.R. Fletcher et R.K. Jones, 1978, Safe Distances from Underwater Explosions for Mammals and Birds, Defense Nuclear Agency, Dep. Defense, Washington D.C., Tech. Rep. DNA 3114 T., 67 p.
- Yelverton, J.T., D.R. Richmond, W. Hicks, H. Saunders et E.R. Fletcher, 1975, The Relationship between Fish Size and their Response to Underwater Blast, (Topical Rept.), Lovelace Foundation for Medical Education and Research, Albuquerque, N.Mex., 40 p. NTIS no AD-A015 970/7.
- Young, G.A., 1973, Guide-Lines for Evaluating the Environmental Effects of Underwater Explosions Tests, Naval Ordnance Lab. White Oak Md., 110 p., NTIS no AD-758 641.
- Young, G.A., 1974, Proceedings of the First Conference on the Environmental Effects of Explosives an Explosions (may 30-31, 1973), Naval Ordnance Lab. White Oak Md., 191 p., NTIS no AD-777 403/7.

Young, G.A., 1977, Proceedings of the Conference on the Environmental Effects of Explosives and Explosions (2nd), 13-14 oct. 1976 (Final Rept.), Naval Surface Weapons Center White Oak Lab., Silver Spring Md., 142 p., NTIS no AD-A046 880/1.

Young, G.A. et R.L. Wiley, 1977, Techniques for Monitoring the Environmental Effects of Routine Underwater Explosion Tests, Naval Surface Weapons Center, Silver Spring, Maryland, 32 p.