

environs de Vienne, avec des trous de 0<sup>m</sup>,039 de diamètre et un bourrage léger, on n'a obtenu que des effets 5 fois plus considérables.

Les inconvénients de la dualine comparée aux autres dynamites, et spécialement à la dynamite siliceuse, sont les suivants : la manipulation de cette substance n'offre pas une sécurité suffisante ; sa faible densité entraîne l'emploi de charges volumineuses et de trous de mine de grandes dimensions ; en outre, la base des diverses dualines ne possède qu'un faible pouvoir absorbant pour la nitroglycérine, ce qui rend nécessaire l'usage de fortes enveloppes pour les cartouches. Enfin il est vraisemblable, en raison de la forte proportion de carbone que contient la dualine, que l'oxyde de carbone figure parmi les produits de l'explosion.

### III. AUTRES DYNAMITES A BASE DE PYROXYLES.

W. Shaem a recommandé (1869) un produit analogue à la *dualine* quant à sa composition. On l'obtient en imprégnant 100 parties de poudre Schultze de 40 à 60 parties de nitroglycérine.

Nobel a récemment proposé, sous le nom de *gomme explosive* ou *dynamite-gomme*, un mélange de 93 à 95 p. 100 de nitroglycérine avec 7 à 5 p. 100 de collodion. Le produit ainsi obtenu, visqueux, translucide, d'une densité de 1,70, facile à couper avec un couteau ou avec des ciseaux pour être placé dans des cartouches ou dans des obus, se dissout complètement dans l'éther alcoolisé ; il est imperméable à l'eau et ne paraît pas donner trace d'exsudation. On peut l'employer pour le chargement des bombes, pour les torpilles et pour les mines. Sa puissance est, d'après Nobel, supérieure d'au moins 50 p. 100 à celle de la dynamite siliceuse.

La *fulminatine* est une nouvelle dynamite qui, d'après Fuchs, contient jusqu'à 85 p. 100 de nitroglycérine avec une substance « préparée par un procédé chimique ». Brûlée à l'air libre, elle donne un faible résidu, riche en carbone.

### C.

#### GÉNÉRALITÉS SUR LA NITROGLYCÉRINE ET SUR LES DYNAMITES.

Les composés explosifs dérivés de la nitroglycérine, et en première ligne la dynamite siliceuse, ont acquis pour l'exploitation des mines une importance telle que la fabrication industrielle de ces matières a pris, dans ces dernières années, un développement considérable.

Avant d'indiquer les chiffres qui se rapportent à cette production et de comparer entre elles les diverses substances que nous venons de passer en revue, il convient d'examiner spécialement quelques questions qui s'y rattachent : la sécurité relative que procurent les procédés actuels de fabrication, la disposition générale des ateliers, enfin le mode de conservation, d'emballage et de transport de la nitroglycérine et des dynamites.

### § I.

#### ATELIERS, MAGASINS ET PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES.

Les ateliers de fabrication de la poudrerie de Vonges sont construits en briques, pour mieux retenir la chaleur pendant l'hiver, et garnis d'un grand nombre de portes et de fenêtres, pour permettre un aérage énergique et rapide ; ces ouvertures sont munies de rideaux, pour éviter une trop grande élévation de température pendant l'été. La toiture est en tuiles. L'atelier de lavage a reçu un plancher en plomb ; les trois autres ateliers (mélanges acides, préparation de la nitroglycérine, filtration et incorporation) sont pavés en briques ; on a seulement placé sous les filtres une feuille de plomb. Devant l'atelier des mélanges acides se trouve une fosse profonde de 0<sup>m</sup>,50, dans laquelle on fait refroidir les mélanges et qui est protégée contre les

rayons du soleil par un toit et des cloisons en planches. Les divers ateliers sont situés à 20<sup>m</sup> les uns des autres. Dans chaque intervalle s'élève un merlon large de 10<sup>m</sup> à la partie supérieure et soutenu de trois côtés par des murs droits hauts de 3<sup>m</sup>.

On conserve, en général, la nitroglycérine et les dynamites dans des dépôts parfaitement à l'abri du feu et dans lesquels on ne laisse aucune autre matière explosive (amorces, etc.; celles-ci sont toujours conservées à part dans des magasins spéciaux). Ces dépôts sont quelquefois construits en terre glaise et recouverts de tuiles; ils doivent se trouver à une distance minimum de 200 à 300 pas des lieux habités. Ils sont entourés de haies fortes et élevées, et, pour plus de précautions, d'un merlon de sable ou de terre d'au moins 1<sup>m</sup> de hauteur; on peut également conserver les approvisionnements dans des creux entourés d'un tertre fait avec les terres du déblai. Dans les mines, on peut encore utiliser d'anciennes galeries abandonnées, pourvu qu'elles soient faciles à fermer et peu accessibles à l'humidité; la matière explosive, en paquets ou dans des caisses, est installée sur des châssis en bois, ou simplement conservée dans des récipients en zinc.

Les principales précautions à prendre dans la fabrication de la nitroglycérine et des dynamites sont les suivantes. Pour éviter toute trace d'acidité dans le produit final, il faut veiller à ce que les instruments placés dans les usines de filtration et d'incorporation ne soient jamais touchés par des mains acides; l'introduction du carbonate de chaux ou de magnésie dans la dynamite est destinée à prévenir un commencement de décomposition dû à l'action d'un contact acide. La nitroglycérine gelée étant très-sensible au choc, il faut entretenir dans les ateliers une température supérieure à +8°, ce qu'on obtient facilement par un chauffage à la vapeur; en outre, la température du sol pouvant être inférieure à la température moyenne de l'atelier, il faut essuyer avec le plus grand soin les gouttes de nitroglycérine qui tombent à terre et qui pourraient s'y congeler. D'une manière générale, on doit toujours éviter de laisser geler la dynamite en cours de fabrication, le dégelage étant une opération difficile et dangereuse, surtout quand on l'applique à de grandes masses. Enfin, il y aurait intérêt à suspendre la fabrication de la dynamite pendant l'été, car l'élévation de température dans les ateliers et magasins a pour effet de développer l'instabilité de la nitroglycérine en contact avec les acides, de produire dans le

rendement un abaissement notable et de provoquer des départs nombreux de touries de vieux acides. L'écoulement régulier et rapide des produits est d'ailleurs une des meilleures garanties pour supprimer toute manipulation exceptionnelle, c'est-à-dire pour diminuer les chances d'accidents.

---

## § II.

### EMBALLAGE ET TRANSPORTS.

L'emploi de la nitroglycérine à l'état liquide est presque entièrement abandonné; si pourtant on veut la conserver à cet état, il convient de la traiter préalablement par l'alcool méthylique (p. 698). Nobel conservait et transportait autrefois sa nitroglycérine dans des bouteilles élastiques, fermées par une plaque de sûreté susceptible de fondre facilement en cas d'incendie.

La dynamite de Vonges est livrée au commerce en caisses de 25<sup>k</sup> contenant 10 boîtes de 2<sup>k</sup>,5; chaque boîte renferme des cartouches de 100<sup>gr</sup>, de 75<sup>gr</sup>, de 50<sup>gr</sup> ou de 25<sup>gr</sup>, qui sont placées debout; le couvercle n'est assujéti que par une pointe en fer et par une bande de papier collée tout autour. Les boîtes forment, dans une caisse, 2 rangées de 5; le couvercle est vissé et plombé. — Les cartouches de dynamite destinées aux usages militaires (p. 710) sont placées debout par 5 rangées de 5 dans des boîtes garnies intérieurement de drap épais, fixé par de petits clous en cuivre rouge et destiné à amortir le choc des balles; les vides sont remplis par des étoupes; le couvercle est maintenu par 4 petites vis en fer. Ces boîtes, de 2<sup>k</sup>,5, sont placées par 2 rangées de 3 dans des caisses, où on les maintient contre les grands côtés par deux tôles dans l'intervalle desquelles on introduit 100<sup>m</sup> de cordeau Bickford; on ajoute encore des étoupes et de l'amadou pour consolider les boîtes.

Les prescriptions relatives au transport des dynamites sont, en général, les mêmes que pour la poudre ordinaire. La prohibition dont ces substances étaient d'abord frappées en Autriche et qui, tout en entravant leur extension, ne pouvait qu'accroître le nombre des accidents, puisque les transports se faisaient le plus souvent sans déclaration, a été ultérieurement levée; seulement la dynamite doit être emballée soigneusement sous forme de cartouches et

accompagnée de lettres de voiture rouges. On a en même temps facilité l'introduction de ce produit par la diminution des droits de douane, et reconnu ainsi les services qu'il peut rendre à l'industrie.

Il résulte des nombreuses expériences que nous avons rapportées (p. 705-709) que, quelle que soit la sécurité relative offerte par les différentes dynamites, leur maniement n'en exige pas moins les plus grandes précautions. Il faut éviter d'une manière absolue toute élévation sensible de température, les chocs violents ou les frottements entre des surfaces métalliques, en particulier si l'on se sert de dynamite gelée. Il faut manier avec prudence les cartouches auxquelles sont fixées les amorces; à ce point de vue, il est préférable de disposer l'amorce et le cordeau immédiatement avant l'emploi.

### § III.

#### PRODUCTION, CONSOMMATION ET PRIX DE REVIENT.

Le nombre des fabriques de nitroglycérine s'est accru d'année en année, surtout depuis l'introduction des dynamites.

En Suède, la production de la nitroglycérine s'est élevée, d'après Nobel, aux chiffres suivants, qui se rapportent à une période de 3 années 1/2 :

1865 . . . . .	46129*
1866 . . . . .	24392
1867 . . . . .	38288
1868 (premier semestre) . . . . .	32147

La consommation a atteint environ 9000\* dans les ardoisières du nord du pays de Galles, depuis 1866 jusqu'au milieu de 1868; en Silésie, pendant l'année 1868, elle s'est élevée à 4000\* par mois.

La production de la dynamite s'est développée avec une grande rapidité. Jusqu'au milieu de 1868, Nobel en avait débité 50000\*; en 1869, la fabrique de Hambourg en livrait 15000\* par mois; en 1870, on en consuma environ 500000\*. En 1872, d'après Capitaine, la production annuelle sur le continent s'élevait à 625000\*. Enfin, en 1874, les 14 usines établies par Nobel en Europe et en Amérique ont livré au commerce 3500000\* de dynamite; sur ce chiffre, la production de la fabrique de Krümmel, près Hambourg, a atteint 600000\*, et celle des fabriques de Zamky, près Prague, d'Ardeer,

près Glasgow, et de San Francisco a varié de 400000 à 500000\*.

Le prix de la nitroglycérine, dans les premières années, variait de 8<sup>r</sup>,00 à 9<sup>r</sup>,25 le kil.; celui de la dynamite, à son apparition, était en moyenne de 4<sup>r</sup>,50. En 1874, les dynamites Nobel n° 1, 2 et 3 (p. 700 et 726) coûtaient respectivement 4<sup>r</sup>,80, 3<sup>r</sup>,50 et 2<sup>r</sup>,75 le kil. A la poudrerie de Vonges le prix de revient de la dynamite n° 1 est d'environ 2<sup>r</sup>,30 le kilogramme. 100 capsules d'amorce brevetées reviennent à 1<sup>r</sup>,90.

### § IV.

#### PUISSANCE RELATIVE DES DIVERSES DYNAMITES.

La puissance d'une dynamite, comparée à celle de la nitroglycérine (p. 693), peut se calculer théoriquement en faisant la somme des forces produites par l'explosion de premier ordre des éléments qui la composent; dans le cas d'une dynamite à base inerte, on diminue d'au moins 1/10 le chiffre relatif à la nitroglycérine absorbée. On peut ainsi, d'après Roux, former le tableau suivant :

	Puissance relative.
Nitroglycérine . . . . .	100
Dynamite au coton-poudre (75 p. 100) . . . . .	85
Coton-poudre comprimé . . . . .	65
Dynamite Nobel n° 1 (75 p. 100) . . . . .	65
Lithofacteur . . . . .	60
Dynamite de Paulilles n° 3 . . . . .	60
Dynamite à base de poudre noire (20 p. 100) . . . . .	50
Dynamite siliceuse à 50 p. 100 . . . . .	40

Dans la pratique, il y a lieu de distinguer la force de *rupture*, caractéristique des dynamites à base inerte, et la force d'*expansion*, caractéristique des dynamites à base active (p. 719).

On peut évaluer l'un ou l'autre de ces deux éléments en faisant détoner une cartouche de dynamite, recouverte ou non d'une masse de terre glaise ou de sable humide, soit sur le milieu d'une plaque de tôle placée horizontalement sur deux appuis verticaux, soit au-dessus d'un cylindre en plomb, et en mesurant l'angle d'inclinaison des deux branches de la plaque ou l'écrasement du cylindre. On reconnaît que, si la charge est recouverte d'une masse de terre ou de sable, les résultats obtenus sont plus accentués pour les mélanges actifs que pour les dynamites à base inerte.

On peut, en outre, évaluer simultanément les deux effets soit à l'aide du mortier de Roux, formé d'une simple chambre creusée dans une masse métallique dont on détermine le recul, soit au moyen du mortier sans âme de Nobel, qui donne les portées du projectile, soit en produisant la détonation de la dynamite chargée, avec bourrage, dans diverses substances telles que le plomb, le bois, le papier comprimé, et en mesurant le volume produit par l'explosion. Ce dernier procédé, qui se rapproche des conditions de la pratique, a servi de point de départ aux expériences de Beckerhinn et a fait l'objet d'une série d'essais exécutés à Saint-Étienne (1874).

Nous réunissons dans le tableau suivant les principaux résultats obtenus par les deux derniers modes d'épreuve que nous venons d'indiquer :

SUBSTANCE EXPLOSIVE.	PORTÉES RELATIVES		ACCROISSEMENTS DE VOLUME RELATIFS.			
	au mortier de Nobel.		Expériences de Beckerhinn.			Saint-Étienne.
	A. poids égal.	A. volume égal.	PAPIER. (Charge, 1 gr.)	HÊTRE. (Charge, 3 gr.)	PLOMB. (Charge, 5 gr.)	PLOMB. (Charge, 40 gr.)
Nitroglycérine. . . . .	100	100	100	»	»	»
Dynamite au coton-poudre (75 p. 100). . . . .	»	»	84	»	»	»
Dynamite à l'ammoniaque. . . . .	83	80	»	»	»	»
Dynamite à la cellulose (75 p. 100). . . . .	»	»	80	80	80	»
Coton-poudre comprimé.	71	45	»	»	75	»
Dynamite Nobel n° 1. . . . .	72	74	64	54	56	56
Dynamite blanche n° 1 (*).	»	»	56	28	51	»
Dynamite de Paulilles n° 3	»	»	»	»	»	27

(\* Cette dynamite se composait de 63 p. 100 de nitroglycérine, 10 de sciure de bois, 2 de coton-poudre, 20 de carbonate de chaux et 5 de carbonate de magnésie.

Dans les expériences de Nobel, le lithofacteur et la dynamite à la poudre noire (20 p. 100) donnaient, à poids égal, une portée de 50, tandis que le fulminate de mercure et la poudre de mine Curtis et Harvey descendaient respectivement à 30 et à 28.

## CHAPITRE IV.

## ACIDE PICRIQUE ET PICRATES.

## § I.

## GÉNÉRALITÉS.

L'acide picrique et la plupart des sels qui en dérivent, surtout ceux de potasse et d'ammoniaque, constituent des substances explosives assez peu étudiées jusqu'à ce jour, mais qui n'en paraissent pas moins susceptibles d'être employées dans les mines ou pour le chargement des projectiles creux.

L'acide picrique ou carbazolique a été découvert en 1788 par Hausmann, en traitant l'indigo par l'acide nitrique (*amer d'indigo*); en 1795, Welter l'a également préparé en faisant agir l'acide nitrique sur la soie (*amer de Welter*). On a ensuite reconnu qu'on pouvait l'obtenir par l'action de cet acide sur la fibrine, la salicine, la coumarine, la résine, et sur un grand nombre de produits pyrogénés. Laurent a, le premier, montré que l'acide picrique dérive de l'acide phénique  $C^{12}H^6O^2$  ou  $C^{12}H^5(HO^2)$ , et que sa formule doit s'écrire  $C^{12}H^3(AzO^1)^3O^2$  ou  $C^{12}H^3(AzO^1)^3(HO^2)$ .

On prépare aujourd'hui l'acide picrique, d'après Castellaz et Désignolle, en traitant l'acide phénique légèrement chauffé par l'acide nitrique concentré : il se forme une pâte jaune foncé, très-peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante et qui cristallise en paillettes d'un jaune clair. Quant à l'acide phénique, on le retire facilement des huiles de goudron de houille qui distillent entre 150 et 200°, et que l'on mélange avec une dissolution de potasse très-concentrée; la masse cristalline est reprise par l'eau, qui ne dissout que le phénate de potasse, et la liqueur, traitée par l'acide