



FUMIGATION DES CÉRÉALES PAR BROMURE METHYLIQUE DANS LA TENTE

Mars 1968

L'Agence pour la Coopération Technique d'Outre-Mer (OTCA)



JICA LIBRARY



1009038193

国際協力事業団

受入 月日	84. 5. 22	000
登録No.	06838	84.1
		KH

CONTENU

I.	THEORIE DE LA FUMIGATION	1
1.	Définition de la Fumigation et de la Fumigatoire	1
2.	Unités de la Dose et de la Concentration	1
3.	Susceptibilité des Larves au Bromure Méthylique	2
4.	Facteurs affectant l'Effet de la Fumigation	3
II.	INSTRUMENTS POUR LA FUMIGATION DANS LA TENTE	6
1.	Tente	6
2.	Sac de Sable	7
3.	Ouvreuse	7
4.	Masque à Gaz	8
5.	Densimètre de Gaz	9
6.	Gazoscope	10
III.	METHODE DE FUMIGATION DANS LA TENTE	12
1.	Places de Fumigation	12
2.	Amassage des Céréales	12
3.	Ver d'Essai et la Disposition d'un Tube pour Mesurer la Concentration du Gaz	12
4.	Herméticité des Céréales par le Tente	13
5.	Mesure de l'Espace de la Fumigation et le Calcul de la Dose de Médecine	13
6.	Port du Masque à Gaz	14
7.	Lâchement du Gaz	14
8.	Détection de la Fuite du Gaz	15
9.	Mesures à prendre durant la Fumigation	15
10.	Ouverture	15
IV.	PREVENTION DE L'EMPOISONNEMENT	16
1.	Symptôme toxique	16
2.	Traitement Médical	16
3.	Prévention	17

I. THEORIE DE LA FUMIGATION

1. Définition de la Fumigation et de la Fumigatoire

Lorsque des céréales sont gâtées par des larves nuisibles, elles sont d'ordinaire renfermées hermétiquement dans un entrepôt ou une tente où elles sont traitées avec un gaz empoisonnant jusqu'à ce que des larves nuisibles sont complètement mises à mort. Telle méthode de l'annihilation des larves par gaz empoisonnant s'appelle la fumigation et la médecine utilisée le fumigatoire. Il y a de divers fumigatoires tels qu'acide hydrocyanique, phosphate d'hydrogène, etc. Le bromure méthylque (exprimé en BM par abréviation), entre autres, est le fumigatoire le plus généralement utilisé.

Le BM bouillonne à 4,5 C, et comme il est gazeux aux températures ordinaires, il est renfermé dans une bombe à pression (contenu de 10 à 25Kg en général) ou un pot à pression (contenu de 500Kg) pour être commercialisé. Le gaz BM est incolore et inodore et difficilement soluble dans l'eau. Il est un excellent insecticide, mais très empoisonnant pour les hommes et bêtes.

2. Unités de la Dose et de la Concentration

La fumigation s'exerce d'ordinaire dans magasin, bateau ou chaland. Comme décrite dans le présent papier, elle peut également effectuée dans une tente dressée dans un entrepôt. Dans tous les cas, une certaine quantité de fumigatoire est nécessaire en vue d'annihiler des larves nuisibles. De plus, même si une certaine quantité de médecine est utilisée, la quantité effective de gaz dans l'air diminue graduellement en raison de l'absorption et de la fuite (ce qui sera discuté plus bas). La quantité effective de la médecine dans l'air s'appelle la concentration de gaz et elle est exprimée en g/m^3 , en % ou en ppm.

g/m^3 : L'unité g/m^3 est utilisée en général comme une indication de la concentration de gaz, dans laquelle le gramme dénote la quantité en lourdeur par $1m^3$ de l'espace renfermé. Prenons, par exemple, la dose de $20g/m^3$, ce qui indique que 20g de médecine son contenus dans l'espace de $1m^3$. Si cette unité de dose de $20g/m^3$ est appliquée dans le cas où il faut fumiger dans une tente de l'espace interne de $100m^3$, la quantité nécessaire de la médecine sera calculée comme suit:

$$20 g \times 100 = 2.000 g$$

% et ppm: L'unité % est utilisée pour dénoter la proportion du gaz fumigatoire pur dans la mixture de l'air et du gaz fumigatoire. Un pourcentage (1 %) signifie que la proportion sus-mentionnée est de 1/100 ème. L'unité ppm (part par million) est équivalente à 1/10.000

ème. C'est ainsi que 10.000 fois 1 ppm font un pourcentage. Comme le volume du corps gazeux varie avec la température, pour cela la corrélation entre %, ppm et g/m^3 varie également avec la température. Par exemple, 1 % du BM indique $42,4g/m^3$ à 0 C, $39,5g/m^3$ à 20 C et $38,2g/m^3$ à 30 C. L'unité % est utilisée rarement dans la fumigation. L'unité ppm est utilisée en général en connexion avec la toxicité pour les hommes et les bêtes du gaz résiduel dans l'air.

3. Susceptibilité des Larves au Bromure Méthyllique

(1) Sortes des larves et leur susceptibilité

Il y a beaucoup de sortes de larves nuisibles qui causent des dégâts aux céréales et le degré de leur susceptibilité au BM est différent l'un de l'autre. Le *Sitophilus oryzae*, larve nuisible que l'on trouve fréquemment dans des céréales, a une force de résistance relativement faible contre le BM. Dans la fumigation de 2 heures à 20 C, le LD 95 du *Sitophilus oryzae* est d'environ $11g/m^3$. Ici, le LD 95 est défini comme dose où 95 % des larves traitées sont mises à mort avec 5 % restants des survivantes. Le Tableau 1 montre le groupement des 18 larves représentatives sur la base de leur susceptibilité au BM. Par exemple, le ver de farine que l'on trouve aussi fréquemment dans les céréales amassées a une force de résistance presque deux fois plus grande que celle du *Sitophilus oryzae*.

Tableau 1. L'Ordre des Sensibilités de Principales Larves Nuisibles contre le BM

Groupe	Sensibilité	Sortes
1	Presque même que le <i>Sitophilus oryzae</i>	Indian meal moth, lesser grain borer, small red bean weevil, cow pea weevil, granaria weevil, mediterranean flour moth, almond moth.
2	Un peu plus forte que le groupe 1	Bean weevil, drug-store beetle, saw-toothed grain beetle, flat grain beetle.
3	A peu près deux fois plus forte que le groupe 1	Rust-red flour beetle (Ver de farine), confused flour beetle, dark mealworm, yellow mealworm, black carpet beetle, cadelle.
4	Plus forte que le groupe 3	Khapra beetle.

(2) Développement des insectes et leur susceptibilité

La susceptibilité des insectes aux fumigatoires peut varier avec l'étape de leur développement (œuf, larve, chrysalide et adulte). En général, les étapes de l'œuf et de l'adulte

sont les plus susceptibles, d'autre part l'étage de la larve est légèrement plus résistant et celui du chrysalide est le plus résistant au BM. Si la résistance de l'adulte et de l'oeuf est indiquée par 1, celles de la larve et du chrysalide peuvent être sommairement estimées à 1,5 et 2,0 respectivement.

4. Facteurs affectant l'Effet de la Fumigation

L'effet de la fumigation dépend de divers facteurs, parmi lesquels les plus essentiels et importants sont la dose de fumigatoire, la température et la durée de fumigation. Lorsque la fumigation est exercée dans une tente ou un entrepôt, les degrés de diffusion, de pénétration, de fuite du gaz ainsi que d'absorption du gaz aux céréales constituent les facteurs importants qui affectent l'effet de la fumigation.

(1) Dose et la durée de fumigation

Il est naturel que plus la dose de fumigatoire est grande et la durée de fumigation est longue, plus l'effet insecticide devient grand. De diverses expérimentations ont prouvé, cependant, que l'effet est à peu près proportionnel au produit de la dose et de la durée de fumigation. La Figure 1 montre en diagramme la relation entre l'effet insecticide et le produit de la dose et de la durée dans la fumigation par le BM. Le même effet peut être obtenu, soit par la dose de $20\text{g}/\text{m}^3$ dans l'exposition de 4 heures, soit par la dose de $10\text{g}/\text{m}^3$ dans l'exposition de 8 heures.

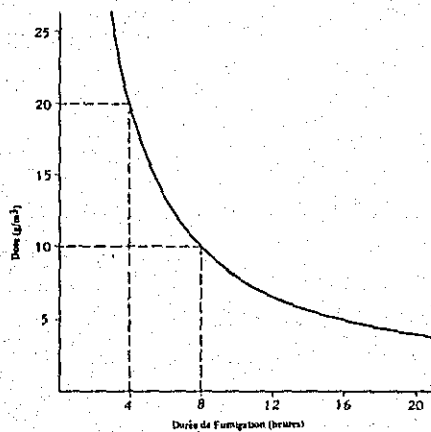


Figure 1 Relation entre l'effet de fumigation, la dose et la durée d'exposition

(2) Température

Dans la limite des températures ordinaires, l'effet de fumigation diminue avec le baissement de la température, bien qu'il s'augmente de nouveau au-dessous d'une certaine température où des larves commencent à recevoir de mauvaises effets physiologiques. La température à laquelle apparaît une rétrogression de l'effet de fumigation varie avec les sortes des insectes. Dans la température au-dessus de 10 °C, cependant, il peut considérer que l'effet de fumigation s'augmente en parallèle au relèvement de la température.

(3) Diffusion du gaz

Pour annihiler des larves nuisibles par fumigation pratique qui doit s'exercer dans un entrepôt ou une tente, il faut employer le BM d'une dose plus grande que celle obtenue dans les conditions de laboratoire pour les raisons mentionnées dans le présent alinéa et dans les alinéas (4), (5) et (6). Lorsque le fumigatoire est lâché d'une ou quelques places dans l'espace renfermé, le gaz de fumigatoire se répand graduellement aux alentours jusqu'à ce que la concentration de gaz devienne uniforme dans tous les endroits dans cet espace. Tel mouvement du gaz pour atteindre la distribution uniforme s'appelle la diffusion. Le gaz de BM est à peu près 3 fois plus lourd que l'air. Par conséquent il s'accumule en couches sur le plancher, puis il se diffuse graduellement vers le haut. Lorsque le BM est lâché du niveau du plancher, il faut en général de quelques à dix heures pour atteindre l'uniformité de la concentration. Par conséquent, des larves nuisibles qui se cachent dans les parties supérieures de l'amas sont exposées au gaz de BM durant un temps relativement court et pour cela elles ont une chance de survivre.

En vue de supprimer ce défaut il convient de lâcher le BM à partir de la sommet de l'amas. L'utilisation du ventilateur électrique peut permettre la diffusion prompte et, par conséquent, l'effet de fumigation. Pour faire l'amas des céréales, il est préférable de les amasser en mettant des intervalles les plus larges possibles entre les sacs.

(4) Pénétration du gaz

La pénétration veut dire la diffusion du gaz dans les amas. Quoique le BM ait une force de pénétration relativement haute, il faut quelque temps pour atteindre la pénétration complète dans les amas de céréales. C'est ainsi que, durant quelques temps après le lâchement du BM, la concentration du gaz dans les sacs de chanvre rest plus basse que celle dans l'espace d'alentour. Plus la pénétration est lente, moins longue est la durée de l'exposition des larves dans les sacs au gaz de MB. La vitesse de pénétration a des rapports intimes avec l'importance des grains de céréale. Les larges grains tels que maïs et haricot sont pénétrés promptement, d'autre part la pénétration est lente dans le blé et le maïs ordinaire. Dans les farines telles que farine de froment la pénétration est très difficile. Il n'y a pas de moyens efficaces qui peuvent accélérer indirectement, cependant, par la promotion de la vitesse de diffusion sus-mentionnée.

(5) Adsorption du gaz

Lorsque le gaz est mis en contact avec des grains, une portion du gaz qui est attiré aux surfaces des grains pénètre à l'intérieur des tissus et se dissout dans la graisse ou se combine chimiquement avec l'albumen et d'autres ingrédients. Ce phénomène s'appelle l'adsorption. C'est le gaz contenu dans l'air qui met les larves nuisibles à mort, et le gaz adsorbé dans les grains n'exerce aucun effet insecticide. Par conséquent, plus le volume du gaz adsorbé s'augmente, moins est le volume du gaz restant dans l'espace extérieur, ce qui réduit éventuellement l'effet de la fumigation. Le volume adsorbé du BM varie avec les sortes des céréales. En général, des larges grains ou des céréales qui sont riches en graisse ou en substance albumineuse adsorbent un grand volume du gaz. Le Tableau 2 montre quelques céréales représentatives classées par les degrés de la force d'adsorption du BM. Que ce soit dans la même sorte de céréales, le volume d'adsorption s'augmente proportionnellement avec celui des céréales amassées dans l'espace déterminé de la fumigation.

Tableau 2. Degré d'Adsorption du Gaz BM par des Céréales

Degré d'adsorption	Sortes
Relativement petit	Riz, blé, orge, haricot vert, pois, copra, cocas, café, tapioca
Relativement grand	Maïs, sargho, haricot, fève, cacahuète, coton, sésame
Très grand	Farine de blé, sarrasin, semence de ricin, semence des herbes rouges

(6) Fuite du gaz

S'il y a des brèches de la tente ou des fentes sous ses bordures, ou des fissures de la mur ou du toit de l'entrepôt, le gaz s'enfuit par ces fissures; ce qui entraîne le baissement de la concentration du gaz et la diminution de l'effet de la fumigation. Il faut donc mettre le récipient en herméticité parfaite, ou au moins calfeutrer le plus soigneusement possibles des fissures du récipient de manière à ne pas laisser échapper le gaz.

II. INSTRUMENTS POUR LA FUMIGATION DANS LA TENTE

Il y a deux méthodes de la fumigation dans la tente; l'une est de couvrir hermétiquement des céréales à fumiger par la tente, l'autre est de suspendre la tente sous forme d'une moustiquaire sur des céréales à fumiger dans l'entrepôt. Dans la dernière méthode la place de fumigation est fixe et il faut employer une tente assez épaisse de chlorure de vinyle ou celle de toile gommée. Dans la première méthode la fumigation peut s'exercer à tous les endroits tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'entrepôt, et on peut utiliser une tente légère, par conséquent en facile à transporter ou à traiter. C'est la fumigation de ce type que nous allons décrire ciaprès.

1. Tente

En tant que matériel de la tente, on adopte le chlorure de vinyle et le polyéthylène. Mais, ce sont les tentes de chlorure de vinyle d'une épaisseur de 0,1 à 0,2 mm qui sont couramment utilisées au Japon, parmi lesquelles celle de l'épaisseur de 0,15mm est utilisée le plus fréquemment. La tente de l'épaisseur de 0,1mm est facilement déchirée, bien qu'elle soit légère et facile à transporter.

Celle de l'épaisseur de 0,2mm est, bien que solide, moins commode à cause de sa lourdeur, par conséquent elle est utilisée principalement pour la fumigation des bois qui sont exposés aux intempéries de l'air.

La dimension nécessaire de la tente dépend du volume et de la forme de l'amas des céréales à fumiger. Pour fumiger les céréales d'un volume d'environ 100 tonnes, amassées en carré, il faut préparer en général une tente carrée de 20m de côté. La tente de cette dimension (l'épaisseur de 0,15mm) pèse à peu près 50Kg. Dans la fumigation des céréales d'un amas plus grand (150 à 200 tonnes), on utilise couramment deux tentes de la dimension ci-dessus dont les bordures sont connectées l'une avec l'autre. Pour la connexion des bordures, on les essuie en premier lieu, puis les superpose l'une sur l'autre d'environ 5cm, sur lesquelles on colle le ruban collant de 5cm de large. (Voir la Figure 3). Pour le renforcement des bordures collées, on y colle encore le ruban en long à des intervalles de 1 à 2m.

Lorsque on couvre des céréales avec la tente, on doit l'étendre de façon que la lourdeur de la tente ne pèse sur les bordures collées. La durabilité de la tente dépend de la modalité de traitement. En général c'est à peu près 15 fois en moyenne que l'on peut employer une tente, si elle n'est pas blessée à cause de l'entraînement.

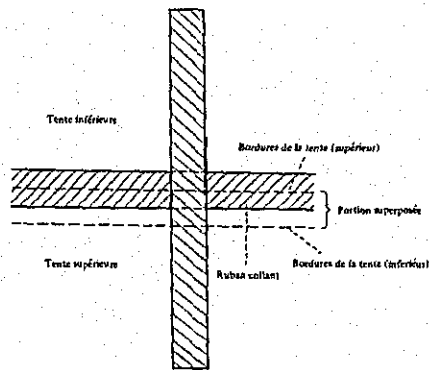


Figure 2 Méthode du collage des tentes

2. Sac de Sable

Pour que le gaz ne s'enfuisse pas par des fentes sous les bordures de la tente, on presse ces bordures avec des sacs de sable. En tant que matériel du sac, on emploie en général le chanvre ou le chlorure de vinyle. Ces matériaux sont tous les deux soumis facilement aux dommages de rat, et c'en est surtout le cas du chlorure. L'importance commode du sac est de 60cm de long et de 12 à 13cm de diamètre. Pour fumiger les céréales d'environ 100 tonnes, il faut employer approximativement 100 à 150 sacs de sable.

3. Ouvreuse

L'ouvreuse, qui est montrée dans la Figure 3, est de percer le trou au pot contenant 500g du BM et de râcher le gaz par sa propre pression dans la tente par un tube de gomme qui est connecté au pot.

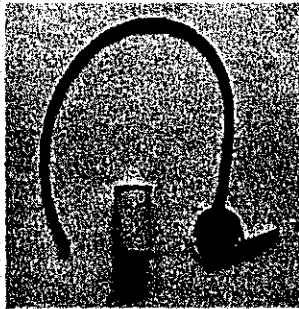


Figure 3 Ouvreuse du pot de BM (Centre : BM contenu dans le pot)

4. Masque à Gaz

Il y a deux types de masques à gaz. Dans le premier type le masque et l'absorbeur sont connectés directement l'un à l'autre. Dans le deuxième type ces deux parties sont séparées. Le premier type est petit, léger et facile à traiter, mais il n'adopte pas aux travaux de fumigation en raison d'une petite capacité de l'absorption de gaz. A ce contre, le deuxième type qui s'équipe d'un grand absorbeur permet les travaux pendant longtemps même dans le gaz de relativement haute concentration. Dans les masques de ce type il y a le type qui couvre seulement la bouche et le nez. Cependant, dans les travaux de fumigation il se peut que l'ouvrier se soit baigne du BM liquide au visage. Donc, le masque qui couvre le tout visage, tel qui il est montré dans la Figure 4, est plus sûr et couramment utilisé.

En ce qui concerne les absorbeurs il y en a beaucoup de sortes, par exemple l'absorbeur contre gaz acide, l'absorbeur contre gaz hydroacide, etc. Pour le BM, on emploie l'absorbeur contre gaz organique, Cet absorbeur qui est rempli de charbon actif en particulier et d'autres absorbants est d'absorber le gaz de BM de manière à passer seulement l'air. Pour le débit de 30 l/minute (presque égal au débit de respiration de l'adulte) de l'air mélangé du BM de la concentration de 0,5 % ($19,8\text{g}/\text{m}^3$ à 20 C) et de l'humidité relative de 50 % , ces absorbants peuvent maintenir leur efficacité pendant 30 minutes. La durée effective de ces absorbants devient plus longue si la concentration du gaz de BM est moins grande, mais au fur et à mesure que la concentration du gaz s'augmente, la durée effective diminue graduellement. Lorsque la concentration est au-dessus de 2 % environ ($79\text{g}/\text{m}^3$ à 20 C), il faut faire attention au fait que les absorbants ne peuvent absorber totalement le gaz et qu'une portion du gaz traverse l'absorbeur. Après avoir fini la fumigation, il faut boucher la prise d'air attachée au-dessous de l'absorbeur et le boucle de connexion du masque et du tube, sans quoi l'humidité et autres gaz contenus dans l'air étant absorbés dans les absorbants, leur capacité d'absorption du BM diminue considérablement.



Figure 4. Masque à gaz du type séparation

5. Densimètre de Gaz

En ce qui concerne le densimètre de gaz BM il y a un type qui se profite des différences des thermo-conductibilités des gaz. Cependant c'est le densimètre du type interféromètre (densimètre RIKEN) tel qu'il est montré dans la Figure 5 qui est employé couramment au Japon. Le principe de cet instrument est basé sur la différence des indices de réfraction de l'air et du gaz de BM pour la lumière. Il y a deux types de densimètres de RIKEN qui sont différents l'un de l'autre dans la sensibilité et dans la limite de mesure de la concentration. L'un qui s'appelle le Type 18 a la limite de mesure de 0 - 100g/m³ et la sensibilité maximum de 0,4g/m³, et l'autre qui s'appelle le Type 21 peut être utilisé dans la limite de 0 - 30g/m³ avec sensibilité maximum de 0,1g/m³.

Pour mesurer la concentration du gaz, on met en premier lieu au point 0 le spectre d'interférence facilement détectable, puis aspire sans cesse le gaz en appuyant sur le pressoir, et enfin lit la situation du spectre sur la graduation lorsque s'arrête le déplacement du spectre d'interférence. En pratique, un tube de vinyle d'un diamètre intérieur de 3 à 4mm est inséré et distribué dans la place désirée de mesure dans la tente ou l'entrepôt. La concentration du gaz est mesurée en connectant le densimètre avec l'extrémité de ce tube. La fréquence nécessaire de l'appui sur le pressoir dépend donc de la longueur et du diamètre du tube utilisé.

Le mouvement du spectre d'interférence est également introduit par d'autres gaz que le BM. Il y a des cas où la mesure correcte est difficile à faire à cause d'une fermentation des céréales qui sont amassées dans les conditions défavorables ou d'une production excessive du gaz d'acide carbonique par les céréales de forte respiration. En général, le gaz d'acide carbonique d'une concentration de moins de 10 peut être absorbé totalement par soude de chaux qui est remplie dans le tube d'absorption auxiliaire. Il faut échanger de temps en temps la soude de chaux parce qu'elle a une limite de sa capacité d'absorption du gaz d'acide carbonique. Pour la facilité de l'échange, il convient de colorer en bleu la soude de chaux (dite la soude colorée). Lorsque la capacité d'absorption s'épuise, le bleu de la soude colorée change en rouge.

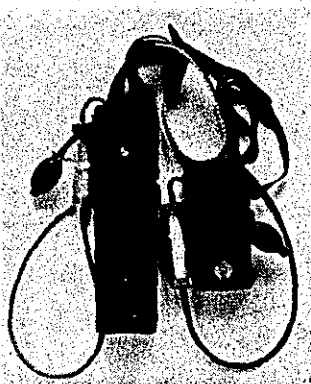


Figure 5 Gazoscope du type interféromètre

6. Gazoscope

(1) Gazoscope qui utilise la réaction de flamme

Lorsque le bromure produit par combustion du BM est mis en contact avec le cuivre échauffé, il se produit le bromure de cuivre volatil, et la flamme est colorée selon la concentration du BM en une couleur entre le vert et le bleu telle qu'elle est montrée dans le Tableau 3. Cette méthode, qui s'appelle la méthode BEILSTEIN est la plus facile à appliquer pour détecter le BM. En tant que gazoscope qui applique cette méthode, il y en a deux types, c'est-à-dire le type lampe qui brûle l'alcool et le type flambeau qui brûle le propane. Ils sont montrés dans la Figure 6. Ces deux gazoscope sont bien commodes pour découvrir les fissures par lesquelles le

Tableau 3. Corrélation entre la Flamme et la Concentration du BM

Concentration du Gaz		Couleur de flamme
ppm	g/m ³	
40	0,16	Vert très clair
60	0,23	Vert doux
100	0,39	Vert foncé
130	0,51	Vert peu bleuâtre
180	0,71	Vert un peu bleuâtre
240	0,95	Vert bleuâtre
360	1,42	Vert bleuâtre foncé
800	3,16	Bleu foncé

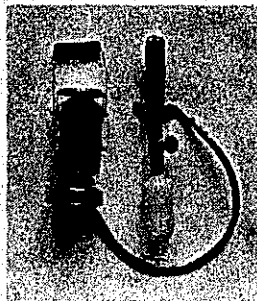


Figure 6 Détecteurs de gaz du type lampe (gauche) et du type flambeau (droite)

gaz s'enfuit. En particulier, le gazoscope du type flambeau qui s'équipe d'un tube d'aspiration du gaz d'essai a une qualité de pouvoir découvrir très correctement les fissures. Dans tous les cas lors du traitement du gazoscope il faut tenir compte des points suivants:

- a. Il y a des cas où au début la flamme est colorée en vert même s'il n'existe pas du gaz de BM. Par conséquent il convient de brûler le cuivre jusqu'à ce que le vert s'efface complètement avant d'examiner par gazoscope. Une fois fait l'examen de la réaction de flamme du gaz de BM, il convient de laisser brûler jusqu'à ce que la couleur s'efface complètement avant de procéder à l'examen qui suit.
- b. Il faut ajuster la pointe de flamme de façon qu'elle passe dans l'anneau de cuivre.
- c. Il faut faire l'attention au fait que d'autres haloïdes que le BM montrent la réaction similaire.
- d. En vue d'éviter les dangers d'explosion, il faut prendre soin de ne pas d'examiner dans des places où l'air est mélangé de gaz ou poussières explosifs.

(2) Gazoscope du type KITAGAWA

Dans ce gazoscope se connectent le collecteur de gaz et le détecteur de gaz qui est rempli d'une médecine d'essai. Lorsque le gaz de BM passe par le collecteur et entre dans le détecteur, la médecine d'essai est colorée en brun en réactionnant au gaz de BM. Ce phénomène est indiqué dans la Figure 7. Comme la longueur de la coloration de médecine varie proportionnellement à la concentration du gaz, on peut connaître la concentration d'après un tableau standard préalablement préparé. La limite de la mesure étant de 0 à 500 ppm, le gazoscope de ce type est bien commode pour la mesure d'une basse concentration.

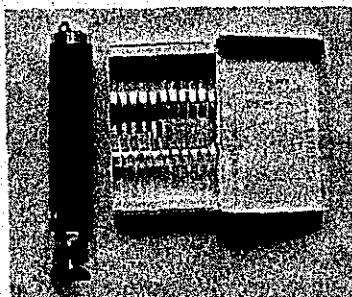


Figure 7 Gazoscope de Kitagawa (Gauche : collecteur de gaz, Droite: détecteur de gaz)

III. METHODE DE FUMIGATION DANS LA TENTE

Ainsi que nous avons indiqué plus haut, la fumigation peut s'exercer dans une tente qui est suspendue en forme d'un moustiquaire. Cependant, dans le présent papier nous allons décrire sur une autre méthode de fumigation où des céréales amassées sont couvertes tout directement avec la tente.

1. Places de Fumigation

Des céréales à fumiger dans la tente sont amassées en général sur une place dans l'entre-pôt. Il ne faut pas fumiger ni sur des places où l'on travaille toujours ni à leur proximité, car avec quelque attention que l'on fasse lors du lâchement du gaz, il se peut quand même que les hommes qui travaillent à proximité de la place de fumigation soient empoisonnés du gaz échappé tant par des fissures non découvertes que par des fentes sous les bordures de la tente résultant d'une mauvaise disposition des sacs de sable. D'ailleurs, il convient d'éviter, en tant que place de fumigation, des places tortueuses ou des planchers qui présentent des fissures, parce que le gaz s'enfuit très facilement par ces fissures ou des fentes.

2. Amassage des Céréales

Il est préférable que des céréales à fumiger soient d'un volume de moins de 100 tonnes. Quoique la fumigation des céréales de 200 ou même de 300 tonnes soit possible, le traitement de la tente dans tel cas est très difficile en raison de la lourdeur de la tente. En plus, ainsi que nous avons indiqué plus haut, dans tel cas il se peut que les bordures collées de la tente se débarassent facilement l'une de l'autre. En ce qui concerne la modalité d'amassage, il convient d'amasser des céréales le plus grossièrement possible sur les poutres carrées de 10cm de côté qui sont posées sur le plancher; ce qui permet la diffusion facile du gaz et, par conséquent l'augmentation de l'effet de la fumigation. Quant à l'hauteur de l'amas, il convient de la limiter à 4m environ en vue de rendre faciles et sûrs les travaux de fumigation, sans oublier d'amasser avec soin pour que des céréales amassées ne s'effondrent jamais.

3. Ver d'Essai et la Disposition d'un Tube pour Mesurer la Concentration du Gaz

En vue d'examiner l'effet de la fumigation, on bouche avec coton la fiole dans laquelle sont mis 20 à 30 vers de farine, et l'insère dans un sac de chanvre, posé sur la partie supérieure de l'amas, qui est loin de la place du lâchement du gaz de BM. Dans le cas où l'on trouve beaucoup de larves nuisible frétiller dans des céréales, on peut examiner l'effet de la fumigation d'après la vie et la mort de ces larves au lieu de vers d'essai ci-dessus.

Dans la mesure de la concentration du gaz, une extrémité du tube de vinyle d'un diamètre intérieur de 3 à 4mm est fixée sur le point désiré dans la tente et l'autre extrémité est mise à l'extérieur de la tente.

4. Herméticité des Céréales par la Tente

En vue de renfermer hermétiquement des céréales, on soulève en premier lieu la tente au-dessus de l'amas, puis la laisse pendre en réservant une marge de 2m environ à ses bordures, sur lesquelles seront posés des sacs de sable en deux ou trois rangs parallèles. Dans ce cas, il est préférable de les disposer en trois rangs, car telle disposition est plus efficace à arrêter la fuite du gaz. Des fentes par lesquelles le gaz s'enfuit se produisent facilement à quatre coins de la tente, par conséquent des sacs de sable doivent être disposés avec soin de manière à ne pas y faire des plis excessifs. Après avoir couvert l'amas avec la tente, on doit détecter les fissures et brèches, et si l'on les trouve on doit les réparer avec ruban collant.

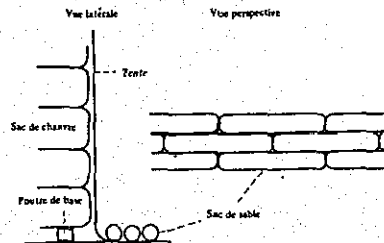


Figure 8 Méthode de pressage des bordures de la tente avec sacs de sable

5. Mesure de l'Espace de la Fumigation et le Calcul de la Dose de Médecine

Le volume de l'espace intérieur de la tente est calculé d'après l'hauteur et les larges (deux cotés) de la tente. Dans l'hypothèse où la hauteur soit de 4m et les larges soient de 7 et 8m, le volume de l'espace intérieur de la tente est calculé comme suit:

$$4 \times 7 \times 8 = 224\text{m}^3$$

En ce qui concerne la dose spécifique de la médecine, il conviendrait d'adopter 25g/m³ environ pour la fumigation de 48 heures à une température au-dessus de 20 C. Avec cette dose spécifique, on peut estimer la quantité nécessaire du BM pour la fumigation dans la tente à:

$$25\text{g} \times 224 = 5.600\text{g}$$

6. Port du Masque à Gaz

Avant de procéder à la fumigation, il faut porter le masque à gaz. Tout d'abord on connecte le masque et l'absorbeur l'un avec l'autre, puis serre la jonction avec agrafe, enfin porte le masque au visage d'une manière bien serrée après avoir débouché la prise d'air attachée au-dessous de l'absorbeur. Après quoi, on doit examiner s'il peut respirer en bouchant la prise d'air. Si l'on ne peut respirer, le port du masque est parfait. Mais, si l'on peut respirer, on doit examiner encore s'il peut respirer en serrant le serpentant qui connecte le masque et l'absorbeur. Après quoi, si l'on peut respirer encore le port du masque s'avère imparfait, et si l'on ne peut respirer on peut admettre que la connexion du masque et de l'absorbeur soit imparfaite ou que l'absorbeur ne soit pas au point.

7. Lâchement du Gaz

En tant que médecine de fumigation, on emploie d'ordinaire le BM contenu dans une bombe ou un pot de la capacité de 500g. Dans le cas de la bombe, on la pose tout d'abord sur une balance, puis connecte sa bouche à un tube de gomme à haute pression dont l'autre bout se connecte à un tube de cuivre de 9mm en diamètre extérieur, de 7mm en diamètre intérieur et de 70 à 80cm de long. Ce tube de cuivre est inséré de 50 à 60cm dans l'amas des céréales à travers la tente. Ensuite on débouche la bombe de manière à ne pas verser le BM liquide sur la tente, et lâche le BM en mesurant la consommation, ces procédés sont montrés dans la Figure 9.

Dans le cas où l'on emploie le BM contenu dans le pot, c'est après avoir connecté successivement le tube de cuivre, celui de gomme et l'ouvreuse l'un après l'autre que l'on débouche le pot. En tant que tube de gomme à utiliser, on peut employer tant le tube pour le propane que le tube pour le gaz urbain. Les jonctions qui connectent successivement la bombe, le tube de cuivre, l'ouvreuse et le tube de gomme doivent être serrées solidement avec agrafe ou fil de fer pour prévenir la disconnexion.

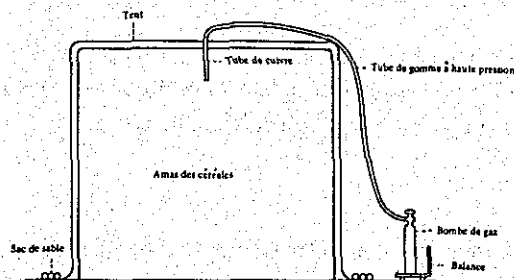


Figure 9 Méthode du lâchement du BM à partir du Bombe de gaz

8. Détection de la Fuite du Gaz

Il faut examiner à l'aide d'un gazoscope du type lampe ou du type flambeau si le gaz s'enfuit par des fentes sous les bordures de la tente. Lorsqu'on détecte le gaz échappé il faut supprimer ces fentes afin d'arrêter la fuite, en pressant ou en réarrangeant les sacs de sable ou, si nécessaire, en mettant les sacs additionnels pour prévenir la fuite.

9. Mesures à prendre durant la Fumigation

Durant la fumigation il faut chercher à ventiler dans l'entrepôt et à ne pas laisser les hommes s'approcher de la place de fumigation, en y affichant 'Danger-Fumigation par le BM'. Il faut examiner de temps en temps avec les gazoscopes si le gaz s'enfuit par des fentes sous les bordures de la tente. Lorsqu'on détecte le gaz échappé, on doit prendre mesures que nous avons décrit plus haut en vue d'arrêter la fuite le plus tôt possible.

10. Ouverture

Dans le cas où les tubes sont arrangés pour mesurer la concentration du gaz, celle du gaz restant est mesurée d'abord par le gazoscope de RIKEN. Ensuite, après avoir évacué les hommes d'alentours et ventilé dans l'entrepôt, les travailleurs qui portent les masques à gaz aux visages enlèvent des sacs de sable, puis montent sur la tente et en soulèvent une bordure puis celle de l'autre côté. Dans le cas où la tente est rectangulaire, ce sont les bordures longues qu'il convient de soulever. Les deux côtés soulevés sont pliés encore en une forme allongée vers la ligne centrale de la tente. Les travailleurs font descendre la tente ainsi priée en l'entraînant d'un court côté. Après quoi, on assure de l'effet de la fumigation en examinant la vie et la mort des larves d'essai qui sont mis en dehors. Durant quelque temps après la fumigation les travailleurs doivent détecter le gaz de BM avec gazoscopes et, après avoir s'assuré de la disparition complète du gaz ils admettent l'entrée des hommes dans l'entrepôt. Cependant, en ce qui concerne la manutention des céréales fumigées, il faut attendre jusqu'au lendemain au moins. Quant à la tente descendue, deux travailleurs l'enroulent en collaboration à partir d'un bout et, au fur et à mesure de l'enroulement un autre travailleur qui se pose sur la tente recule en arrière en la trépanant de manière à ne pas laisser l'air dans la tente.

IV. PREVENTION DE L'EMPOISONNEMENT

Le BM étant un gaz très empoisonnant aux hommes, il faut prendre tous les soins possibles pour ne pas le respirer durant les travaux de fumigation. Lorsque les travailleurs en sont empoisonnés au hasard, il faut prendre toutes les mesures nécessaires.

1. Symptôme toxique

Si l'on respire longtemps le gaz BM d'une concentration d'environ 1 % (environ 40g/m³) on meurt de l'emphysème pulmonaire. Même si ce n'est que durant un temps très court que l'on respire le BM de cette concentration, on souffre quand même de mal à la tête, de mal aux yeux et d'indisposition. C'en est le même le cas de l'inhalation longtemps du gaz de BM d'une basse concentration. Même pour une concentration très basses, par exemple de 35 ppm (0,4 g/m³), si l'on le respire longtemps on souffre de diminution d'appétit, de mal au coeur et de mal à la tête. Cependant, ces symptômes disparaissent bientôt après la cesse de l'inhalation du gaz.

2. Traitement Médical

Lorsqu'un travailleur souffre des symptômes toxique sus-mentionnés, il faut le soigner comme suit:

- (1) On déplace rapidement le malade dans une salle de bonne conditionnement d'air, et cherche à maintenir la quiétude et la température favorable dans la salle.
- (2) Pour déplacer le malade, on le transporte avec brancard ou en le portant sur le dos.
- (3) On lui exerce l'inhalation d'oxygène (ou d'air).
- (4) Lorsque le malade cesse de respirer, on lui exerce l'inhalation artificielle sans ou avec l'inhalation d'oxygène.
- (5) En tant que médicament de l'injection, l'haipo, la caféine et le BAL (British Antilewisite) sont regardés bien efficaces.

3. Prévention

En vue de prévenir l'empoisonnement, il faut tenir compte des matières suivantes:

- (1) Ceux qui sont fatigués ou indisposés ne doivent pas s'occuper des travaux de fumigation.
- (2) On doit chercher toujours à empêcher la fuite du gaz et à défendre l'entrée des hommes dans la place de fumigation.
- (3) Lorsqu'on se baigne au hasard du BM liquide au vêtement, aux bottes ou aux gants, on doit les ôter rapidement.
- (4) Durant les travaux de fumigation, on doit porter toujours le masque à gaz au visage, et prendre soin de manière à ne pas respirer le gaz de haute concentration. Après la fumigation on doit boucher sans faute l'absorbant et échanger l'absorbant utilisé pour le nouveau un peu avant qu'il devienne dangereux.

