

# Construction d'un gazogène simplifié pour alimenter un moteur à combustion interne en cas de crise pétrolière

Traduit de l'anglais de manière amateur par Baptiste LARVOL-SIMON, 09/2020

Titre original: **Construction of a Simplified Wood Gas Generator for Fueling Internal Combustion Engines in a Petroleum Emergency**



Par:

H. LaFontaine, Biomass Energy Foundation, Inc. Miami, Florida

Et:

F. P. Zimmerman, Oak Ridge National Laboratory, Energy Division

Numéro d'agrément interagences FEMA: EMW-84-E-1737 Unité de travail: 3521 D

Pour:

L'Agence Fédérale de Gestion de Crise, Washington, D.C. 20472

*"Ce rapport a été revu et corrigé par l'Agence Fédérale de Gestion de Crise et approuvé pour la publication. Cette approbation ne signifie pas que le contenu de cet ouvrage représente nécessairement le point de vue et les politiques de l'Agence Fédérale de Gestion de Crise."*

Date de publication : Mars 1989

Approuvé pour une diffusion publique : distribution illimitée.

## Table des matières

Construction d'un gazogène simplifié pour alimenter un moteur à combustion interne en cas de crise pétrolière.....	1
<b>Notes concernant la traduction.....</b>	<b>2</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>2</b>
Résumé condensé.....	2
Résumé détaillé.....	3
S.1 Principes d'une gazéification de carburant solide.....	4
S.2 Le gazogène stratifié à flux descendant.....	5
<b>Qu'est-ce qu'un gazogène et comment cela fonctionne-t-il ?.....</b>	<b>10</b>
Introduction.....	10
Les principes de la gazéification de carburant solide.....	11
Informations générales.....	12
La Seconde Guerre Mondiale, le gazogène à combustion interne.....	13
Le gazogène stratifié à flux descendant.....	15
<b>Fabriquer votre propre gazogène.....</b>	<b>19</b>
Fabriquer l'unité de gazéification et la trémie de carburant.....	20
Fabriquer le filtre primaire.....	23
Fabriquer l'unité de carburation et ses commandes d'air et de gaz.....	25
Illustrations de la section.....	28
Tables de la section.....	51
<b>Utiliser et maintenir votre gazogène.....</b>	<b>54</b>
Utiliser du bois comme carburant.....	54
Considérations spécifiques et modifications du moteur.....	55
Procédure de mise en marche initiale.....	55
Procédure de mise en marche habituelle.....	56
Pilotage et fonctionnement normal.....	56
Extinction du gazogène.....	57
Procédures de maintenance.....	57
Tous les jours.....	57
Toutes les semaines (ou toutes les deux semaines).....	57
Toutes les deux semaines (ou mensuellement).....	57
Problèmes opérationnels et dépannage.....	58
Aléas associés au fonctionnement du gazogène.....	58
Risque toxique.....	58
Les aspects techniques de l'"intoxication au gazogène".....	58
Risque d'incendie.....	59
Illustrations de la section.....	59
Tables de la section.....	63
<b>Annexe II - La liste des illustrations.....</b>	<b>64</b>
<b>Annexe III - Liste des tables.....</b>	<b>66</b>
<b>Annexe IV - Bibliographie.....</b>	<b>66</b>

## Notes concernant la traduction

Le traducteur a pris la liberté de traduire "Wood Gas Generator" en "Gasogène". Une traduction alternative, plus littérale, aurait pu être "Gazéificateur de bois" ou "Générateur de gaz de bois".

# Résumé

## Résumé condensé

H. LaFontaine, G. P. Zimmerman

Ce rapport fait partie d'une série d'études de technologies de crise portée par l'Agence Fédérale de Gestion de Crise (FEMA). L'objet de ce rapport est de développer des instructions précises et illustrées de la fabrication, l'installation et le fonctionnement d'une unité de production de gaz à partir de biomasse (appelée aussi "gazogène" ou "générateur de gaz de bois") capable de fournir du carburant de substitution en cas de crise pour les véhicules tels que les tracteurs et les fourgons, dans les cas où les sources normales de pétrole seraient défaillantes sur une longue période de temps. Ces instructions ont été préparées comme un manuel pour n'importe quel mécanicien capable de travailler le métal ou de réparer un moteur.

Ce rapport cherche à préserver les connaissances en matière de gazéification du bois, tel qu'il a été pratiqué durant la Seconde Guerre Mondiale. Des procédures de fabrication, étape-par-étape, sont présentées pour une version simplifiée du gazogène de la Seconde Guerre Mondiale. Ce gazogène simple, stratifié et à flux descendant peut être construit à partir de matériaux qui seraient largement disponibles aux États-Unis en cas de crise pétrolière prolongée. Par exemple, le corps du gazogène est une poubelle galvanisée posée sur un petit fut en métal ; des raccords de plomberie les plus classiques ; et un grand bol en acier inoxydable pour la grille. Ce gazogène compact, dans son ensemble, a été monté à l'avant d'un tracteur agricole et testé avec succès sur le terrain, en utilisant des copeaux de bois comme seul carburant. La documentation photo de l'assemblage actuel du gazogène ainsi que son fonctionnement sont inclus.

## Résumé détaillé

Ce rapport fait partie d'une série d'études de technologies de crise portée par l'Agence Fédérale de Gestion de Crise (FEMA). L'objet de ce rapport est de développer des instructions précises et illustrées de la fabrication, l'installation et le fonctionnement d'une unité de production de gaz à partir de biomasse (appelée aussi "gazogène" ou "générateur de gaz de bois") capable de fournir du carburant de substitution en cas de crise pour les véhicules tels que les tracteurs et les fourgons, dans les cas où les sources normales de pétrole seraient défaillantes sur une longue période de temps. Ces instructions ont été préparées comme un manuel pour n'importe quel mécanicien capable de travailler le métal ou de réparer un moteur.

Le carburant gazeux, produit à partir de la réduction de charbon et de tourbe, a été utilisé pour le chauffage dès les années 1840 en Europe et a été adapté pour les moteurs à explosion en Angleterre autour de 1884. Avant 1940, les gazogènes étaient communs quoique utilisés à petite échelle. Cependant, les pénuries de pétrole durant la Seconde Guerre Mondiale ont amené à généraliser les applications des gazogènes dans les industries du transport en Europe. (Des taxis roulant au charbon de bois étaient encore courant dans les années 70 en Corée.) Les États-Unis, qui n'ont jamais connu de pénurie

de pétrole prolongée ou sévère, sont restés très en retard sur l'Europe et l'Orient dans sa familiarisation avec cette technologie.

Cependant, une catastrophe pourrait interrompre l'approvisionnement de Pétrole dans le pays si sévèrement que cette technologie pourrait devenir critique pour l'énergie de certaines industries essentielles, comme la production et la distribution d'alimentation. Dans le Danemark occupé durant la Seconde Guerre Mondiale, 95% des engins agricoles du pays, des tracteurs, des moteurs fixes, et des bateaux de pêche et de transport étaient propulsés par des gazogènes. Même dans une Suède neutre, tout le trafic motorisé fonctionnait au gaz dérivé du charbon de bois ou du bois. Partout en Europe, en Asie et en Australie, des millions de gazogènes furent opérationnels entre 1940 et 1946.

À cause des risques pour la santé liés aux fumées toxiques, la plupart des gazogènes furent abandonnés quand le pétrole devint à nouveau disponible en 1945. Hormis en tant que technologie permettant la production de carburants alternatifs, comme le méthane ou l'alcool, quand le gasoil et l'essence ne sont plus disponibles, la seule solution permettant de faire tourner des moteurs à combustion interne reste ce gazogène simple et bon marché.

Ce rapport cherche à préserver les connaissances en matière de gazéification du bois, tel qu'il a été pratiqué durant la Seconde Guerre Mondiale. Des procédures de fabrication, étape-par-étape, sont présentées pour une version simplifiée du gazogène de la Seconde Guerre Mondiale. Ce gazogène simple, stratifié et à flux descendant peut être construit à partir de matériaux qui seraient largement disponibles aux États-Unis en cas de crise pétrolière prolongée. Par exemple, le corps du gazogène est une poubelle galvanisée posée sur un petit tambour en métal ; des raccords de plomberie les plus classiques ; et un grand bol en acier inoxydable pour la grille. Ce gazogène compact, dans son ensemble, a été monté à l'avant d'un tracteur agricole et testé avec succès sur le terrain, en utilisant des copeaux de bois comme seul carburant. La documentation photo de l'assemblage actuel du gazogène ainsi que son fonctionnement sont inclus.

Ces gazogènes peuvent ne pas être limités aux secteurs du transport. Des moteurs fixes peuvent également carburer au gaz de bois, pour faire fonctionner des générateurs d'électricité, des pompes, et tout équipement industriel. En fait, l'usage du gaz de bois comme carburant n'est pas seulement limité aux moteurs essence ; si une petite portion de gasoil est utilisée pour l'allumage, un moteur diesel correctement ajusté pourra tout à fait fonctionner en majeure partie sur le gaz de bois introduit par le collecteur d'admission.

### **S.1 Principes d'une gazéification de carburant solide**

Tout moteur à combustion interne fonctionne en fait avec du gaz, pas du liquide. Les carburants liquides utilisés par les moteurs essence sont vaporisés avant d'entrer dans la chambre de combustion sous les pistons. Dans les moteurs diesel, le carburant est envoyé dans la chambre de combustion sous forme de spray de fines gouttelettes qui brûlent dès qu'elles se vaporisent.

La raison d'être d'un gazéificateur, alors, est de transformer des carburants solides en carburants gazeux, et de conserver le gaz sans impureté pouvant être source de dégâts. Un gazogène est à la fois un convertisseur d'énergie et un filtre. C'est dans ces fonctions

jumelles que repose ses avantages et ses difficultés. D'une certaine manière, la gazéification est une forme de montée en température-combustion partielle de carburants solides qui crée du gaz incapable de brûler complètement à cause du taux trop faible d'oxygène en entrée du système. La gazéification répond aux mêmes lois que celles gouvernant la combustion.

À ce titre, de nombreux carburants issus de la biomasse solide peuvent être utilisés dans un gazogène -du papier et du bois à la tourbe, la lignite, le charbon, ce qui inclut le coke, dérivé du charbon. Tous ces carburants solides sont composés en premier lieu de carbone, avec des taux d'hydrogène, d'oxygène et d'impuretés (dont le sulfure, la cendre et l'humidité). Ainsi, le but de la gazéification est la transformation la plus complète possible de ces constituants en formes gazeuses faisant que seules les cendres et les matériaux inertes subsistent. La création du gaz de bois pour alimenter des moteurs à combustion interne demande à ce que le gaz non seulement soit produit convenablement, mais également conservé jusqu'à son introduction dans le moteur (et non consommé en chemin) où il sera à ce moment brûlé pour générer une énergie mécanique.

La gazéification est un processus physico-chimique dans lequel des transformations chimiques se produisent en même temps que la conversion de l'énergie. Les réactions chimiques et thermochimiques qui ont lieu dans le gazogène sont trop longues et trop compliquées pour que nous les traitions ici ; heureusement, une telle connaissance n'est pas nécessaire pour construire et faire fonctionner un gazogène. Le gaz (de bois) produit dans un gazogène contient, en pourcentage de sa masse globale, environ 20% de dihydrogène ( $H_2$ ), 20% de monoxyde de carbone ( $CO$ ), et des petites quantités de méthane ( $CH_4$ ). Tous sont des combustibles. En plus de ceci, on trouve entre 50 à 60% de "nitrogène", de di-azote ( $N_2$ ) qui, s'il n'est pas combustible, occupe du volume de gaz et dilue le gaz entrant et brûlant dans le moteur. À mesure que le gaz de bois brûle, les produits de la combustion sont du dioxyde de carbone ( $CO_2$ ) et de la vapeur d'eau ( $H_2O$ ).

L'un des sous-produits de la gazéification du bois est le monoxyde de carbone. Les risques toxiques associés à l'inhalation de ce gaz devraient être évités par les opérations de recarburation ou une mise au repos prolongée du système, en particulier dans les espaces trop peu ventilés. À l'exception du risque d'incendie issu de la combustion au sein du gazogène, le principal risque du fonctionnement normal du gazogène simplifié est l'intoxication au monoxyde de carbone.

## **S.2 Le gazogène stratifié à flux descendant**

Jusqu'aux début des années 1980, les gazogènes (dans le monde entier, y compris ceux issus de la Seconde Guerre Mondiale) fonctionnaient sur le principe d'une séparation étanche entre la trémie du carburant (le réservoir d'alimentation) et l'unité de combustion ; la trémie était fermée par un couvercle qui devait être ouvert à chaque fois que du bois devait être ajouté. De la fumée et du gaz étaient alors relâchés dans l'atmosphère durant le chargement de bois ; l'opérateur devait alors être attentif à ne pas respirer de la fumée désagréable ou toxique.

Durant les dernières années, un gazogène de conception nouvelle a été développé par des efforts de coopération entre des chercheurs à l'Institut de Recherche sur l'Énergie Solaire du Colorado, à l'Université de Californie à Davis, l'Open University de Londres, la

société Buck Rogers Company au Kansas, et la société Biomass Energy Foundation Inc. en Floride. Cette conception simplifiée utilise un système de pression négative dans lequel les anciennes trémies fermées ne sont plus nécessaires. La trappe de fermeture n'est plus utile que pour préserver le carburant lorsque le moteur est à l'arrêt. Cette nouvelle technologie revêt différentes appellations populaires, comme "gazogène stratifié, à flux descendant" et "le gazogène à capot ouvert". Plusieurs années de tests en laboratoire et en situations réelles indiquent qu'un gazogène aussi simple et bon marché peut être construit à partir de matériel existant et font tout à fait l'affaire pour des solutions de crise. Un schéma du gazogène stratifié à flux descendant est présenté dans l'illustration S-1. Lors du fonctionnement de ce gazogène, l'air passe uniformément à travers 4 zones, d'où le nom de stratifié :

1. La partie la plus haute contient le carburant encore solide à travers laquelle l'air et l'oxygène entrent. Cette partie est similaire à la trémie à carburant dans les anciennes conceptions de la Seconde Guerre Mondiale.
2. Dans la seconde partie, le carburant-bois réagit avec l'oxygène durant la pyrolyse. La plupart des composants volatiles du carburant sont brûlés à ce niveau et constituent la source de chaleur pour les réactions de pyrolyse suivantes. En bas de cette zone, tout l'oxygène disponible dans l'air devrait avoir disparu. La conception ouverte par le haut assure la ventilation uniforme de la zone de pyrolyse.
3. La troisième partie fonctionne sur le charbon de bois produit par la seconde partie. Les gaz chauds issus de la combustion de la zone de pyrolyse réagissent avec le charbon de bois, convertissant le dioxyde de carbone et l'eau en monoxyde de carbone et di-hydrogène.
4. Les matières inertes et la cendre, qui remplissent la quatrième partie, sont normalement trop froids pour provoquer plus de réactions ; cependant, parce que la quatrième zone est capable d'absorber de la chaleur et de l'oxygène quand les conditions changent, elle sert à la fois de zone tampon et de stock de charbon de bois. C'est sous cette partie que se trouve la grille. La présence de matière inerte et de cendre sert à protéger la grille des températures les plus élevées.

La conception en strates et à flux descendant possède de nombreux avantages par rapport à celle de la Seconde Guerre Mondiale. Le fait que le réservoir soit ouvert permet de faire aisément le plein de carburant et permet un accès facilité. La forme cylindrique est facile à fabriquer et permet le flux régulier de carburant. Aucune forme particulière ou de prétraitement du carburant n'est ainsi nécessaire. N'importe quel carburant en bloc peut être utilisé.

La première question à propos du gazogène stratifié à flux descendant concerne le nettoyage des cendres et autres matériaux inertes. Lorsque le charbon de bois réagit avec les gaz de combustion, il finit par devenir très peu dense et se brise en une poussière contenant toutes les cendres ainsi qu'un pourcentage du carbone d'origine. Cette poussière peut partiellement être transportée par le gaz et peut éventuellement finir par boucher le gazogène. C'est la raison pour laquelle elle doit être retirée par agitation ou secouement. Lorsque le gazogène est utilisé par des véhicules, cette opération est faite automatiquement par les vibrations du véhicule.

Une question importante dans la conception du gazogène stratifié à flux descendant est la prévention du phénomène de pontage et de la canalisation du combustible. Des biocarburants de bonne qualité, comme des blocs ou des copeaux de bois, vont descendre le long du gazogène du fait de la gravité et du flux d'air descendant. Cependant, d'autres types de combustibles (comme les déchettes de bois, la sciure ou l'écorce) peuvent former un pont, empêchant alors le flux continu de combustible qui peut être la cause de fortes températures. Le pontage peut être évité précocement en remuant, secouant ou en agitant la grille, à la main pour par le mouvement du véhicule. Pour les cas d'immobilisation continue du gazogène, un système manuel pour secouer le gazogène a été inclus dans ce rapport.

Un prototype de gazogène stratifié à flux descendant a été fabriqué conformément aux instructions de ce rapport (voir illustration S-2 et S-3) ; Cependant il n'a pas été testé de manière extensive pour l'instant. Le lecteur est appelé à faire preuve d'ingéniosité et d'esprit d'initiative dans la construction de son propre gazogène. Aussi longtemps que le principe d'étanchéité à l'air est assuré dans les zones de combustion, dans la tuyauterie et dans le filtre, la forme et la méthode d'assemblage ne sont pas importants.

La conception du gazogène présenté ici est basé sur la technologie éprouvée utilisée durant la Seconde Guerre Mondiale lors des pénuries d'essence et de gazoil. Il faut reconnaître qu'il existe des technologies alternatives (telles que la production de méthane ou l'utilisation de carburants à base d'alcool) pour alimenter les moteurs à combustion interne pendant une crise pétrolière prolongée ; le gazogène décrit dans ce rapport ne représente ainsi qu'une seule solution au problème.

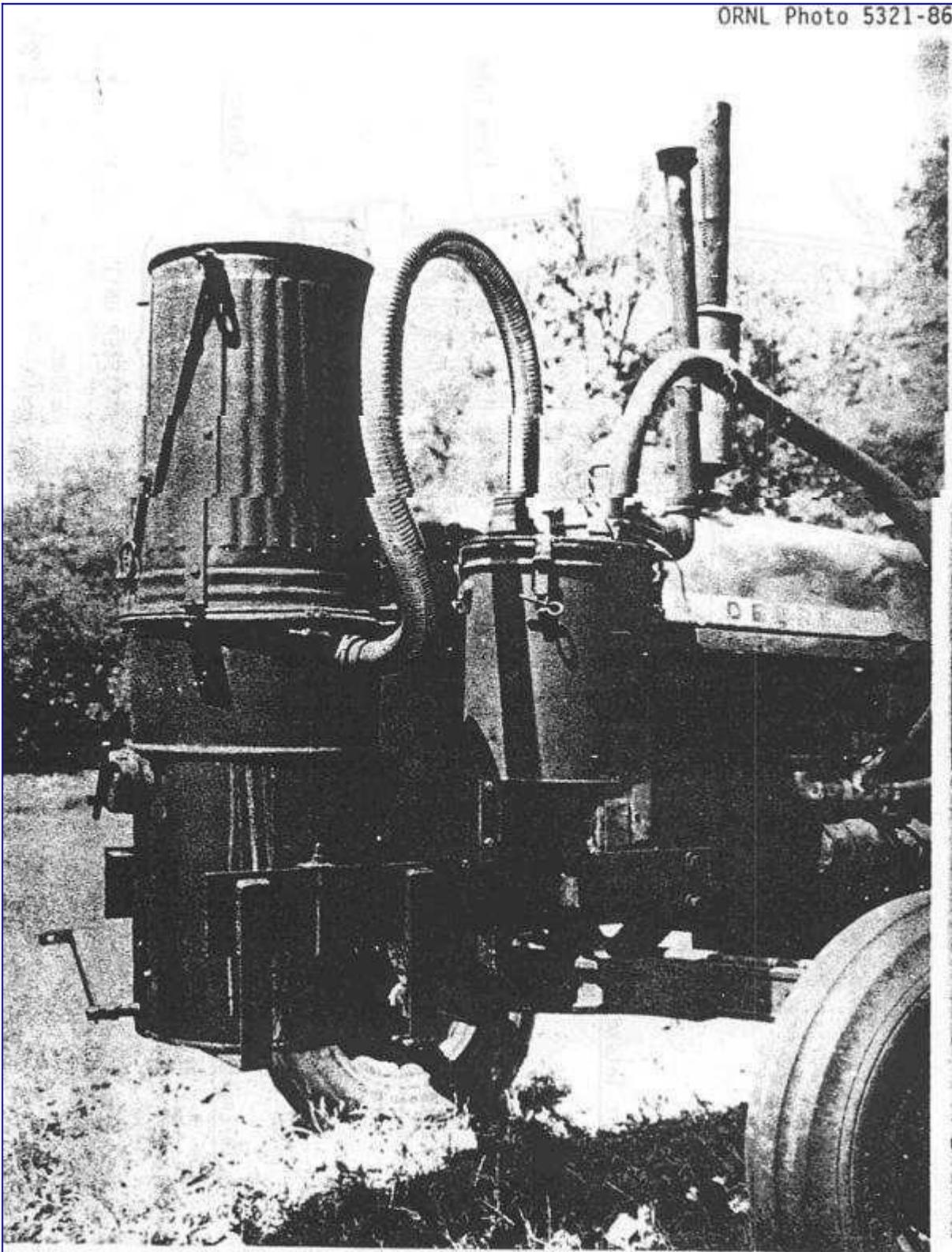


Fig. S-2. The prototype wood gas generator unit mounted onto a tractor.

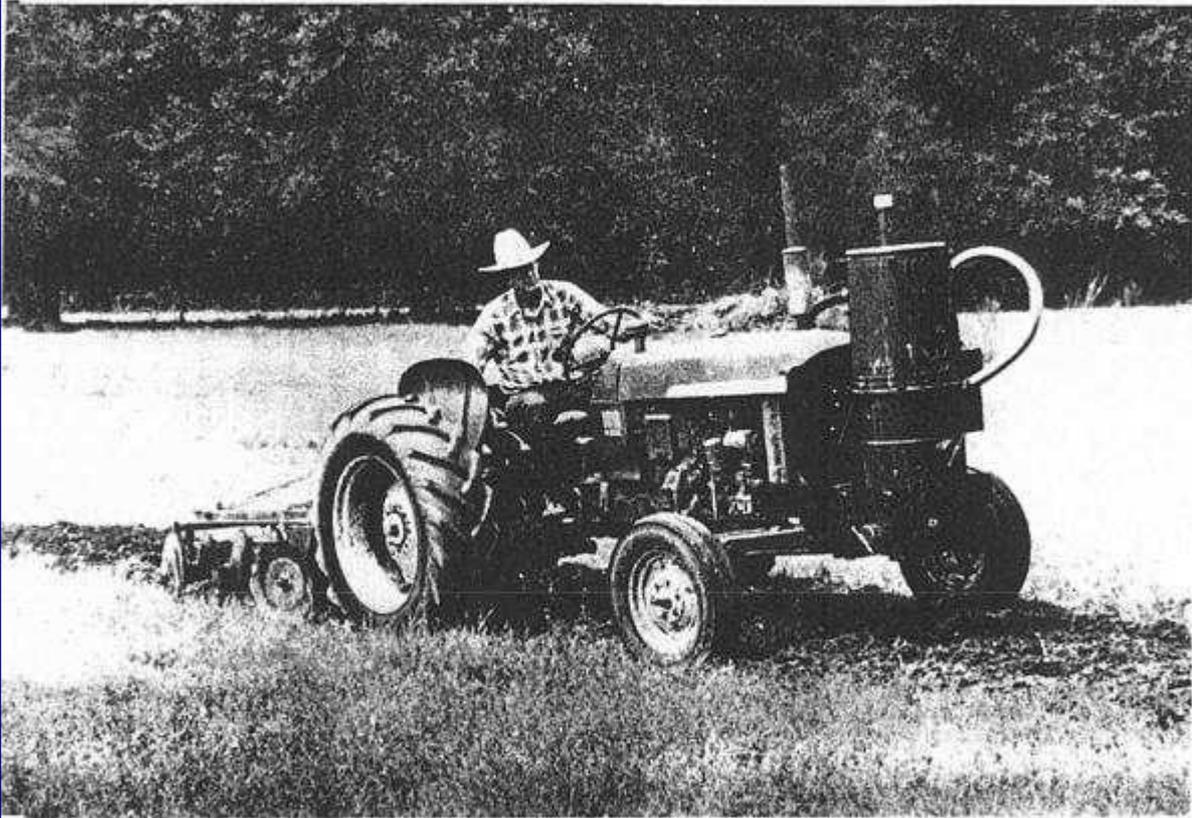
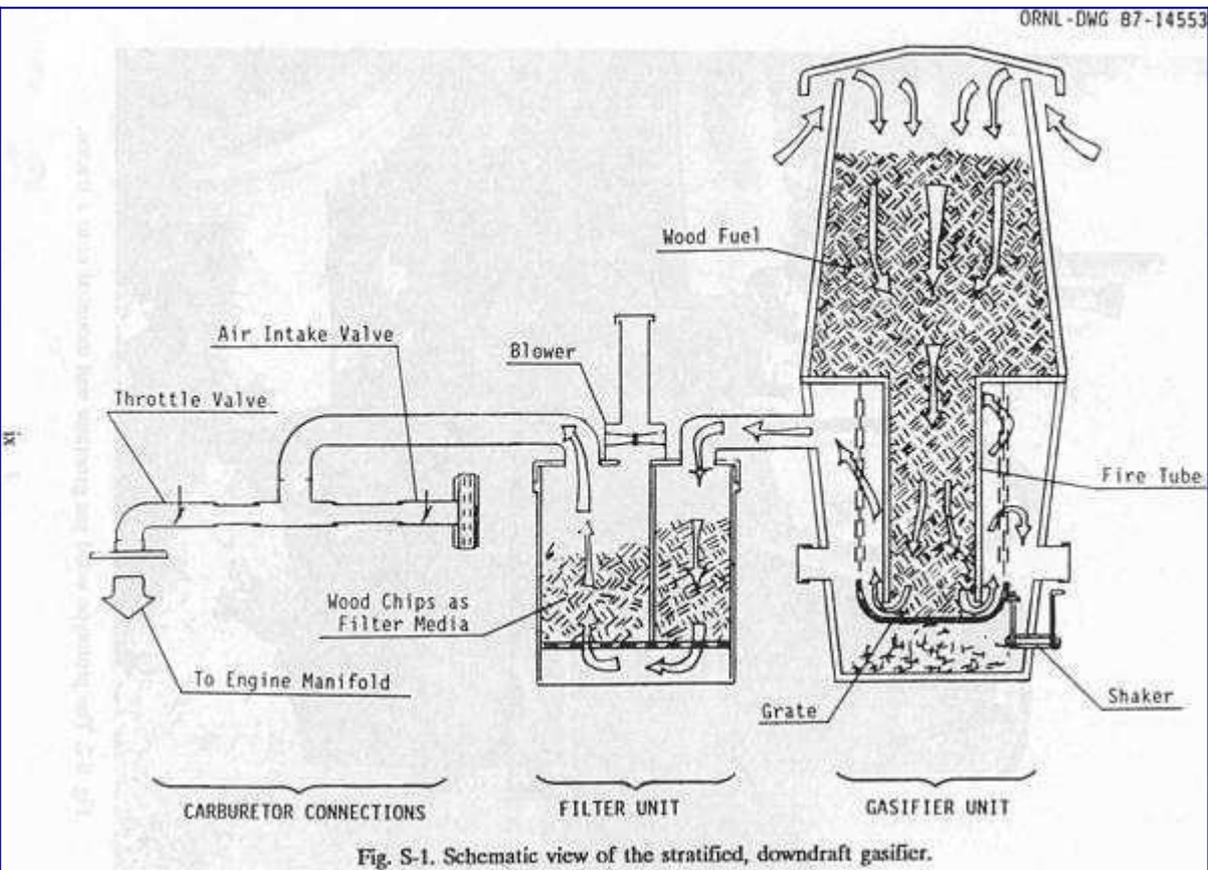


Fig. S-3. Wood gas generator unit in operation during field testing.



# Qu'est-ce qu'un gazogène et comment cela fonctionne-t-il ?

Ce rapport fait partie d'une série d'études de technologies de crise portée par l'Agence Fédérale de Gestion de Crise (FEMA). L'objet de ce rapport est de développer des instructions précises et illustrées de la fabrication, l'installation et le fonctionnement d'une unité de production de gaz à partir de biomasse (appelée aussi "gazogène" ou "générateur de gaz de bois") capable de fournir du carburant de substitution en cas de crise pour les véhicules tels que les tracteurs et les fourgons, dans les cas où les sources normales de pétrole seraient défectueuses sur une longue période de temps. Ces instructions ont été préparées comme un manuel pour n'importe quel mécanicien capable de travailler le métal ou de réparer un moteur.

## Introduction

Le carburant gazeux, produit à partir de la réduction de charbon et de tourbe, a été utilisé pour le chauffage dès les années 1840 en Europe et a été adapté pour les moteurs à explosion en Angleterre autour de 1884. Avant 1940, les gazogènes étaient communs quoique utilisés à petite échelle. Cependant, les pénuries de pétrole durant la Seconde Guerre Mondiale ont amené à généraliser les applications des gazogènes dans les industries du transport en Europe. (Des taxis roulant au charbon de bois étaient encore courant dans les années 70 en Corée).

Les États-Unis, qui n'ont jamais connu de pénurie de pétrole prolongée ou sévère, sont restés très en retard sur l'Europe et l'Orient dans sa familiarisation avec cette technologie. Cependant, une catastrophe pourrait si sévèrement interrompre l'approvisionnement de Pétrole dans le pays que cette technologie pourrait devenir critique pour l'énergie de certaines industries essentielles, comme la production et la distribution d'alimentation. Ce rapport cherche à préserver les connaissances en matière de gazéification du bois tel que ça a pu être mis en pratique durant la Seconde Guerre Mondiale. Des procédures détaillées, pas-à-pas, pour la construction d'une version simplifiée du gazogène Imbert de la Seconde Guerre Mondiale.

Ce gazogène simple, stratifié et à flux descendant peut être construit à partir de matériaux qui devraient être largement disponibles aux USA lors d'une crise pétrolière prolongée. Ce gazogène simple, stratifié et à flux descendant peut être construit à partir de matériaux qui seraient largement disponibles aux États-Unis en cas de crise pétrolière prolongée. Par exemple, le corps du gazogène est une poubelle galvanisée posée sur un petit fut en métal ; des raccords de plomberie les plus classiques ; et un grand bol en acier inoxydable pour la grille. Ce gazogène compact, dans son ensemble, a été monté à l'avant d'un tracteur agricole et testé avec succès sur le terrain, en utilisant des copeaux de bois comme seul carburant. La documentation photo de l'assemblage actuel du gazogène ainsi que son fonctionnement sont inclus. en utilisant des copeaux de bois comme seul carburant, voir l'illustration 1-1 (toutes les illustrations et les tables sont présentées à la fin de leur section respective). La documentation photographique de l'assemblage du prototype, tout comme son test fonctionnel sur le terrain, est incluse dans ce rapport.

Ces gazogènes peuvent ne pas être limités aux secteurs du transport. Des moteurs fixes peuvent également carburer au gaz de bois, pour faire fonctionner des générateurs d'électricité, des pompes, et tout équipement industriel. En fait, l'usage du gaz de bois comme carburant n'est pas seulement limité aux moteurs essence ; si une petite portion de gasoil est utilisée pour l'allumage, un moteur diesel correctement ajusté pourra tout à fait fonctionner en majeure partie sur le gaz de bois introduit par le collecteur d'admission.

Cependant, ce rapport est valide pour le fonctionnement de moteurs essence 4 cylindres allant de 10 à 50ch. Si davantage d'information est nécessaire à propos du fonctionnement des gazogènes à partir d'autres carburants (tel le charbon, le charbon de bois, la tourbe, la sciure de bois ou même les algues), une liste d'ouvrages intéressants est indiquée dans la Bibliographie en fin de rapport.

L'objet de ce rapport est de fournir des informations permettant de construire un gazogène maison à partir de matériaux ordinaires et disponibles, de manière à pouvoir faire fonctionner au plus vite des tracteurs agricoles, des camions et d'autres véhicules dans le cas où une crise sévère sur les carburants liquides devait survenir. La première section décrit les principes de la gazéification et les gazogènes en général. Elle donne également quelques repères historiques par rapport à leur fonctionnement et leur efficacité. La seconde section donne des instructions étape par étape pour construire son propre gazogène. Des photographies et des illustrations sont fournies pour éviter les erreurs. La troisième section fournit les informations sur l'utilisation et la maintenance d'un gazogène, ainsi qu'un guide de résolution des problèmes. Elle inclut également des bonnes pratiques à propos de la sécurité relative à l'usage du gazogène.

La conception du gazogène présenté ici est basée sur la technologie éprouvée utilisée durant la Seconde Guerre Mondiale lors des pénuries d'essence et de gasoil. Il faut reconnaître qu'il existe des technologies alternatives (telles que la production de méthane ou l'utilisation de carburants à base d'alcool) pour alimenter les moteurs à combustion interne pendant une crise pétrolière prolongée ; le gazogène décrit dans ce rapport ne représente ainsi qu'une seule solution au problème.

## **Les principes de la gazéification de carburant solide**

Tout moteur à combustion interne fonctionne en fait avec du gaz, pas du liquide. Les carburants liquides utilisés par les moteurs essence sont vaporisés avant d'entrer dans la chambre de combustion sous les pistons. Dans les moteurs diesel, le carburant est envoyé dans la chambre de combustion sous forme de spray de fines gouttelettes qui brûle dès qu'elles se vaporisent. La raison d'être d'un gazéificateur, alors, est de transformer des carburants solides en carburants gazeux, et de conserver le gaz sans impureté pouvant être source de dégâts. Un gazogène est à la fois un convertisseur d'énergie et un filtre. C'est dans ces fonctions jumelles que repose ses avantages et ses difficultés. La première question que beaucoup de personnes posent à propos des gazogènes est "Mais d'où vient donc le gaz combustible ?". Allumez une allumette en bois, tenez-la dans une position horizontale, et regardez que pendant que le bois devient du charbon, elle n'est pas entraînée de brûler mais elle relâche un gaz qui commence à s'enflammer légèrement au-dessus d'elle. Notez l'interstice entre le bois de l'allumette et la

flamme lumineuse. Il est composé de gaz de bois qui, quand il est mélangé avec suffisamment d'air (qui contient de l'oxygène), produit cette flamme.

Le gaz (de bois) produit dans un gazogène contient, en pourcentage de sa masse globale, environ 20% de di-hydrogène (H<sub>2</sub>), 20% de monoxyde de carbone (CO), et des petites quantités de méthane (CH<sub>4</sub>). Tous sont des combustibles. En plus de ceci, on trouve entre 50 à 60% de "nitrogène", de di-azote (N<sub>2</sub>) qui, s'il n'est pas combustible, occupe du volume de gaz et dilue le gaz entrant et brûlant dans le moteur. À mesure que le gaz de bois brûle, les produits de la combustion sont du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et de la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O).

Les mêmes lois chimiques relatives aux processus de combustion s'appliquent à la gazéification. De nombreux carburants issus de la biomasse solide peuvent être utilisés dans un gazogène -du papier et du bois à la tourbe, la lignite, le charbon, ce qui inclut le coke, dérivé du charbon. Tous ces carburants solides sont composés en premier lieu de carbone, avec des taux d'hydrogène, d'oxygène et d'impuretés (dont le sulfure, la cendre et l'humidité). Ainsi, le but de la gazéification est la transformation la plus complète possible de ces constituants en formes gazeuses faisant que seules les cendres et les matériaux inertes subsistent.

D'une certaine manière, la gazéification est une forme de montée en température-combustion partielle de carburants solides qui crée du gaz incapable de brûler complètement à cause du taux trop faible d'oxygène en entrée du système.

Dans l'exemple précédent de l'allumette, comme le bois a été brûlé et pyrolysé en charbon, le gaz de bois a été produit, mais le gaz a aussi été consommé par combustion (du fait de l'énorme disponibilité d'oxygène dans l'espace environnant).

La création du gaz de bois pour alimenter des moteurs à combustion interne demande à ce que le gaz non seulement soit produit convenablement, mais également conservé jusqu'à son introduction dans le moteur (et non consommé en chemin) où il sera à ce moment brûlé convenablement. La gazéification est un processus physico-chimique dans lequel des transformations chimiques se produisent en même temps que la conversion de l'énergie. Les réactions chimiques et thermo-chimiques qui ont lieu dans le gazogène sont trop longues et trop compliquées pour que nous les traitions ici. Une telle connaissance n'est pas nécessaire pour construire et faire fonctionner un gazogène. Des livres précisant cela sont listés dans la section des références (voir, par exemple, Reed 1979, Vol. II ; ou Reed & Das 1988).

## **Informations générales**

L'usage du bois pour produire de la chaleur est aussi vieille que l'humanité. Mais en brûlant du bois nous n'utilisons seulement qu'un tiers de son énergie. Les deux tiers restant sont perdus dans l'environnement avec la fumée. Gazéification est une méthode pour collecter la fumée et ses composés combustibles. Faire un gaz combustible à partir de charbon et de bois commença à partir de 1790 en Europe. Un tel gaz manufacturé fut utilisé pour l'éclairage public et introduit dans les maisons pour la cuisine, le chauffage et l'éclairage. L'industrie l'utilisa pour les machines à vapeur, et les agriculteurs leurs machines. Après la découverte de grandes réserves de pétrole aux USA en Pennsylvanie

en 1859, le monde entier passa au pétrole, un carburant moins cher et plus pratique. Des milliers de machines à gaz furent démantelées dans le monde.

Les gazogènes à bois ne sont pas des merveilles technologiques pouvant rayer d'un trait de crayon notre dépendance actuelle au pétrole, réduire les impacts d'un crash énergétique ou absorber sur le long terme les impacts économiques de prix élevés sur les combustibles fossiles. Cependant ils sont une solution de crise qui a fait ses preuves dans des circonstances où il y avait pénurie sur de tels carburants, comme la guerre, un bouleversement civil, ou une catastrophe naturelle. En fait, de nombreuses personnes se souviennent encore de l'usage à grande échelle des gazogènes durant la Seconde Guerre Mondiale, lorsque les produits pétroliers devinrent indisponibles pour les populations civiles dans de nombreux pays. Naturellement, les personnes les plus touchées par la rareté du pétrole sont celles qui ont produit les plus grandes avancées dans la technologie des gazogènes.

Dans le Danemark occupé durant la Seconde Guerre Mondiale, 95% des engins agricoles du pays, des tracteurs, des moteurs fixes, et des bateaux de pêche et de transport étaient propulsés par des gazogènes. Même dans une Suède neutre, tout le trafic motorisé fonctionnait au gaz dérivé du charbon de bois ou du bois (Reed and Jantzen 1979). Partout en Europe, en Asie et en Australie, des millions de gazogènes furent opérationnels entre 1940 et 1946.

À cause des risques pour la santé liés aux fumées toxiques, la plupart des gazogènes furent abandonnés quand le pétrole devint à nouveau disponible en 1945. Hormis en tant que technologie permettant la production de carburants alternatifs, comme le méthane ou l'alcool, quand le gasoil et l'essence ne sont plus disponibles, la seule solution permettant de faire tourner des moteurs à combustion interne reste ce gazogène simple et bon marché.

### **La Seconde Guerre Mondiale, le gazogène à combustion interne**

Les bases des fonctionnements des deux gazogènes sont décrites ici et dans la section suivante. Leurs avantages et leurs désavantages opérationnels seront également discutés, ceci à destination des seuls lecteurs techniquement intéressés. Cela permettra au lecteur de mieux comprendre les subtilités des principes opérationnels du gazogène décrit dans ce manuel. Les lecteurs anxieux par la construction de leur propre gazogène devraient passer ce qui suit en continuant directement avec la seconde section, sans préjudice d'aucune perte de continuité.

Le gazogène à foyer fermé et à flux descendant exposé dans l'illustration 1-2 est parfois appelé "Gazogène Imbert", par le nom de son inventeur, Jacques Imbert. Cependant, il a été commercialisé sous des noms divers. De tels gazogènes ont été produits en masse durant la Seconde Guerre Mondiale par de nombreux fabricants automobiles européens, ce qui inclut General Motors, Ford et Mercedes-Benz. Ces gazogènes coûtent environ 1500\$ pièce (évaluation 1985).

Cependant, après que la Seconde Guerre Mondiale débuta en 1939, 6 à 8 mois furent nécessaires pour que des gazogènes industriels soient disponibles à grande échelle. Des milliers d'Européens furent sauvés de la famine certaine par des gazogènes simples,

fabriqués artisanalement à partir de tubes de machines à laver, de vieux chauffe-eau, et des cylindres métalliques de gaz ou d'oxygène. Étonnamment, le fonctionnement de ces gazogènes maison fut presque aussi bon que les gazogènes industriels, bien que leur durée de vie fut moindre (35.000km avec de nombreuses réparation contre 175.000km pour les versions industrielles).

Dans l'illustration 1-2, le cylindre supérieur du gazogène est simplement un bac ou une trémie de stockage pour les copeaux de bois ou autre biocarburant. Durant le fonctionnement, cette chambre est remplie toutes les quelques heures en fonction de la consommation. Le couvercle à ressort doit être ouvert pour recharger la trémie de carburant. Il doit rester fermé hermétiquement durant le fonctionnement du gazogène. Le ressort permet au couvercle de jouer le rôle d'une vanne de sécurité, qui s'ouvrira d'un coup en cas de pression interne des gaz excessive.

Des buses d'air orientées radialement sont positionnées en bas du gazogène, à environ un tiers de sa hauteur. Elles permettent à l'air d'être injecté dans le bois à mesure qu'il descend pour être gazéifié. Dans le cas d'un gazogène utilisé par un véhicule, la course descendante des pistons du moteur crée une succion de l'air vers et à travers l'unité de gazéification. Durant l'allumage du gazogène, une soufflerie est utilisée pour créer un courant d'air suffisant. Le gaz est introduit dans le moteur et consommé quelques secondes après sa génération. Cette méthode de gazéification est appelée "génération de gaz producteur", car aucun système de stockage n'est utilisée et que seul la quantité de gaz "appelée" par le moteur est produite. Quand le moteur est coupé, la production de gaz s'arrête.

Durant le fonctionnement normal, l'air entrant brûle et pyrolyse une partie du bois, la plupart des goudrons et des huiles, et un peu du charbon de bois qui remplit le foyer fermé, sous les buses d'air. La plus part de la masse de carburant est convertie en gaz dans la zone de combustion. Le gazogène Imbert, pour bien des raisons, s'auto-ajuste. S'il y a suffisamment de charbon de bois au niveau des buses, davantage de bois est brûlé et pyrolysé pour faire plus de charbon, au risque de dépasser les buses et alors l'air entrant brûle le charbon de bois. Alors, la zone de combustion est maintenue près des buses.

Sous la zone de combustion, les gaz chauds produits (dioxyde de carbone  $CO_2$  et vapeur d'eau  $H_2O$ ) traversent le charbon de bois chaud où ils sont réduits en gaz combustibles : monoxyde de carbone (CO) et di-hydrogène ( $H_2$ ).

Le rétrécissement du foyer fait passer tous les gaz à travers la zone de réaction, produisant ainsi un maximum de mélange et un minimum de perte de chaleur. Les plus hautes températures sont atteintes à ce niveau.

Les fines poussières de charbon et de cendres peuvent éventuellement boucher le lit de charbon et réduire le débit de gaz jusqu'à ce que la poussière soit retirée. Le charbon de bois est maintenu par une grille amovible qui peut être agitée de temps en temps. Les cendres tombées sous la grille peuvent être retirées durant les opérations de nettoyage. Habituellement le bois contient (en poids) moins de 1% de cendre. Cependant, à mesure que le charbon de bois est consommé, il s'effondre en une sorte de mélange de charbon poussiéreux et de cendres qui peut représenter 2 à 10% du poids total du carburant.

L'unité de refroidissement nécessaire pour le gazogène Imbert est un refroidisseur de gaz constitué d'une cuve de précipitation rempli d'eau et d'un radiateur de voiture. La cuve de précipitation permet de purifier le gaz des goudrons inacceptables et de la plupart des cendres fines, tandis que le radiateur refroidit davantage le gaz. Une seconde unité de filtration, contenant des matériaux de filtration à mailles fines, est utilisée pour retirer les dernières traces de cendre ou de poussière qui auraient pu survivre au passage dans l'unité de refroidissement. Une fois sorti de l'unité de filtration, le gaz de bois est mélangé à l'air dans le carburateur du véhicule, et est alors injecté directement dans le collecteur d'admission du moteur.

Le gazogène Imbert de la Seconde Guerre Mondiale nécessite du bois très sec (moins de 20% d'humidité) formant un carburant en blocs réguliers de manière afin de permettre une alimentation facile par gravité à travers le foyer rétréci. Brindilles, bâtons et morceaux d'écorce ne peuvent être utilisés. Le rétrécissement dans le foyer et les buses protubérantes forment des obstructions à la circulation du carburant pouvant faciliter la formation de pontages amenant à la production d'un gaz de mauvaise qualité, puisque du carburant non pyrolysé tombe dans la zone de réaction. Les véhicules de l'époque de la Seconde Guerre mondiale vibraient suffisamment pour secouer les blocs de bois soigneusement dimensionnés dans le gazogène.

En fait, un secteur industriel complet s'est mis en place à l'époque pour fournir du bois sous une forme convenable pour le destiner à l'usage dans les véhicules (Reed et Jantzen 1979). Cependant, la conception rétrécie du foyer limite sérieusement les formes de bois-carburant envisageables sans prétraitement industriel. C'est cette limitation qui fait que le gazogène Imbert est moins flexible pour une utilisation en situation de crise. En bref, le modèle de gazogène Imbert de la Seconde Guerre Mondiale a tenu l'épreuve du temps et a été produit massivement avec succès. Il est relativement bon marché, utilise des matériaux simples, est facile à fabriquer et peut être utilisé par des automobilistes ayant reçu un minimum de formation.

### **Le gazogène stratifié à flux descendant**

Jusqu'aux début des années 1980, les gazogènes (dans le monde entier, y compris ceux issus de la Seconde Guerre Mondiale) fonctionnaient sur le principe d'une séparation étanche entre la trémie du carburant (le réservoir d'alimentation) et l'unité de combustion ; la trémie était fermée par un couvercle qui devait être ouvert à chaque fois que du bois devait être ajouté. De la fumée et du gaz étaient alors relâchés dans l'atmosphère durant le chargement de bois ; l'opérateur devait alors être attentif à ne pas respirer de la fumée désagréable ou toxique.

Durant les dernières années, un gazogène de conception nouvelle a été développé par des efforts de coopération entre des chercheurs à l'Institut de Recherche sur l'Énergie Solaire du Colorado, à l'Université de Californie à Davis, l'Open University de Londres, la société Buck Rogers Company au Kansas, et la société Biomass Energy Foundation Inc. en Floride. Cette conception simplifiée utilise un système de pression négative dans lequel les anciennes trémies fermées ne sont plus nécessaires. La trappe de fermeture n'est plus utile que pour préserver le carburant lorsque le moteur est à l'arrêt.

Cette nouvelle technologie revêt différentes appellations populaires, comme "gazogène stratifié, à flux descendant" et "le gazogène à capot ouvert". Deux années de tests en laboratoire et en situations réelles indiquent qu'un gazogène aussi simple et bon marché peut être construit à partir de matériel existant et font tout à fait l'affaire pour des solutions de crise. Un schéma du gazogène stratifié à flux descendant est présenté dans l'illustration 1-3. Lors du fonctionnement de ce gazogène, l'air passe uniformément à travers 4 zones, d'où le nom de stratifié :

1. La partie la plus haute contient le carburant encore solide à travers laquelle l'air et l'oxygène entrent. Cette partie est similaire à la trémie à carburant dans les anciennes conceptions de la Seconde Guerre Mondiale.
2. Dans la seconde partie, le carburant-bois réagit avec l'oxygène durant la pyrolyse. La plupart des composants volatiles du carburant sont brûlés à ce niveau et constituent la source de chaleur pour les réactions de pyrolyse suivantes. En bas de cette zone, tout l'oxygène disponible dans l'air devrait avoir disparu. La conception ouverte par le haut assure la ventilation uniforme de la zone de pyrolyse.
3. La troisième partie fonctionne sur le charbon de bois produit par la seconde partie. Les gaz chauds issus de la combustion de la zone de pyrolyse réagissent avec le charbon de bois, convertissant le dioxyde de carbone et l'eau en monoxyde de carbone et di-hydrogène.
4. Les matières inertes et la cendre, qui remplissent la quatrième partie, sont normalement trop froids pour provoquer plus de réactions ; cependant, parce que la quatrième zone est capable d'absorber de la chaleur et de l'oxygène quand les conditions changent, elle sert à la fois de zone tampon et de stock de charbon de bois. C'est sous cette partie que se trouve la grille. La présence de matière inerte et de cendre sert à protéger la grille des températures les plus élevées.

La conception en strates et à flux descendant possède de nombreux avantages par rapport à celle de la Seconde Guerre Mondiale. Le fait que le réservoir soit ouvert permet de faire aisément le plein de carburant et permet un accès facilité. La forme cylindrique est facile à fabriquer et permet le flux régulier de carburant. Aucune forme particulière ou de prétraitement du carburant n'est ainsi nécessaire. N'importe quel carburant en bloc peut être utilisé.

La première question à propos du gazogène stratifié à flux descendant concerne le nettoyage des cendres et autres matériaux inertes. Lorsque le charbon de bois réagit avec les gaz de combustion, il finit par devenir très peu dense et se brise en une poussière contenant toutes les cendres ainsi qu'un pourcentage du carbone d'origine. Cette poussière peut partiellement être transportée par le gaz et peut éventuellement finir par boucher le gazogène. C'est la raison pour laquelle elle doit être retirée par agitation ou secouement. Lorsque le gazogène est utilisé par des véhicules, cette opération est faite automatiquement par les vibrations du véhicule.

Une question importante dans la conception du gazogène stratifié à flux descendant est la prévention du phénomène de pontage et de la canalisation du combustible. Des biocarburants de bonne qualité, comme des blocs ou des copeaux de bois, vont descendre le long du gazogène du fait de la gravité et du flux d'air descendant.

Cependant, d'autres types de combustibles (comme les déchettes de bois, la sciure ou l'écorce) peuvent former un pont, empêchant alors le flux continu de combustible qui peut être la cause de fortes températures. Le pontage peut être évité précocement en remuant, secouant ou en agitant la grille, à la main pour par le mouvement du véhicule. Pour les cas d'immobilisation continue du gazogène, un système manuel pour secouer le gazogène a été inclus dans cette conception.

Un prototype de gazogène stratifié à flux descendant a été fabriqué conformément aux instructions de ce rapport (voir illustration S-2 et S-3) ; Cependant il n'a pas été testé de manière extensive pour l'instant. Le lecteur est appelé à faire preuve d'ingéniosité et d'esprit d'initiative dans la construction de son propre gazogène. Aussi longtemps que le principe d'étanchéité à l'air est assuré dans les zones de combustion, dans la tuyauterie et dans le filtre, la forme et la méthode d'assemblage ne sont pas importants.

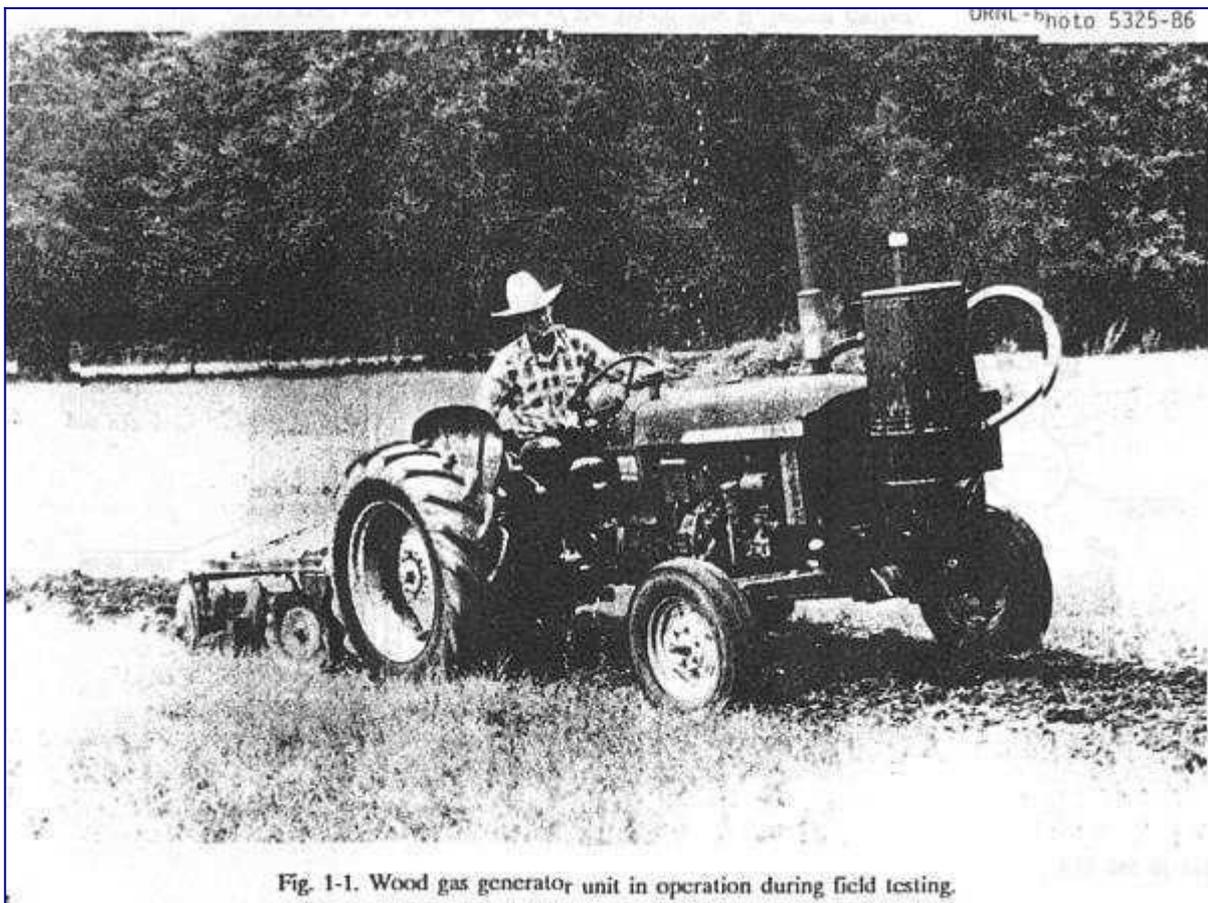


Fig. 1-1. Wood gas generator unit in operation during field testing.

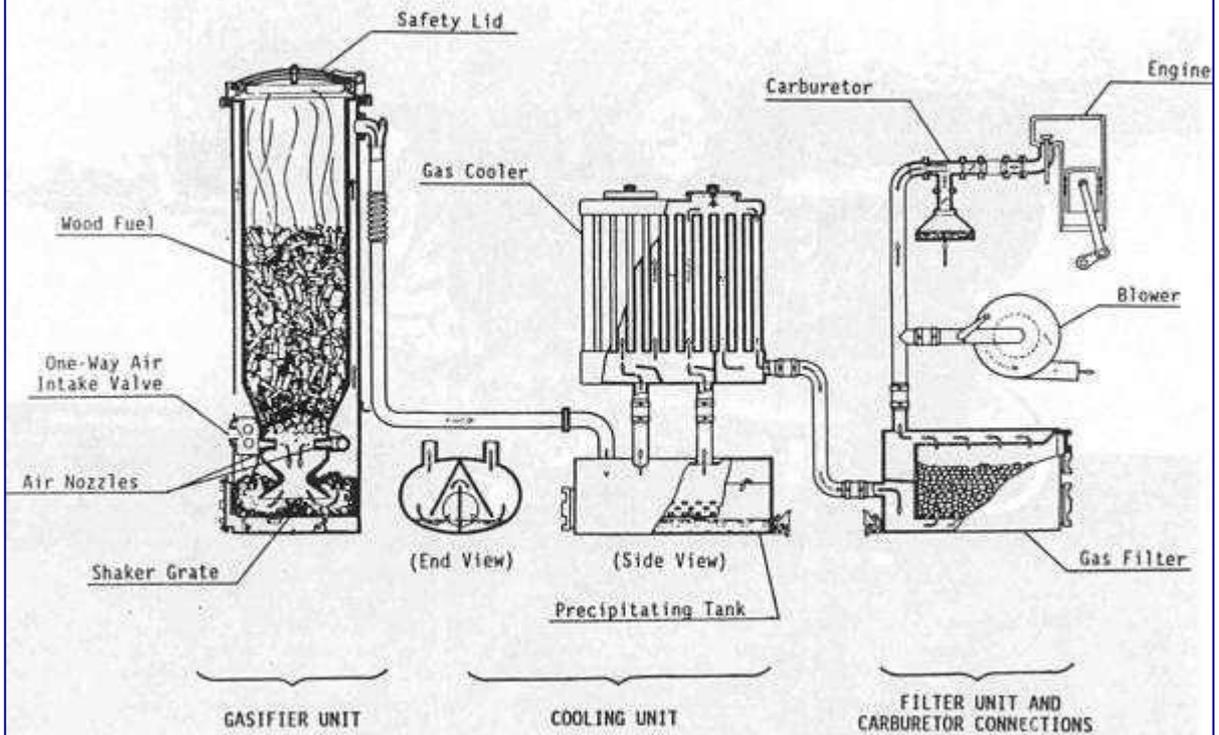


Fig. 1-2. Schematic view of the World War II, Imbert gasifier.

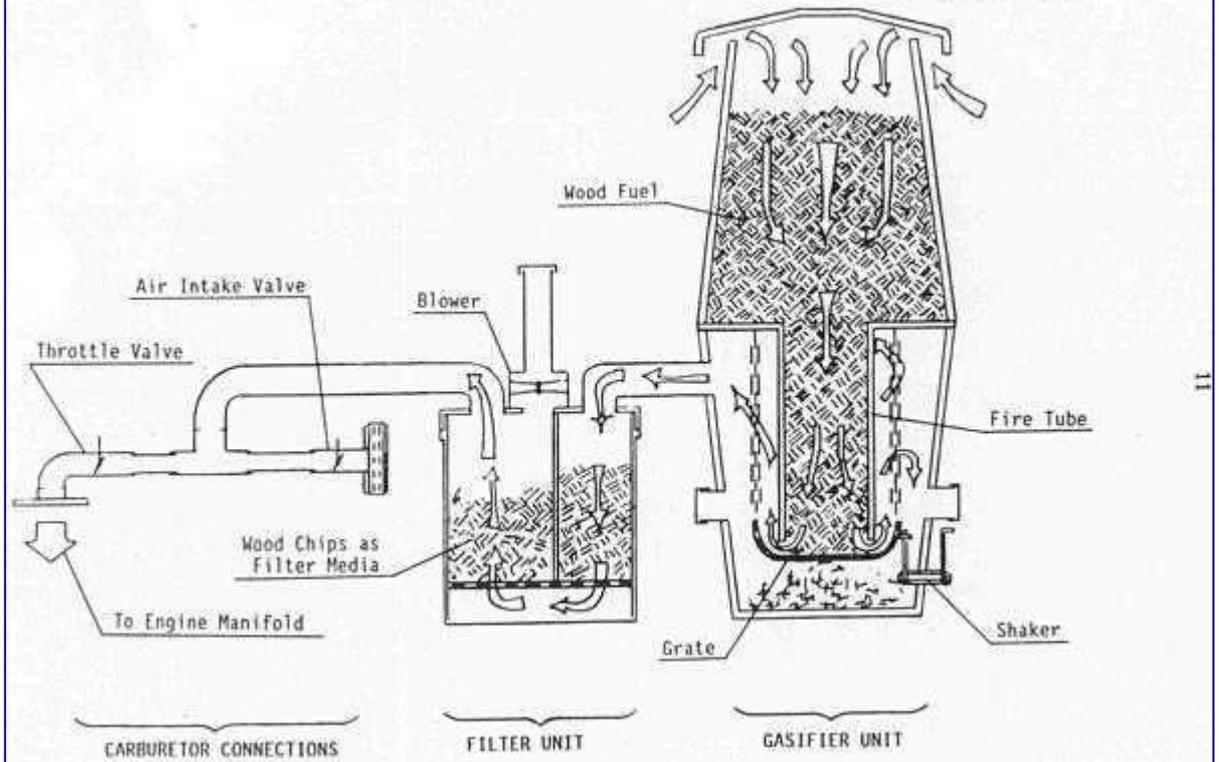


Fig. 1-3. Schematic view of the stratified, downdraft gasifier.

## Fabriquer votre propre gazogène

Les instructions de fabrication qui suivent, les listes de pièces et les illustrations décrivent le prototype de gazogène schématisé dans l'illustration 1-3. Ces instructions sont simples et faciles à suivre. Les dimensions indiquées dans les plans sont données en pouces plutôt qu'en millimètres pour rendre la construction plus aisée pour ceux·celles qui seraient moins habitués au système métrique et pour permettre au·à la constructrice·eur de profiter des matériaux de constructions alternatifs et disponibles. Cela paraîtra évident à l'ingénieur·e, au·à la mécanicien·ne ou au·à la constructrice·eur expérimenté que la plupart des dimensions (par exemple les épaisseurs et les diamètres hors-tout) ne sont pas critiques pour une performance acceptable du gazogène final.

Le prototype de gazogène décrit ici a été construit et testé avec un tracteur agricole à moteur essence (un John Deer 1010 Special de 35 chevaux-vapeur), voir illustration 2-1. Le gazogène a très bien fonctionné, à l'égal des modèles européens de la Seconde Guerre Mondiale, mais elle n'a pas subi l'épreuve du temps ni des millions d'heures de fonctionnement comme l'ancien modèle Imbert. Ce nouveau modèle stratifié à flux descendant a été développé pour la construction d'un gazogène de crise, simple et bon marché. La conception du prototype ci-après doit être considéré comme vraiment minimaliste en matière de matériaux, tuyaux, agencement des filtres et système de raccordement au carburateur.

Le gazogène, tel que décrit ci-après, est conçu pour conserver un refroidissement convenable, même une vitesse modérée du véhicule. Si ce gazogène vise à être utilisé dans des moteurs fixes ou des véhicules se déplaçant à faible vitesse, un système de refroidissement des gaz et un second filtre doivent être positionnés dans le système de canalisations entre le gazogène et le carburateur. Un gaz à la température idéale à l'entrée du collecteur du carburateur serait à 70°F (20°C), pouvant aller jusqu'à 140 à 160°F (60 à 70°C) en pointes. Tous les 10°F (5°C environ), environ 1 cheval-vapeur est perdu. Plus un gaz est froid, plus il est dense contenant ainsi plus de composants combustibles par unité de volume.

Les millions de gazogènes construits durant la Seconde Guerre Mondiale ont prouvé que le profil, la forme et le matériau de construction avaient pu d'influence sur le gazogène. Une substitution judicieuse ou l'utilisation de pièces réutilisées est, par ailleurs, tout à fait acceptable. Le plus important est :

1. Les dimensions du tube de combustion (diamètre intérieur et longueur) doivent être déterminées correctement pour correspondre à la puissance du moteur de destination ;
2. L'étanchéité à l'air du gazogène et de toutes les tuyauteries de raccordement doit être constamment garantie
3. Il convient d'éliminer les frottements inutiles dans tous les passages d'air et de gaz en évitant les coudes brusques dans les conduites et en utilisant des conduites de taille suffisante.

## Fabriquer l'unité de gazéification et la trémie de carburant

L'illustration 2-2 montre une vue éclatée du gazogène et de la trémie de carburant. La liste des matériaux correspondant est donnée dans la table 2-1 (l'index des illustrations et des tables mentionnés dans la présente section se retrouve à la fin de celle-ci). Seules les dimensions du tube de combustion (élément 1A) doivent être raisonnablement proches de celles indiquées. Toutes les autres dimensions et matériaux peuvent être modifiés tant que l'étanchéité à l'air est assurée. Dans les instructions ci-après, la numérotation des éléments font référence à la fois à l'illustration 2-2 et à la table 2-1.

Le prototype décrit dans ce rapport a été construit pour alimenter un moteur de 35ch. Le gazogène a un tube de combustion de 6 pouces de diamètre (152mm, comme indiqué dans la table 2-2). Un gazogène composé d'un tube de combustion allant jusqu'à 9 pouces de diamètre (229mm, comme par exemple pour un gazogène adapté à un moteur de 65ch) peut être construit sur ces instructions. Si votre moteur nécessite un tube de combustion de 10 pouces ou plus (254mm), utilisez alors un fut de 55 galons (250L) pour l'unité de gaz et un autre identique pour la trémie de carburant.

La procédure de fabrication qui suit est très générale et peut être appliquée pour la construction de gazogènes de toutes tailles. Cependant, les dimensions spécifiques données dans la liste des pièces et dans les instructions qui suivent sont celles de ce prototype particulier. Toutes les photographies jointes ont été prises durant l'assemblage de notre prototype. Voici donc la procédure de fabrication :

1. Déterminer les dimensions (diamètre intérieur et longueur) du tube de combustion (élément 1A) en utilisant le déplacement ou la puissance du moteur qu'il vous faut alimenter et en se référant à la table 2-2. Fabriquer alors un tube cylindrique ou couper un une longueur suffisante de tuyau pour correspondre aux dimensions de la table 2-2 (pour le prototype de ce rapport, il s'agit d'un tube de combustion de 6 pouces de diamètre pour 19 pouces de long, soit 483mm).
2. La plaque ronde située en haut du tube de combustion (élément 2A) devrait être découpée pour atteindre un diamètre égal au diamètre extérieur du fut formant le corps inférieur du gazogène. Un trou circulaire devrait être découpé en son centre, dont le diamètre doit être égal au diamètre extérieur du tube de combustion. Alors le tube de combustion devrait être soudé à la plaque supérieure à angle droit (élément 2A), tel que présenté dans l'illustration 2-3.
3. La grille (élément 4A) devrait réutiliser une passoire ou un bol inoxydable, comme dans l'illustration 2-4. Environ 125 trous de diamètre 0,5 pouces (12mm) devraient être percés dans le fond en remontant sur les côtés du bol inox. Une fixation en U (élément 5A) sera fixé plus tard au mécanisme de l'agitateur (élément 12A).
4. Les chaînes de support (élément 6A) doivent être fixées à la grille dans trois trous régulièrement espacés, percés sous le rebord du bol ou de la passoire, voir l'illustration 2-5. Ces chaînes doivent être connectées à la plaque supérieure (élément 2A) avec des crochets ou des œillets (élément 7A), comme indiqué dans l'illustration 2-6. Chaque œillet devrait avoir deux écrous, un de chaque côté de la plaque supérieure, de manière à pouvoir régler la hauteur de la suspension. Une fois assemblé, le fond du tube de combustion devrait se situer à 1,25 pouces (32mm) du bas de la grille (élément 2A).

5. Un trou égal au diamètre extérieur du module de nettoyage des cendres (élément 8A) devrait être percé sur le côté du fut inférieur du gazogène (Item 3A). L'extrémité basse de ce trou devrait être se situer à environ 0,5 pouces (12mm) du bas du fut inférieur du gazogène. À cause de la faible épaisseur de nos futs d'huile et de nos poubelles d'acier, la soudure n'est pas recommandée. Brazurer ces parties au fut ou aux poubelles assurera à la fois la robustesse et l'étanchéité (voir illustration 2-7).
6. Deux trous, de diamètres égaux au diamètre des modules de mise à feu (élément 10A), seront faits en positionnant leur centre à une distance du haut du fut inférieur du gazogène égale à la longueur tube de combustion moins 7 pouces (178mm) (19 pouces - 7 pouces = 12 pouces dans le cas de notre prototype, 483 mm - 178mm = 305mm). Ces trous devront être diamétralement opposés, comme illustré dans l'illustration 2-2. Les modules de mise à feu devraient être brazés sur le corps du fut inférieur.
7. Quand le module de nettoyage des cendres (élément 8A) et les modules de mise à feu (élément 10A) sont fixés au corps du fut inférieur du gazogène (élément 3A), ils devraient alors être fermés par des bouchons de plomberie, respectivement représentés par les éléments 9A et 11A. Le filetage des bouchons devrait être assuré par un silicone à haute température (élément 27A) pour améliorer leur étanchéité à l'air. Une barre de métal peut éventuellement être soudée à ces bouchons pour faciliter l'ouverture ultérieure de ces bouchons.
8. L'assemblage de l'agitateur (élément 12A) est indiqué dans l'illustration 2-8. Le tuyaux de 0,5 pouces (12mm, élément 1AA) devrait être brasé sur le côté du fût inférieur (élément 3A), 1,5 pouces (38mm) au-dessus du fond du fut. La longueur de ce tuyau qui dépasse dans le tambour doit être choisie de manière à ce que la barre verticale (élément 2AA) soit alignée avec la fixation en U (élément 5A) de la grille, et que sa longueur soit suffisante pour qu'elle s'y enfiche correctement.
9. Souder la barre verticale (élément 2AA) à la tête du boulon (élément 3AA). L'extrémité filetée du boulon devrait être aplatie d'un côté, comme indiqué dans l'illustration 2-9, pour s'emboîter correctement dans une fente à percer et à limer dans la poignée (élément 4AA). La poignée peut prendre n'importe quelle forme souhaitée.
10. Un trou devrait être percé dans le bouchon du tuyau (point 7AA) afin d'être parfaitement ajusté avec le boulon (élément 3AA), contribuant ainsi à assurer l'étanchéité du gazogène.
11. Avant d'assembler l'agitateur, comme présenté dans l'illustration 2-8, enduire le boulon (élément 3AA) avec un peu de graisse. Avant d'insérer le boulon, remplir le tube (élément 1AA) avec de la silicone haute température (élément 27A) pour assurer l'étanchéité à l'air. Serrer les écrous (éléments 6AA) de telle manière que la poignée soit maintenue par frottement, mais toujours capable de tourner et de permettre l'agitation pendant les opérations de nettoyage ou pour le fonctionnement avec des moteurs stationnaires.
12. Construire le support (élément 13A) du fut inférieur du gazogène (élément 3A) à partir de barres de fer rectangulaires. La forme et la hauteur des brides doit être déterminé par l'emplacement du véhicule où sera monté le gazogène. Les supports peuvent aussi bien être boulonné au fond et aux côtés avec les boulons de 114

- pouces (2896mm, élément 14A) ou être brazé directement sur le fut (voir illustration 2-10). Ne pas oublier de sceller tous les trous de boulons pour assurer l'étanchéité.
13. Couvrir complètement le fond du fut inférieur du gazogène (élément 3A) avec 0,5 pouces (13mm) avec du ciment hydrolique (élément 28A). Le ciment devrait également être appliqué sur les parois latérales du fut sur environ 5 pouces (127mm) de haut en partant du fond. Les arrêtes devraient être arrondies pour faciliter les opérations de nettoyage des cendres.
  14. La trémie de carburant (élément 15A) devrait être fabriquée à partir d'un second conteneur renversé, idéalement une poubelle en métal avec son couvercle, comme indique dans l'illustration 2-11. Retirer le fond du conteneur, en laissant une lèvre de 0,25 pouces (6mm) en circonférence.
  15. Une section de tuyau d'arrosage (élément 17A) d'une longueur égale au diamètre de la trémie de carburant (élément 15A) devrait être coupée sur toute sa longueur de manière à pouvoir être positionnée sur le périmètre (coupant) du haut de la trémie. L'idée est d'éviter les risques de coupure lors de l'ajout de carburant dans le gazogène. Pour assurer un bon ajustement du couvercle de la poubelle (élément 16A), un morceau de joint-adhésif (élément 18A) doit être fixé sous le couvercle à l'endroit où il entre en contact avec la trémie de carburant.
  16. Couper quatre barres de support (élément 19A) à la longueur de la trémie de carburant + 2,5 pouces (+ 63mm). Percer un trou de 3/8 de pouce (10mm) à 0,75 pouces (20mm) de chaque extrémité de chaque barre avant de les plier à angle droit à 2 pouces (50mm) de celles-ci. Ensuite, monter-les espacées uniformément autour de la trémie (élément 15A) avec les boulons de 0,25 pouces (6mm, élément 20A). Sur chaque barre, un des angles droits doit être positionné aussi prêt que possible du bord inférieur de la trémie.
  17. Couper quatre pièces triangulaires en métal (élément 21A) et les braser, souder ou riveter à plat contre le bord du couvercle de la poubelle (élément 16A) comme indiqué sur l'illustration 2-12. Elles doivent être alignées avec les quatre barres de support (élément 19A) fixées à la trémie de carburant. Durant le fonctionnement du gazogène, le couvercle de la poubelle doit laisser un passage d'air d'au moins 0,25 pouces (6mm). Les pièces devraient permettre ce passage, puisque enfichés dans les parties hautes des barres de support (élément 19A), voir illustration 2-13.
  18. Deux œilletons à visser (élément 22A) devraient être fixés sur le couvercle de la poubelle (élément 16A), de manière diamétralement opposée. Deux ressorts "de porte moustiquaire" (élément 23A) doivent être fixés à la poignée de la poubelle et utilisés sous tension pour maintenir le couvercle supérieur (point 16A) ouvert ou fermé.
  19. Couper un collier de cerclage (élément 24A) (issu par exemple d'un fut d'huile) au diamètre exact de la plaque supérieur (élément 2A) de manière à ce qu'il s'adapte parfaitement autour du fut inférieur du gazogène.
  20. Couper quatre languettes de 2x2x0,25 pouces (50x50x6mm, élément 25A) et les brazer sur le collier de cerclage (élément 24A), uniformément réparties et alignées avec les barres de support (élément 19A). Le collier de cerclage est visible dans l'illustration 2-14.
  21. La durite de connexion (élément 19A) entr l'unité de gazéification et l'unité de filtration du gazogène devrait être fixé au fut inférieur (élément 3A) à 6 pouces

- (152mm) en-dessous du haut du fut. Cette durite doit faire au moins 2 pouces (50mm) de diamètre, et devrait faire au moins 6 pieds (1,8m) de long à des fins de refroidissement. Au moins l'une des extrémités de cette durite devrait être démontable à des fins de nettoyage et de maintenance. Dans notre prototype un connecteur de conduit électrique étanche à l'air fut utilisé. Ce connecteur est visible dans l'illustration 2-1. Il existe de nombreuses pièces de plomberie utilisables à condition qu'elles supportent des températures de 400°F (200°C) et plus. Cette durite peut également être soudée ou brazée directement sur le fut inférieur.
22. Lors de l'assemblage de l'unité de gazéification, la barre verticale (élément 2AA) de l'agitateur doit être placée dans la fixation en U (élément 5A) de la grille.
23. Le collier de cerclage viendra enfin solidariser ensemble le fut inférieur (élément 3A) et la plaque supérieure (élément 2A). Les barres de support de la trémie de carburant (élément 19A) doivent être fixées sur les languettes (élément 25A) du collier de cerclage avec des boulons (élément 26A). Du silicone haute température devrait venir sceller hermétiquement l'assemblage. La partie basse des fixations du collier de cerclage est visible dans l'illustration 2-13.

## **Fabriquer le filtre primaire**

Les illustrations 2-15 et 2-16 montrent une vue éclatée du filtre primaire. La liste des matériaux est donnée dans le tableau 2-3 (toutes les illustrations et les tableaux de la section 2 sont présentés à la fin de cette section 2). Dans les instructions qui vont suivre, tous les éléments numérotés réfèrent aux illustrations 2-15 ou 2-16, et au tableau 2-3.

Le prototype de filtre primaire a été produit à partir d'un pot de peinture de 5 gallons (22L). Cette taille semble suffisante pour les gazogènes avec des tubes de combustion jusqu'à 10 pouces (482mm) de diamètre. Pour les tubes de combustion de diamètre supérieur, un pot de 100L ou un fut de 120L d'huile devrait être envisagé. Le filtre peut prendre n'importe quelle forme du moment que son étanchéité à l'air est assurée et qu'il ne provoque pas d'obstruction au flux de gaz. Si un pot de 5 gallons (22L) est utilisé, il doit être propre et libre de tout résidu chimique. L'arête supérieure doit être droite et sans accrocs. Si un autre conteneur était trouvé ou fabriqué, un plus grand diamètre permet un fonctionnement plus long entre les opérations de nettoyage.

La durite (élément 29A dans les illustrations 2-2 et 2-15) qui connecte l'unité de gazéification au filtre primaire est une partie essentielle du système de refroidissement et ne devrait jamais faire moins de 2 pouces (50mm) de diamètre. Un tuyau d'échappement automobile flexible a été utilisé sur le filtre du prototype décrit ci-dessous. Il a été modelé en demi-cercle afin de pouvoir augmenter sa longueur sans augmenter son encombrement, et assurer pour autant un refroidissement optimisé. La procédure de fabrication du filtre est la suivante :

1. Percer un trou d'un diamètre égal au diamètre extérieur du tube de drainage (élément 13B de l'illustration 2-15) dans le corps du filtre (élément 1B). L'extrémité basse de ce trou devrait se situer à environ 0,5 pouce (13mm) au dessus du fond (intérieur) du corps du filtre.
2. Le tube de drainage (élément 13B) devrait être introduit dans le trou percé précédemment dans le corps du filtre et positionné de manière à ce que son

- extrémité non filetée arrive proche du centr et à environ 0,5 pouces du fond du centre du corps du filtre. Une fois sa position fixée, braser (ne pas souder) le tube de drainage sur la paroi du corps du filtre. Clore la partie extérieur filetée du tube de drainage avec un bouchon de plomberie (élément 14B).
3. Couvrir le fond du corps du filtre (élément 1B) avec une couche de 0,5 pouce (13mm) de ciment hydrolique (élément 28A), en faisant attention de ne pas obstruer le tube de drainage (élément 13B) avec du ciment (par exemple, ne pas hésiter à remplir le tube de drainage avec du papier, du polystyrene, ou tout autre matériau solide mais facile à retirer). Le ciment devrait aussi être appliqué sur les rebords, jusqu'à environ 1,5 pouce (38mm) de hauteur. Arrondir légèrement les angles. Le ciment sert à guider tout liquide qui viendrait à se condenser vers le tube de drainage. Il faut attendre que le ciment ait correctement pris avant de poursuivre la fabrication avec les étapes suivantes. Retirer les matériaux ajoutés au tube de drainage une fois le ciment pris.
  4. Une plaque inférieure ronde (élément 2B) devrait être découpée à un diamètre de 0,5 pouce (13mm) inférieur au diamètre intérieur du corps du filtre (élément 1B). Cette différence permet une certaine dilatation et facilite la maintenance. Cette plaque inférieure devrait être percée d'autant de trous de 0,75 pouce (19mm) que possible. Trois trous de 3/8<sup>e</sup> de pouce (10mm) espacés régulièrement devraient aussi être percés en périphérie de la plaque inférieure, pour les boulons d'espacement (élément 3B).
  5. L'illustration 2-16 montre le détail de la mise en place des 3 boulons d'espacement (élément 3B) pour la plaque inférieure (élément 2B). La longueur des boulons devrait permettre d'écarter la plaque inférieure (élément 2B) de 2 pouces du ciment formant le fond du corps du filtre (élément 1B).
  6. Un séparateur (élément 4B) devrait être découpé à une largeur de 0,25 pouce (6mm) plus petite que le diamètre intérieur du corps du filtre (élément 1B) et à une hauteur de 2,5 pouces plus petite que sa hauteur intérieure (ciment inclus). Le séparateur devrait être soudé à angle droit sur un diamètre de la plaque inférieure (élément 2B) comme indiqué sur l'illustration 2-17.
  7. Couper un morceau de tuyau hydraulique de haute température (élément 5B) à une longueur égale au périmètre du corps du filtre. Entailler alors celui-ci sur toute sa longueur et positionner-le sur le haut du corps du filtre (élément 1B) pour assurer son étanchéité à l'air.
  8. Un couvercle circulaire (élément 6B) devrait être découpé de manière à pouvoir être ajusté à l'extérieur du corps du filtre (élément 1B). Trois trous devraient alors être percés dans ce couvercle pour le tuyau d'échappement (élément 29A) en provenance de l'unité de gazéification, la soufflerie (élément 7B) et le tuyau d'alimentation (élément 10B) du collecteur du moteur. La disposition des ces trois trous doit être : le tuyau d'échappement de l'unité de gazéification (élément 29A) d'un côté du séparateur (élément 4B) et la soufflerie (élément 7B) et le tuyau d'alimentation (élément 10B) de l'autre. Cette disposition est précisée dans l'illustration 2-18.
  9. Le tuyau d'échappement (élément 29A) reliant l'unité de gazéification et l'unité de filtration devrait être fixé au couvercle (élément 5B) du corps du filtre. Au moins une des extrémités du tuyau (élément 29A) doit être amovible pour le nettoyage et la

- maintenance. Dans notre prototype de gazogène, un connecteur de conduit électrique étanche a été utilisé. De nombreux matériaux de plomberie existent et peuvent être utilisés dès lors qu'ils résistent à des températures de 200°C et plus. Le tuyau peut aussi être brasé directement sur le couvercle.
10. Fixer la soufflerie (élément 7B) au couvercle du corps du filtre (élément 6B). Dans notre prototype, un ventilateur de chauffage d'une automobile Volkswagen a été utilisé. Des connecteurs pour un tube vertical extenseur (élément 8B) devront être fabriqués tel que visible dans l'illustration 2-19. Un clapet (élément 9B) est nécessaire pour le tuyau d'échappement de la soufflerie. Un bouchon de plomberie en métal ou en plastique avec une taille proche peut être utilisé ou fabriqué à façon. Le tube vertical extenseur et le bouchon sont visibles dans l'illustration 2-1.
  11. La sortie de gaz (élément 10B) vers l'unité de carburation devrait être d'un diamètre minimal de 1,25 pouce (30mm). Lors de la fabrication de cette durite, veiller à éviter les coudes et les plis de manière à ce que le gaz puisse circuler sans effort. Utiliser des coudes de plomberie est une option. La sortie de gaz (élément 10B) peut aussi bien être soudé que brasé au couvercle (élément 6B) du corps du filtre ou bien un connecteur de conduit électrique étanche peut être utilisé.
  12. Les éléments de verrouillage (élément 11B) devraient être soudés ou brasés au couvercle (voir l'illustration 2-20) et aux côtés (voir l'illustration 2-21) du corps du filtre. L'étanchéité entre le corps du filtre et son couvercle doit être assurée.
  13. Couper deux sections de tuyau hydraulique haute température (élément 12B) de la hauteur du séparateur (élément 4B), puis une troisième section de la taille de la largeur du séparateur. Entaillez-les sur toute leur longueur. Placer ensuite ces sections sur les côtés et en haut du séparateur, comme indiqué dans l'illustration 2-17.
  14. Insérer ensuite le séparateur (élément 4B) dans le corps du filtre (élément 1B), en veillant à ce que les tuyaux précédemment positionnés (élément 12B) étanchéifient bien les côtés. En modifiant la longueur des boulons d'espacement (élément 3B), ajuster la hauteur du séparateur de manière à ce qu'il affleure exactement en haut du corps du filtre. Assurer que le couvercle (élément 5B) prenne place à plat et de manière ajustée sur le haut du séparateur.
  15. Remplir de copeaux de bois le corps du filtre (élément 1B), des deux côtés. Il peut s'agir des mêmes copeaux que ceux utilisés comme carburant dans l'unité de gazéification. Après avoir soigneusement disposé et mis à niveau ces copeaux de bois, placer le couvercle (élément 6B) sur le corps du filtre, et fermer les loquets fermement.

## **Fabriquer l'unité de carburation et ses commandes d'air et de gaz**

Les illustrations 2-22 et 2-23 montrent une vue éclatée de l'unité de carburation. La liste des matériaux est donnée dans la table 2-4 (toutes les illustrations et tables mentionnées dans la section 2 sont présentées à la fin de la section 2). Dans les instructions suivantes, tous les éléments numérotés font référence aux illustrations 2-22 et 2-23 et à la table 2-4. Ce qui suit est une manière simple et facile d'assembler un carburateur qui permet à la fois le mélange d'air et la commande d'accélérateur. Le carburateur peut être monté sur des collecteurs à courant ascendant ou descendant simplement en le retournant. Une

grande partie de la procédure ci-après est dédiée à l'assemblage des deux vanes papillon, l'une étant utilisée pour la commande d'accélérateur, et l'autre pour le mélange d'air. Le reste du carburateur peut être assemblé à partir de pièces de plomberie filetées classiques.

Le diamètre intérieur de la tuyauterie utilisée par le carburateur doit être corrélé avec la taille du moteur et ne devrait jamais être plus petit que l'ouverture d'admission sur le collecteur du moteur. Si un doute subsiste sur la taille du diamètre intérieur des tuyaux et autres durites, il convient de toujours choisir le diamètre le plus grand. Cela contribuera à réduire les pertes liées à la friction des gaz sur les parois et vous offrira de plus longues durées d'opération entre les opérations de nettoyage.

Quand le gaz de bois sort de l'unité de filtration il devrait normalement se trouver à une température inférieure à 180°F (80°C). À environ 2 pieds (60cm) du corps du filtre, une durite d'eau automobile relativement neuve peut être raccordée au tuyau solide du carburateur. Cette durite souple empêchera que les vibrations du moteur créent des fuites d'air dans l'unité de filtration ou dans la tuyauterie de raccordement. Ces durites sont agrémentées d'un ressort en acier à l'intérieur qui les empêche de s'effondrer lorsqu'une pression négative est appliquée. Si elles sont usagées et donc si elles ont déjà été exposées à de l'eau, alors le gaz de bois chaud enrichi en hydrogène les ferait rapidement rouiller.

La procédure d'assemblage des deux vanes papillon est la suivante :

1. La pièce permettant le raccord au collecteur du moteur (élément 1C dans l'illustration 2-22) doit être adaptée à ce dernier, avec des trous ou des boulons en fonction en fonction du collecteur visé. Parce qu'il existe autant de collecteurs que de moteurs essence, l'ingéniosité et le sens pratique doivent commander pour façonner l'adaptateur au collecteur (élément 1C) du moteur devant être alimenté par le gazogène. Un joint (élément 7C) devrait être découpé pour s'adapter parfaitement à la jonction entre le carburateur du gazogène et le collecteur du moteur.
2. La vanne papillon (élément 3C) est présentée dans les illustrations 2-24 et 2-25. Deux vanes de ce type sont nécessaires. Un trou de 3/8<sup>e</sup> de pouce (10mm) devrait être percé en travers de chaque corps des vanes (élément 1CC) en plein milieu de celui-ci.
3. L'obturateur de vanne (élément 2CC) devrait être de forme ovale, de dimensions données dans la table 2-4. Un obturateur oval doit être utilisé afin que, en position fermée, la vanne soit décentrée d'environ 10<sup>e</sup>, ce qui assurera que la vanne soit en butée quand elle est en position fermée.
4. Les côtés de l'obturateur (élément 2CC), autour du plus grand diamètre de l'oval, devrait être biseautés pour assurer une fermeture positive et étanche à l'air. Deux trous de 0,25 pouces (6mm) devraient être percés de manière régulière dans le petit diamètre de l'oval.
5. La tige de support de la vanne (élément 3CC) devrait être limée ou aplatie sur un côté, tel qu'indiqué dans l'illustration 2-24. La partie plate doit démarrer à 0,25 pouces (6mm) d'une extrémité et finir à une distance égale au diamètre intérieur du corps de la vanne (élément 1CC).

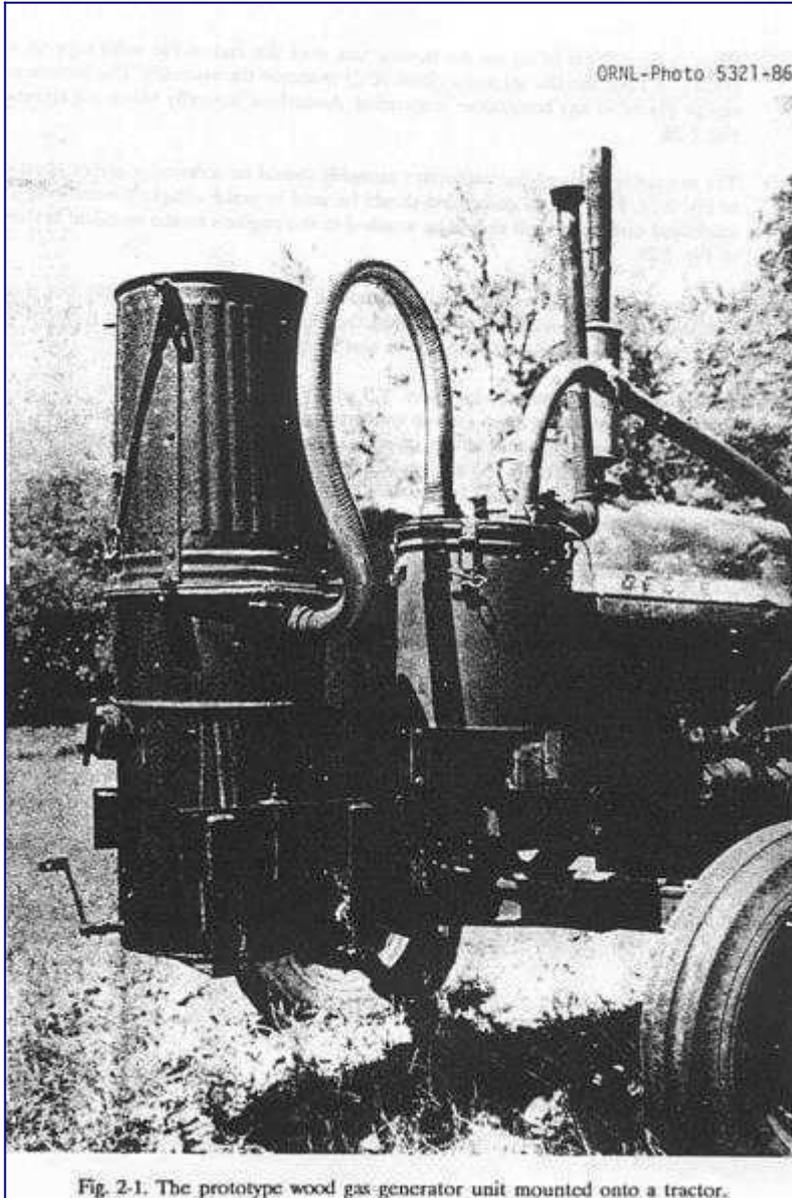
6. 3 trous de 3/16<sup>e</sup> de pouce (5mm) devraient être percés dans la partie plate de la tige de support de vanne (élément 3CC). Ces trous devraient s'aligner avec les trous dans l'obturateur de vanne (élément 2CC). Ils doivent aussi être filetés pour pouvoir accueillir les vis de l'obturateur (élément 4CC).
7. La vanne papillon (élément 3C) devrait être assemblée en positionnant tout d'abord la tige de support de vanne (élément 3CC) à travers les trous faits dans le corps de la vanne (élément 1CC). L'obturateur (élément 2CC) peut alors être introduit par l'une des extrémités du corps de la vanne, et ensuite appliqué contre la partie plate de la tige. Les deux vis (élément 4CC) permettent alors de fixer l'obturateur à la tige. Vérifier que la vanne assemblée s'ouvre et se ferme sans contrainte et se ferme parfaitement.
8. Un écrou (élément 6CC) devrait être soudé à plat contre un côté du bras d'accélération (élément 5CC), à une extrémité. Un trou de 1/8<sup>e</sup> de pouce (10mm) devrait être percé et taraudé dans le côté de l'écrou pour pouvoir accueillir la vis de réglage (élément 7CC). Au moins un trou devrait être percé dans le bras d'accélération pour permettre la fixation du mécanisme d'accélération du moteur ou du lien avec le contrôle de l'alimentation en air.
9. Placer l'écrou (élément 6CC) du bras d'accélération sur l'extrémité de la tige de support de vanne (élément 3CC) et utiliser la vis de réglage (élément 7CC) pour solidariser l'assemblage. Le bras d'accélération peut être disposé dans n'importe quelle orientation. Les vannes papillons assemblées sont visibles dans l'illustration 2-26.
10. Les parties restantes du carburateur devraient être vissées ensemble comme indiqué dans l'illustration 2-27. Des joints ou du frein-filet devrait être utilisé pour assurer l'étanchéité à l'air de l'ensemble. Le carburateur devrait être raccordé au collecteur du moteur tel que montré dans l'illustration 2-28.
11. Ce prototype de gazogène a été conçu pour fonctionner en cas d'indisponibilité d'essence, mais si la double carburation essence / gaz de bois est souhaitée, le coude (élément 2C) peut être remplacé par un Té, permettant le montage d'un carburateur essence.
12. Le bras de la vanne papillon (élément 3C) la plus proche du coude (élément 2C) doit être connectée au système d'accélération, par exemple la pédale ou manette d'accélération. L'autre vanne papillon est utilisée comme contrôle du mélange air-gaz, et peut être commandée par un câble manuel. Si le moteur dispose d'un mécanisme automatique d'étouffement, alors un câble à commande manuelle devrait être installé. Les deux vannes papillon et le mécanisme les liant doivent bouger sans frottement, en gardant la possibilité d'ajuster la vanne

Les deux vannes papillon et leurs tringleries de commande doivent aller et venir sans frottement et permettre de régler la vanne tout en la maintenant immobile dans la position choisie pendant le fonctionnement du moteur. La tringlerie de contrôle doivent fermer les vannes de manière hermétique lorsque le moteur est éteint.

1. L'admission d'air (élément 6C) devrait être connecté au filtre à air d'origine du moteur par une durite ou un tuyau d'extension, en plastique ou en métal, et ce afin d'éviter que des impuretés entrent dans le moteur.

2. L'admission de gaz (élément 5C) doit être relié à la tuyau d'alimentation (élément 10B, comme indiqué dans l'illustration 2-15) venant de l'unité de filtration. Une partie de ce lien devrait être assuré par une durite souple pour absorber les vibrations du moteur.

## Illustrations de la section



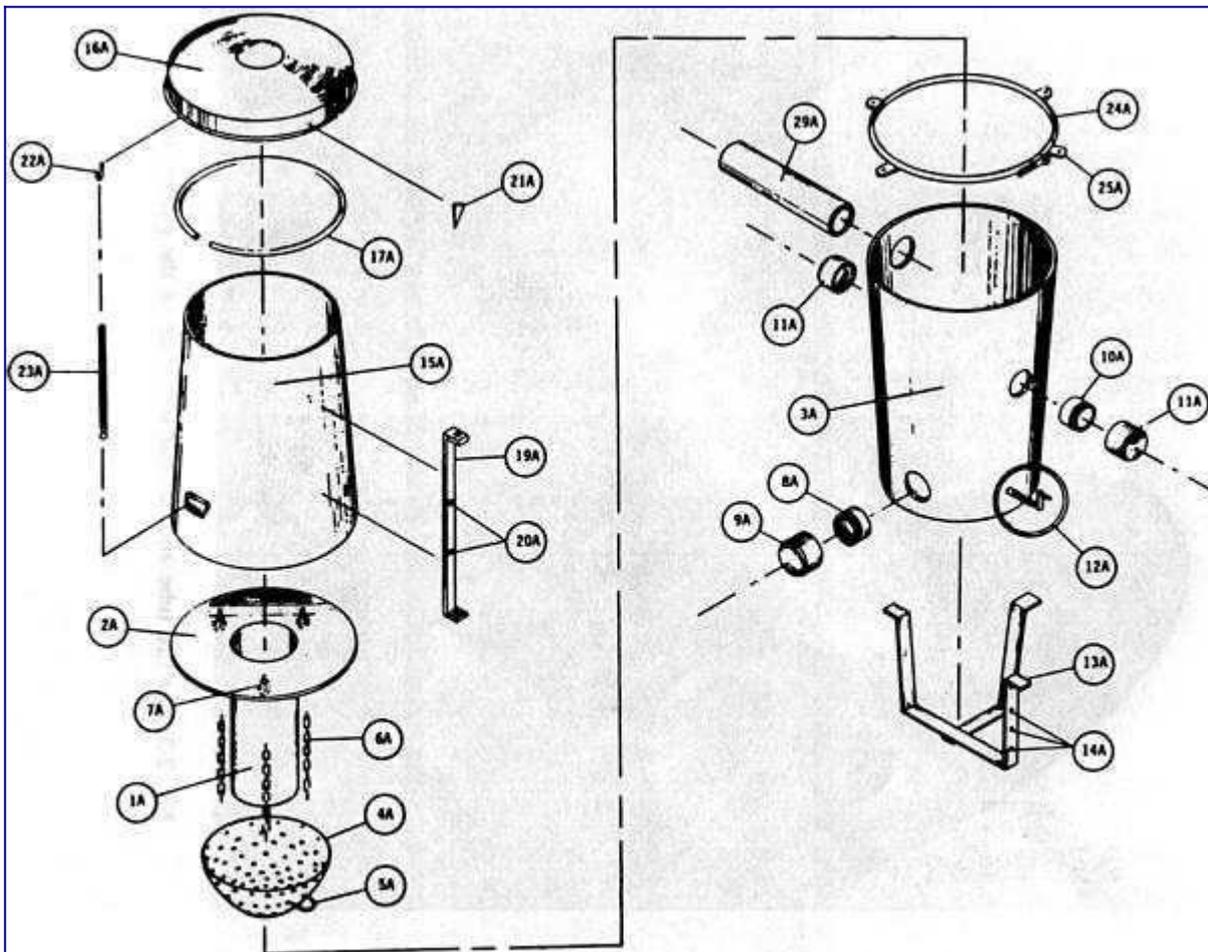


Fig. 2-2. Exploded, schematic diagram of the wood gas generator unit and the fuel hopper.

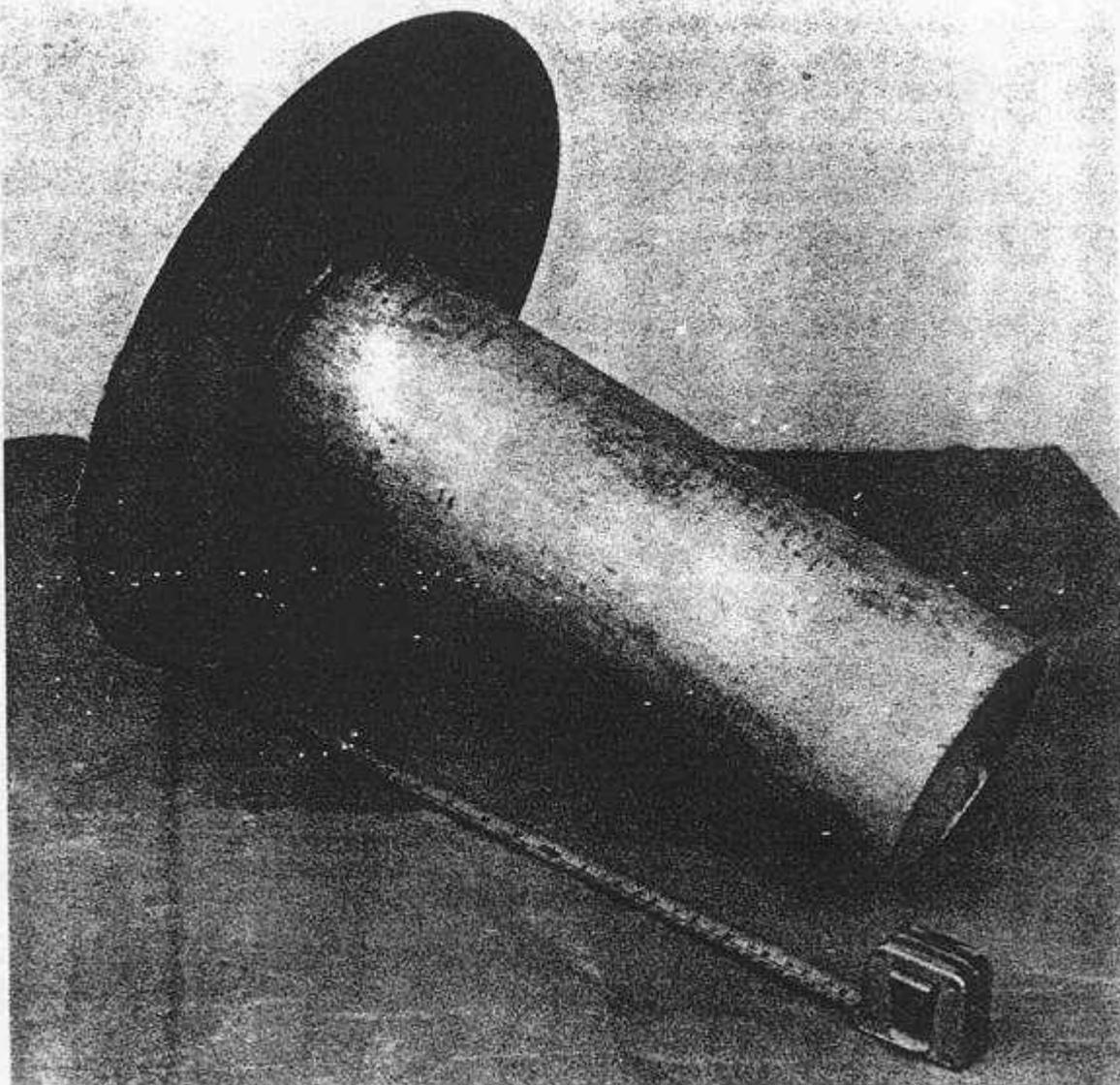


Fig. 2-3. The fire tube and circular top plate of the gasifier unit.

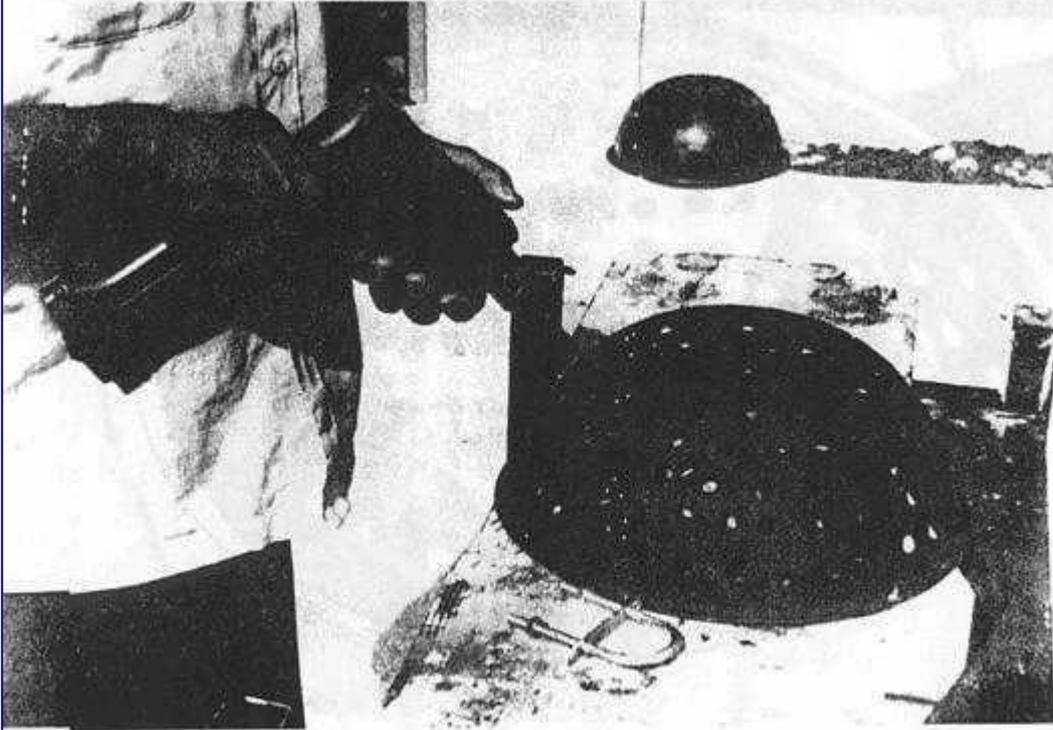


Fig. 2-4. Drilling holes into the stainless steel mixing bowl to be used for the grate. Note the U-bolt in the foreground.

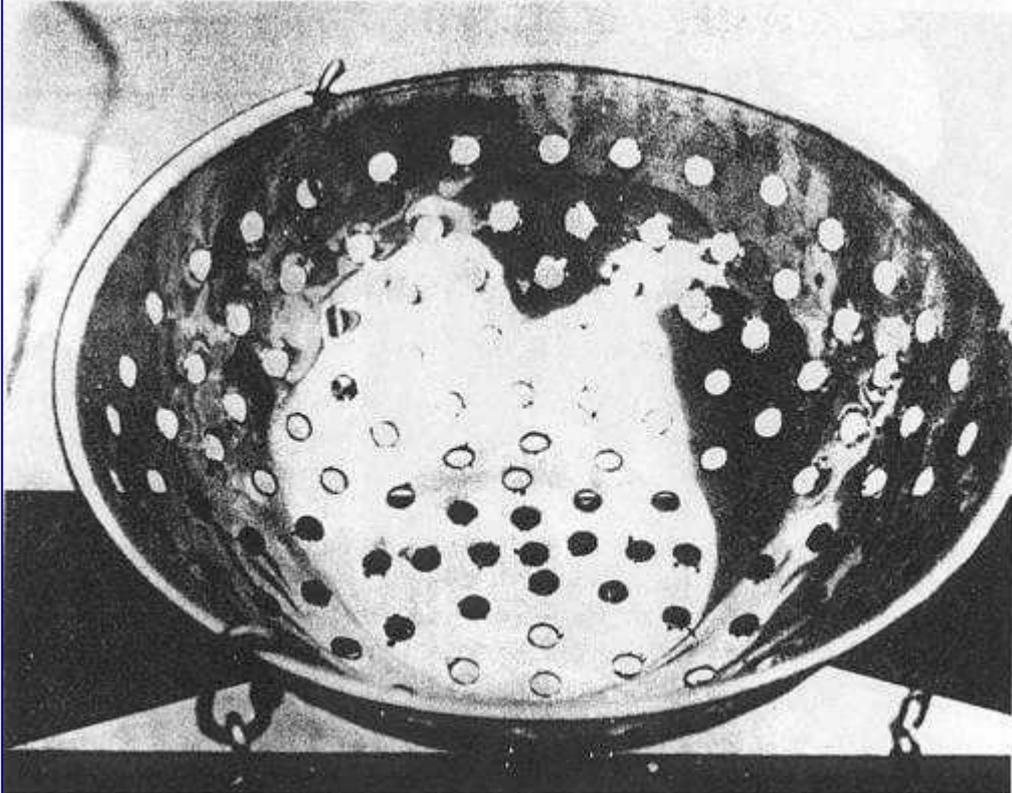


Fig. 2-5. Chains attached to the lip of the stainless steel mixing bowl.

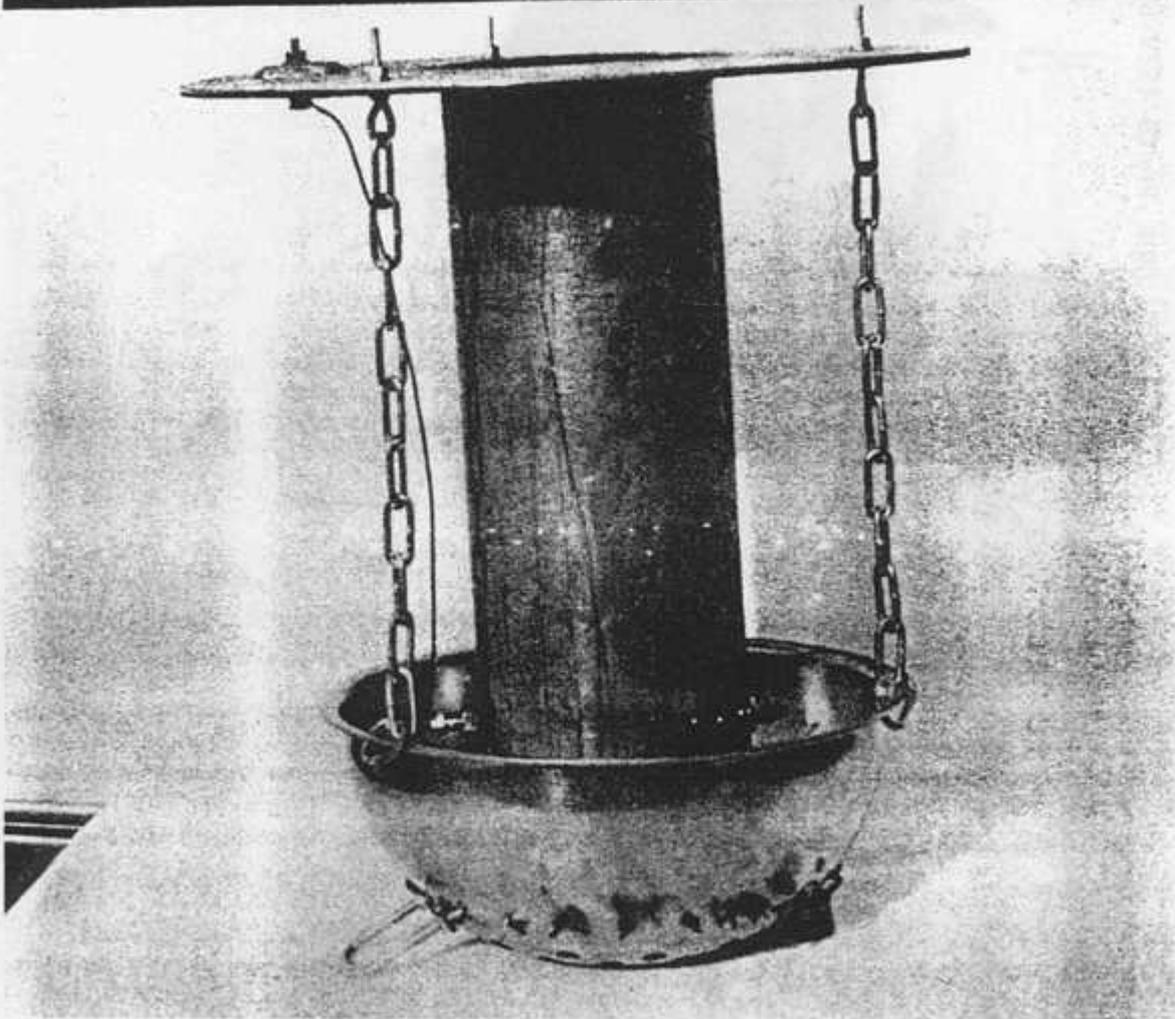


Fig. 2-6. Connect the mixing bowl to the top plate with chains. Note that the diesel ignitor "glow plugs" shown in this photograph were included for experimentation only; they were abandoned in the final prototype design.

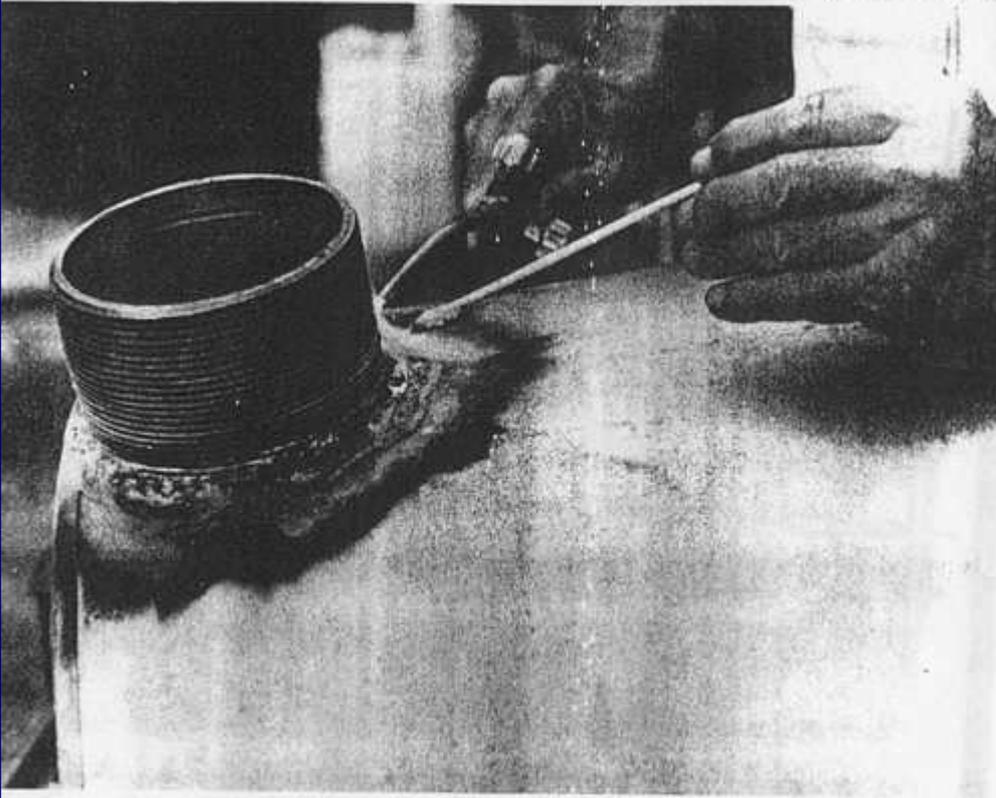


Fig. 2-7. Braze, do not weld, the plumbing fittings to the thin walled drums.

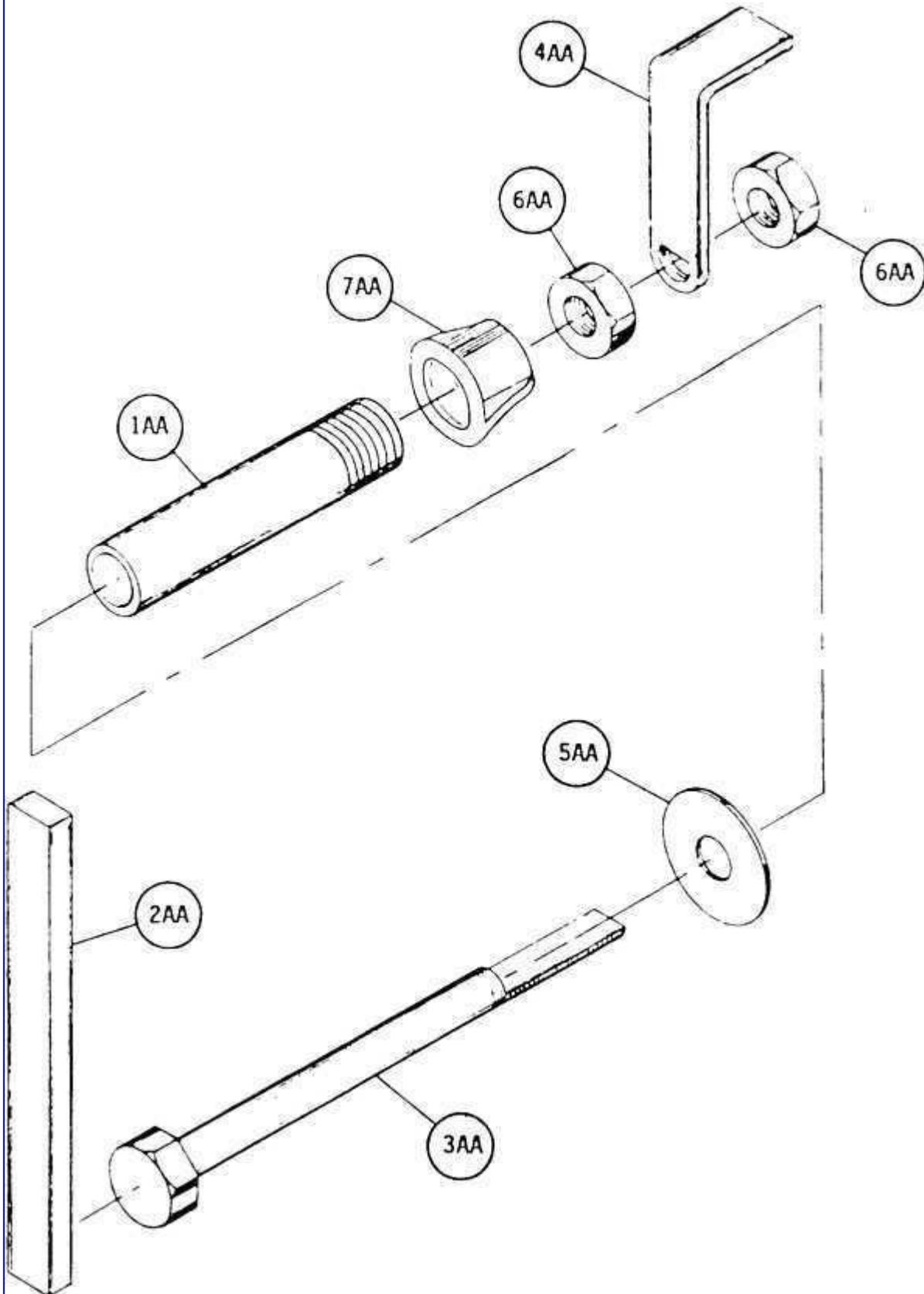


Fig. 2-8. Exploded, schematic diagram of the grate shaking mechanism.

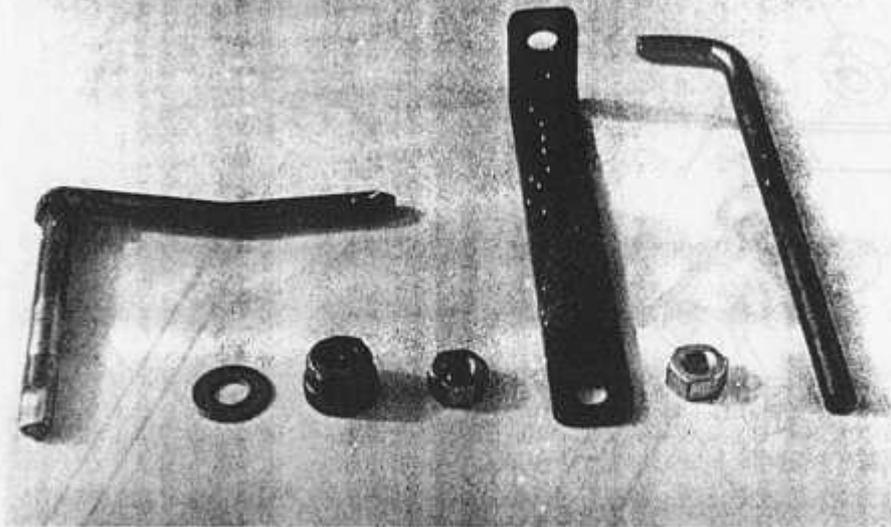


Fig. 2-9. Parts for the shaker assembly. Note the flattened portion of the bolt (at extreme left) which positively locks into the handle (third from right). At the extreme right is a "poker bar" which engages into the hole in the top of the handle to operate the shaker mechanism; the shaker handle will get very hot during normal gasifier operation.

30

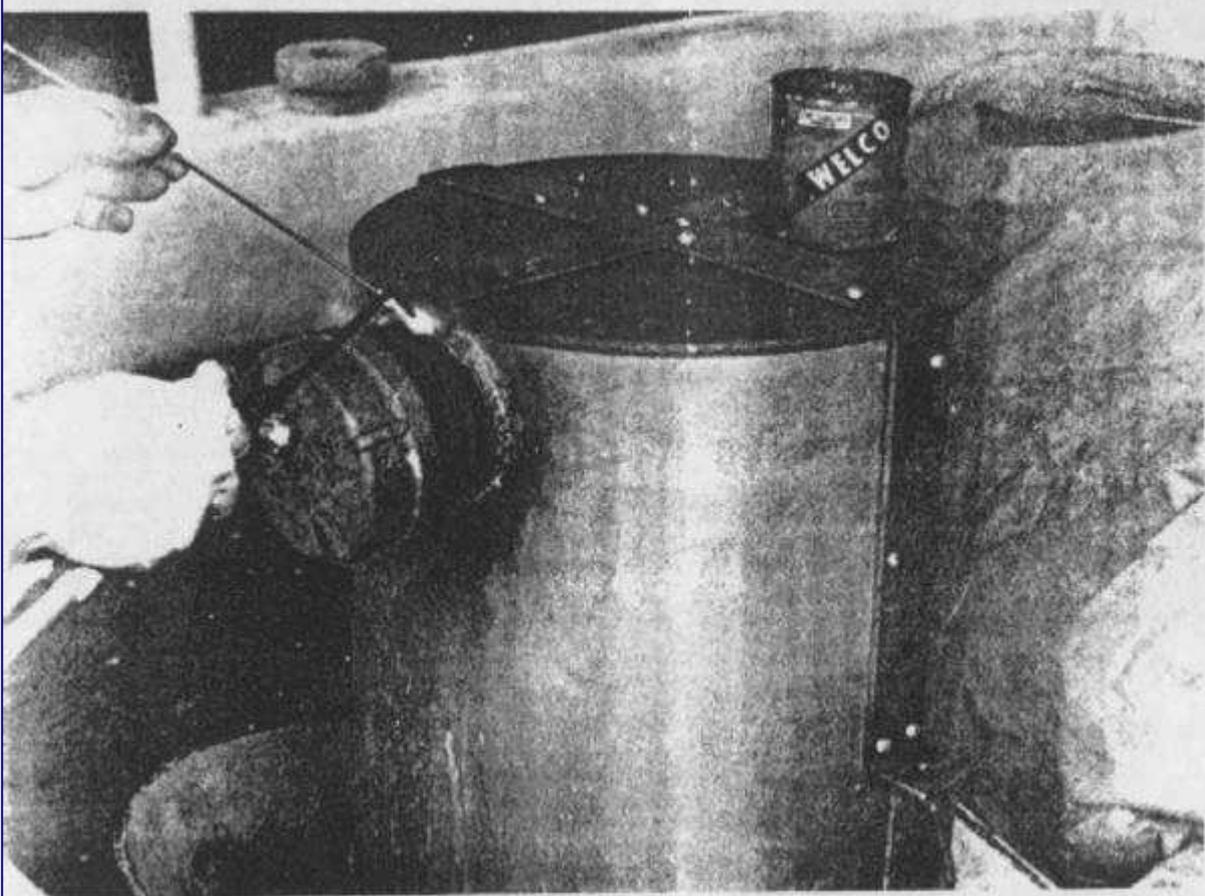


Fig. 2-10. The support frame can be brazed or bolted to the side of the gasifier unit. All bolts should be sealed air tight.

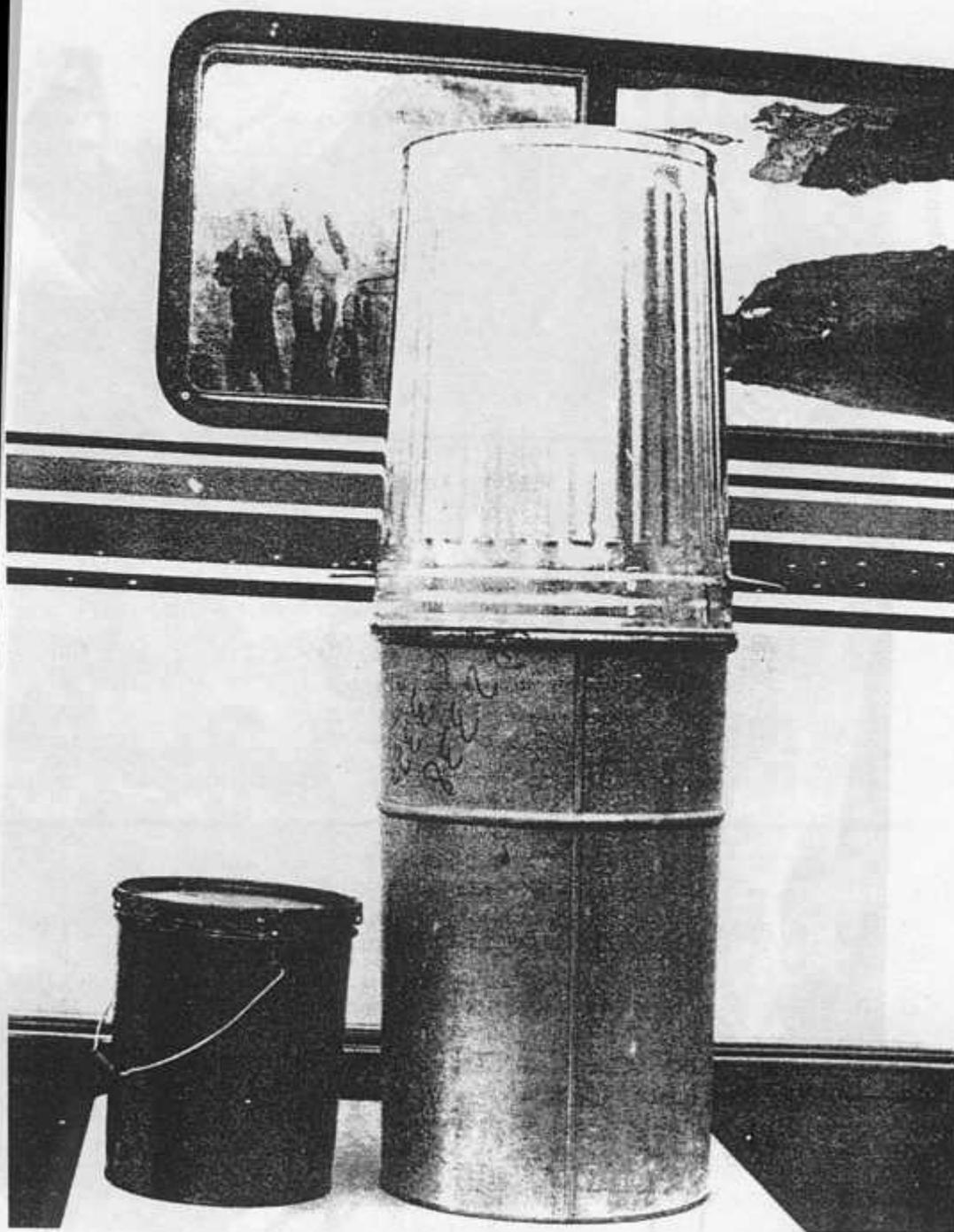


Fig. 2-11. Containers used in constructing the prototype gasifier unit. At right, a 20-gal garbage can (the fuel hopper) is shown on top of a 30-gal metal drum (the gasifier unit housing). The 5-gal paint can, at left, is used as the filter container.

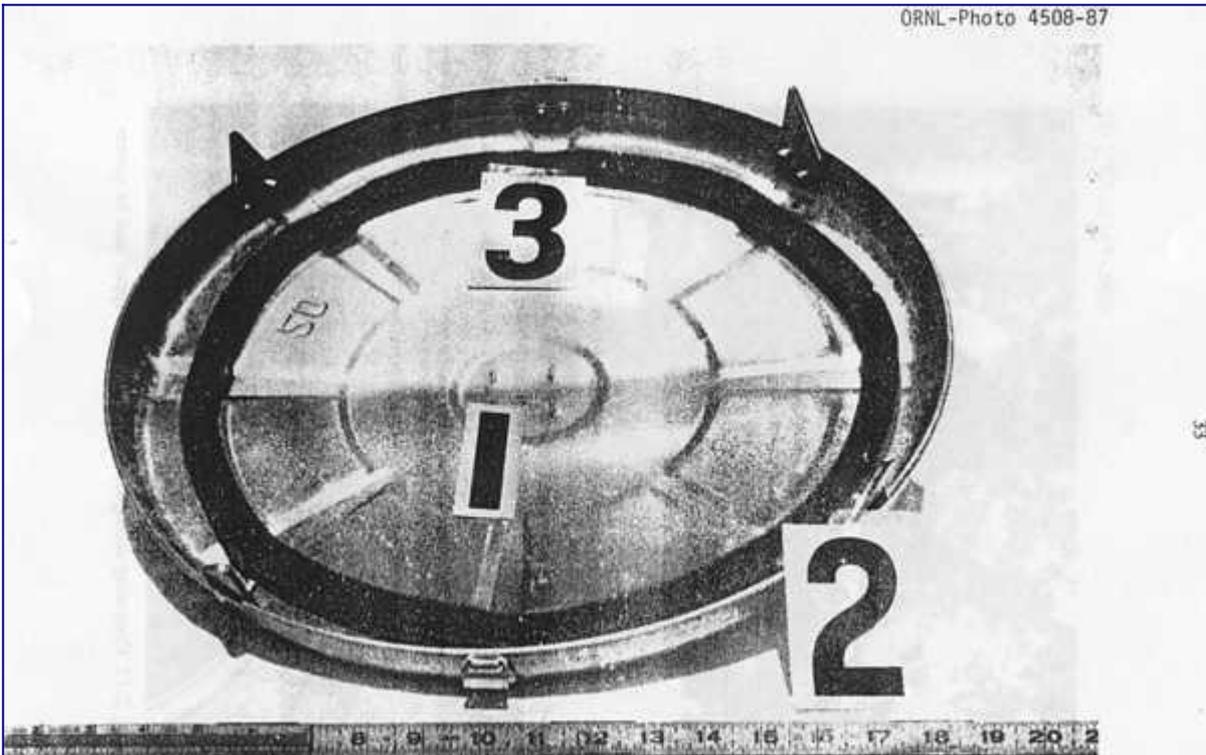


Fig. 2-12. Cover for the fuel hopper. Note the foam weatherstripping (#3) attached to the underside of the lid where it contacts the fuel hopper. Attach four standoffs (#2) to the lid (#1) as shown.

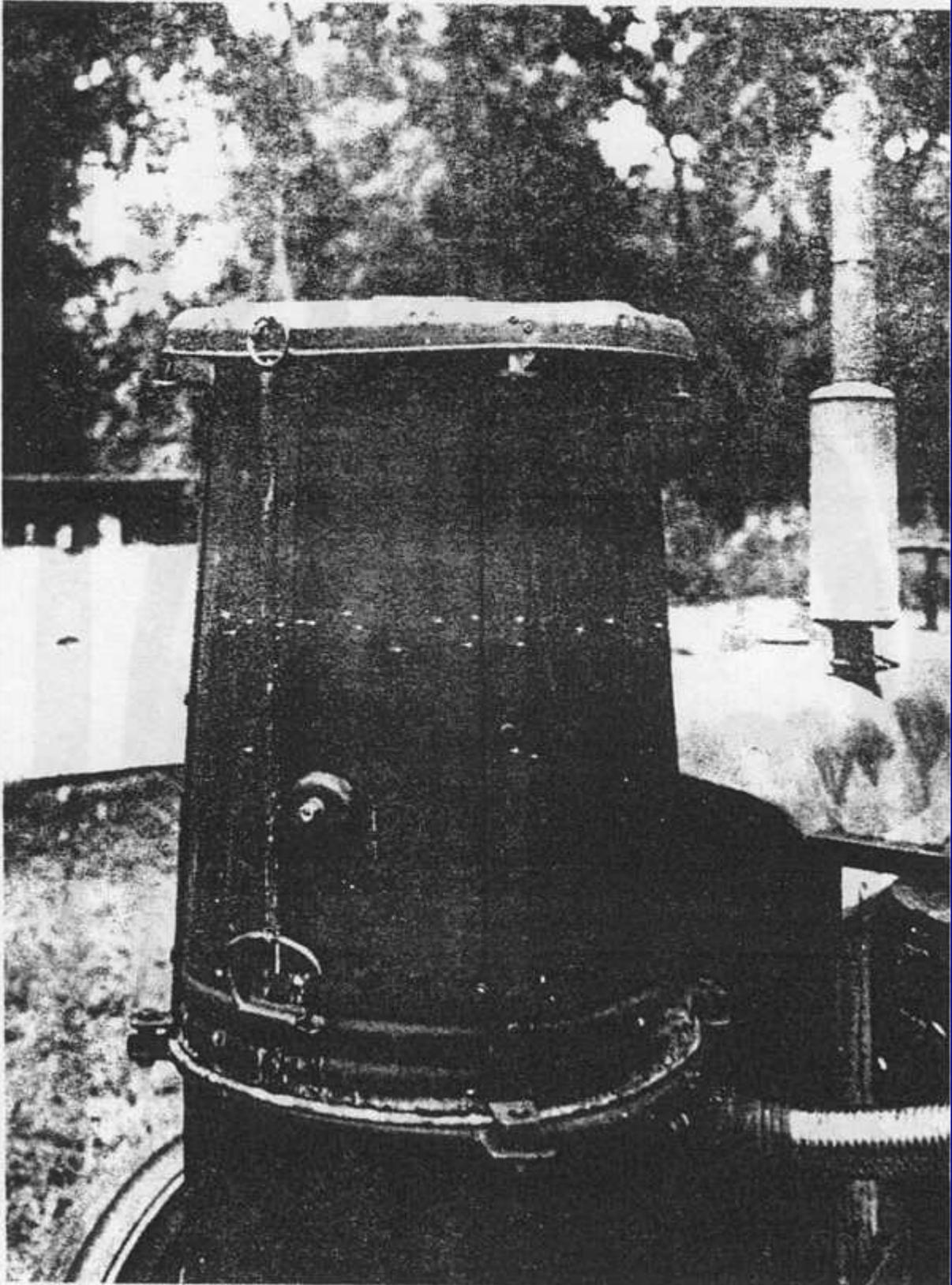


Fig. 2-13. Operating configuration of the fuel hopper and its cover.

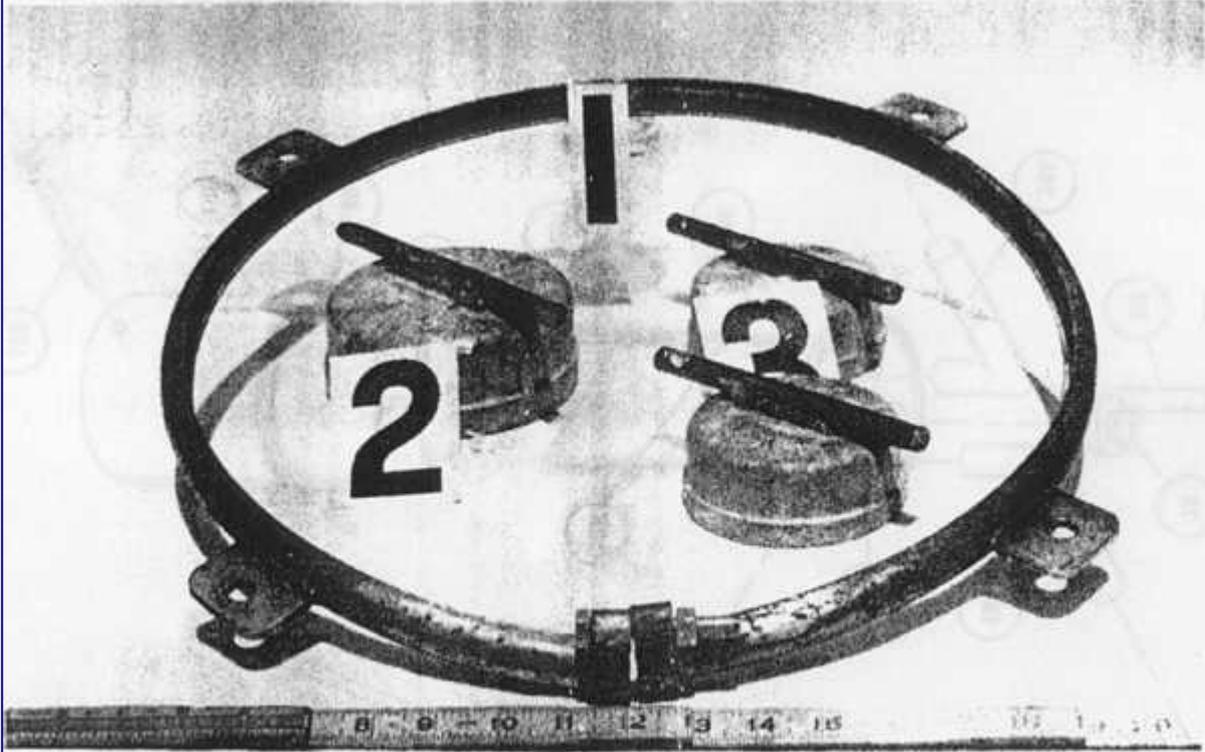


Fig. 2-14. Lock ring and welded tabs. Also pictured inside the lock ring (#1): the ash cleanout cover cap (#2), and the ignition cover cap (#3).

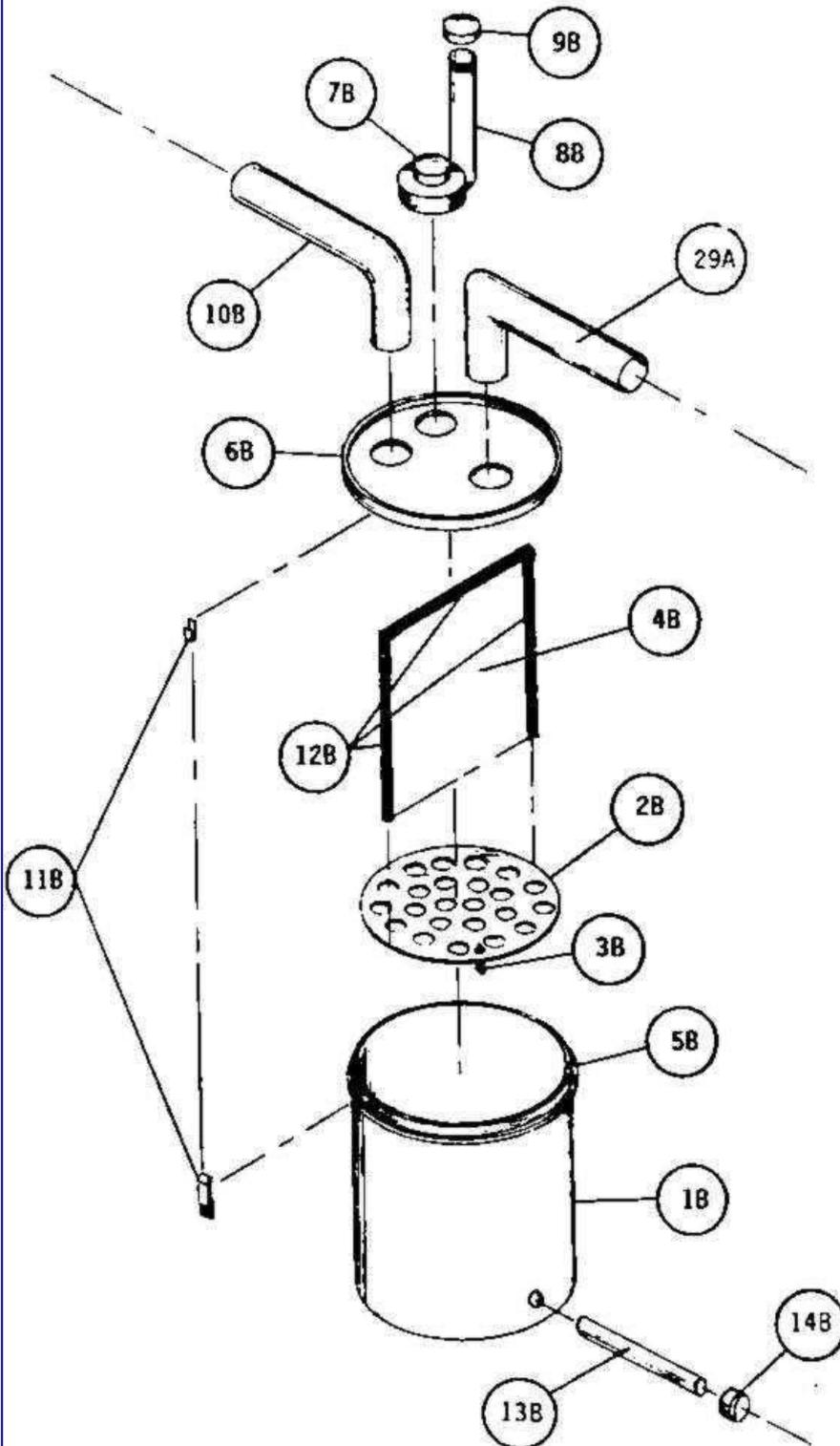


Fig. 2-15. Exploded, schematic diagram of the filter unit.

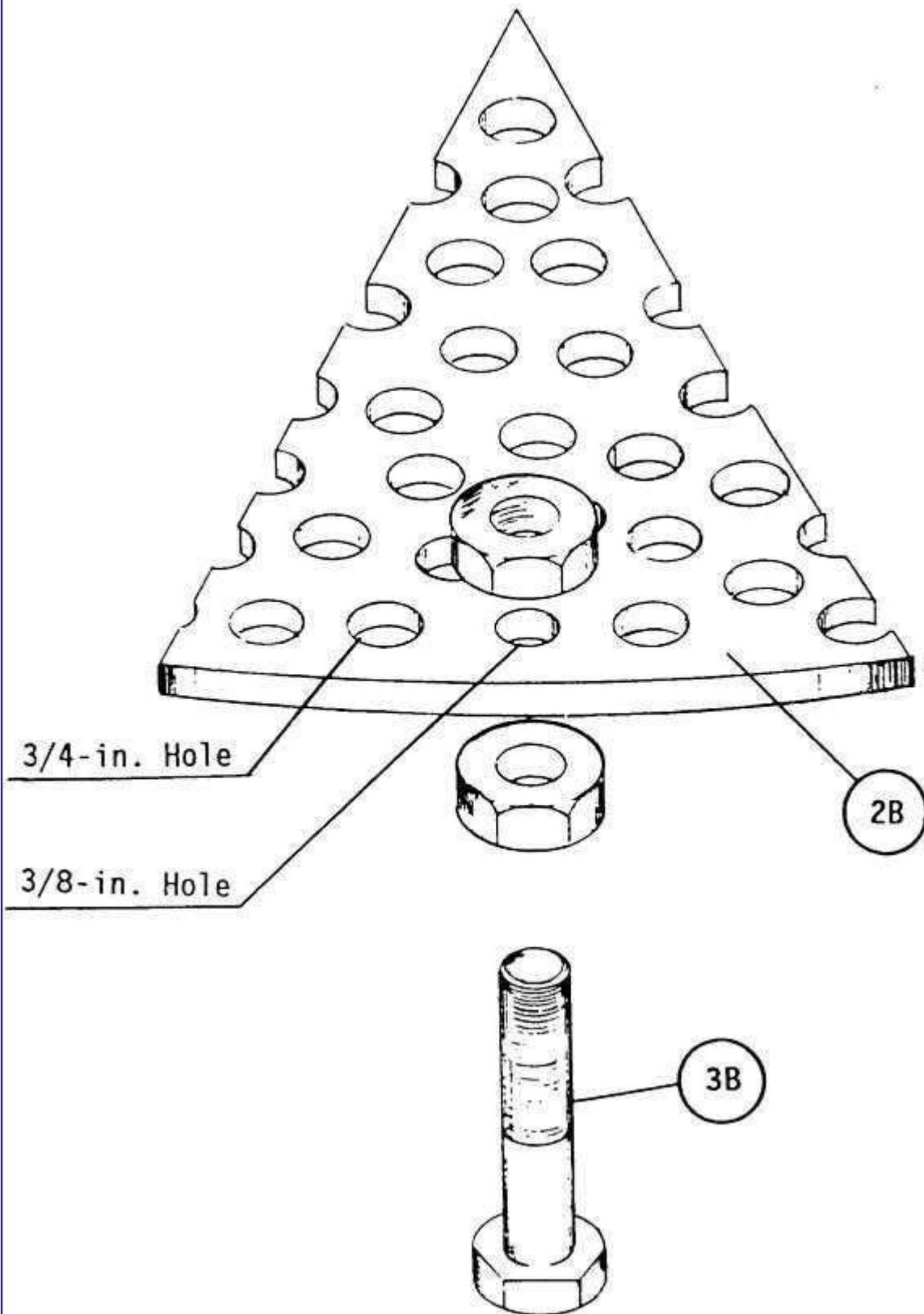


Fig. 2-16. Detail of the standoffs for the bottom plate of the filter unit.

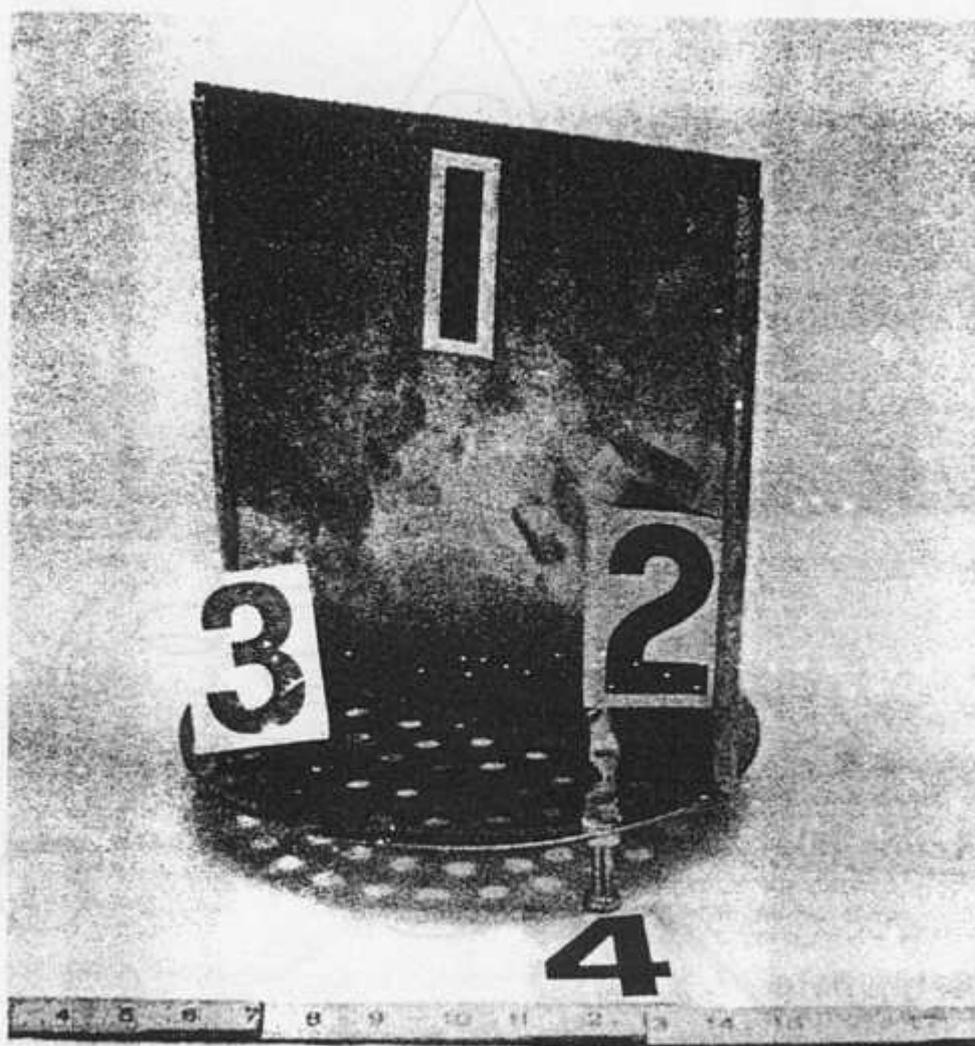


Fig. 2-17. Divider plate (#1) and bottom plate (#3), with standoffs (#4), for the filter unit. Note the high-temperature hose lining the sides of the divider plate.



Fig. 2-18. Circular lid (#1) for the filter unit. Note the arrangement of the holes; divider plate would roughly run from 10 o'clock position to 4 o'clock position (assuming 12 o'clock is taken to be at the rear of the photograph). Also shown are the conduit connectors (#2 and #3) and accompanying nuts (#4 and #5) for inside the lid.

39



Fig. 2-19. Blower (#1) with exhaust extension assembly. Note adapter coupling (#2), pipe nipple (#3), and elbow (#4) for vertical exhaust pipe.

40

ORNL-Photo 4512-87



Fig. 2-20. Assembled and installed blower (#1), extension assembly (#4), and conduit connectors for gas inlet (#2) and outlet (#3) on lid of filter unit. Note hook attachments at edge of lid for latches.

ORNL-Photo 4517-87



Fig. 2-21. Filter container (#1) showing latches (#2) for lid and hose (#3) around top.

ORNL-DWG 87-14558

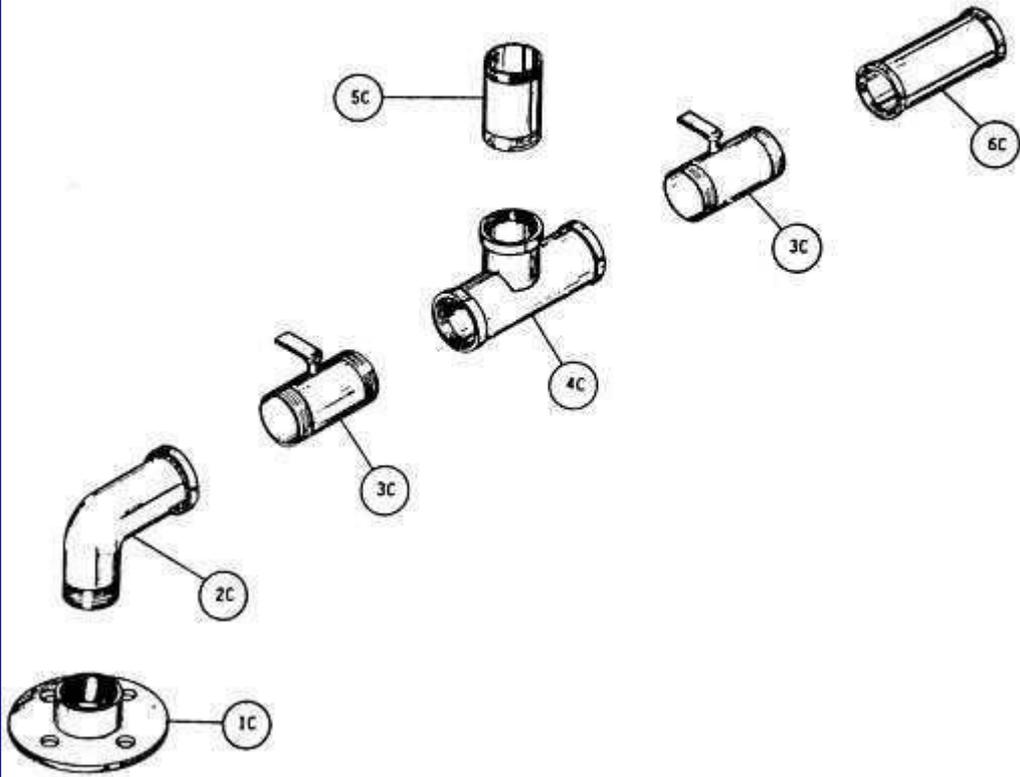


Fig. 2-22. Exploded, schematic diagram of the carbureting unit and control valves.

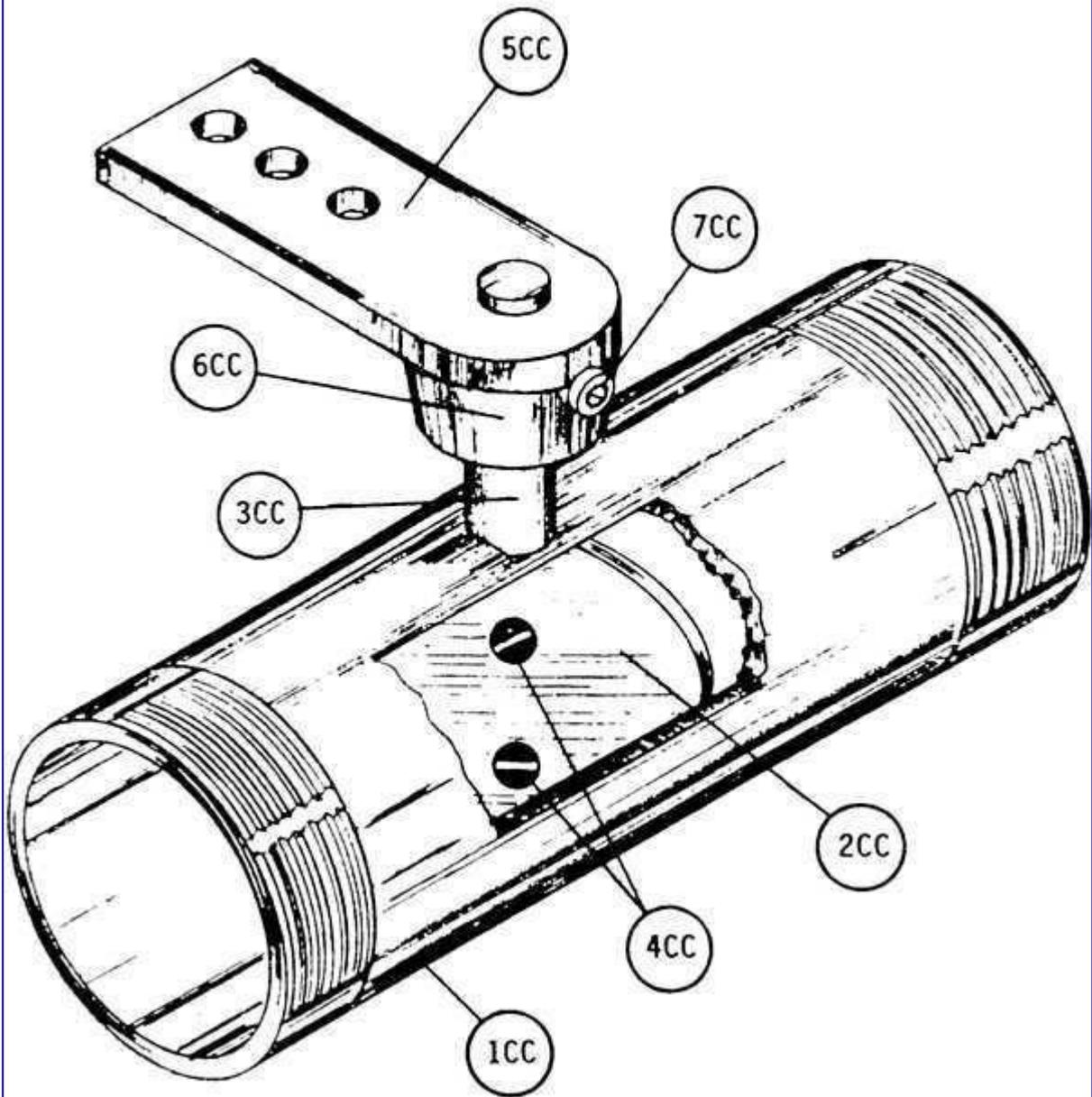
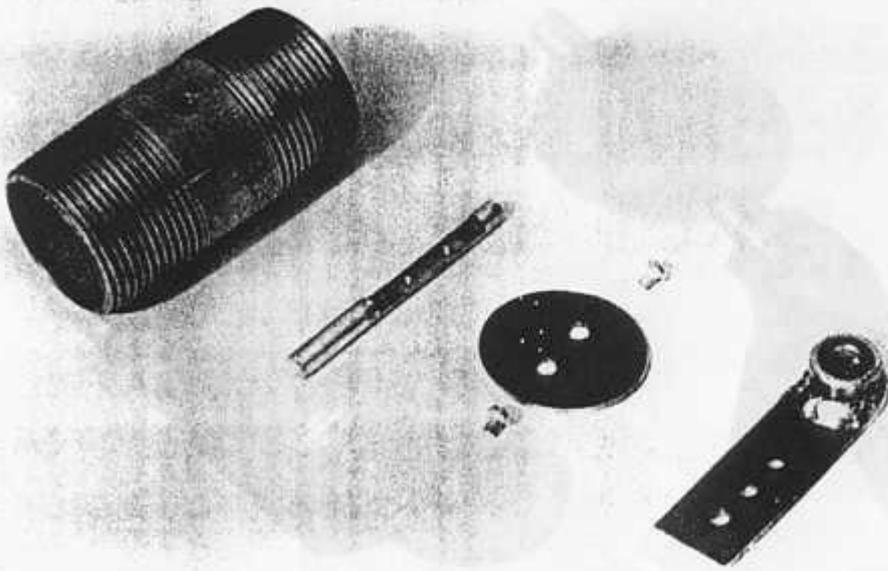


Fig. 2-23. Schematic diagram of a butterfly control valve.



45

Fig. 2-24. Parts required for the butterfly valve.



46

Fig. 2-25. Butterfly valve assembly. Note that the valve has been assembled outside of the valve body for clarity.

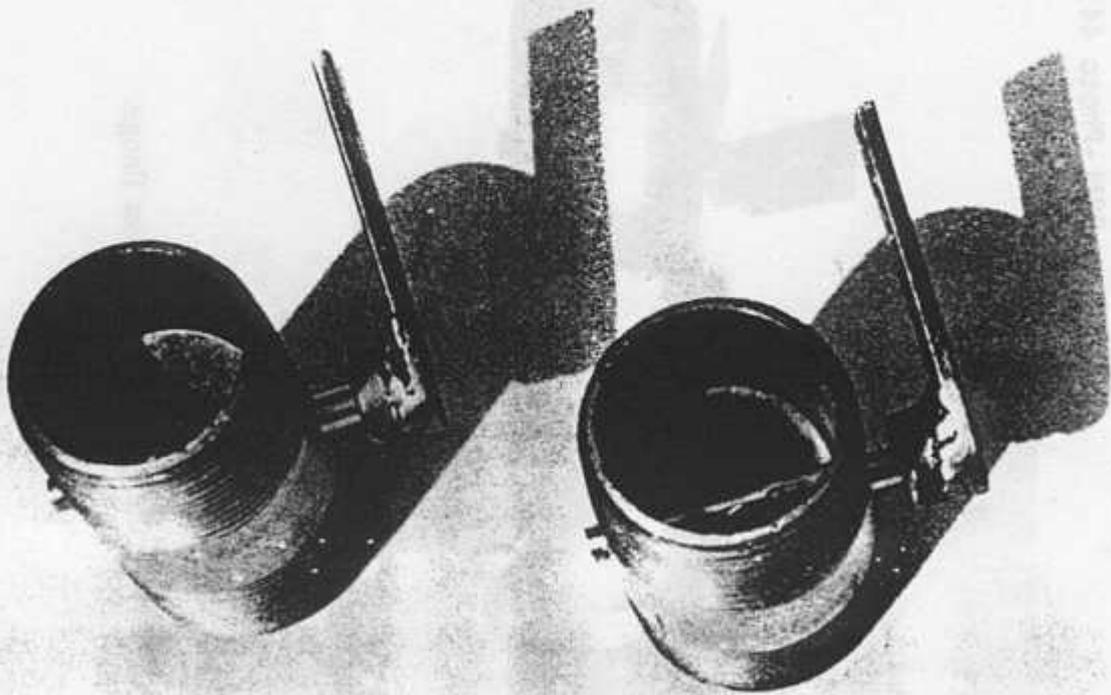


Fig. 2-26. Assembled butterfly valves.

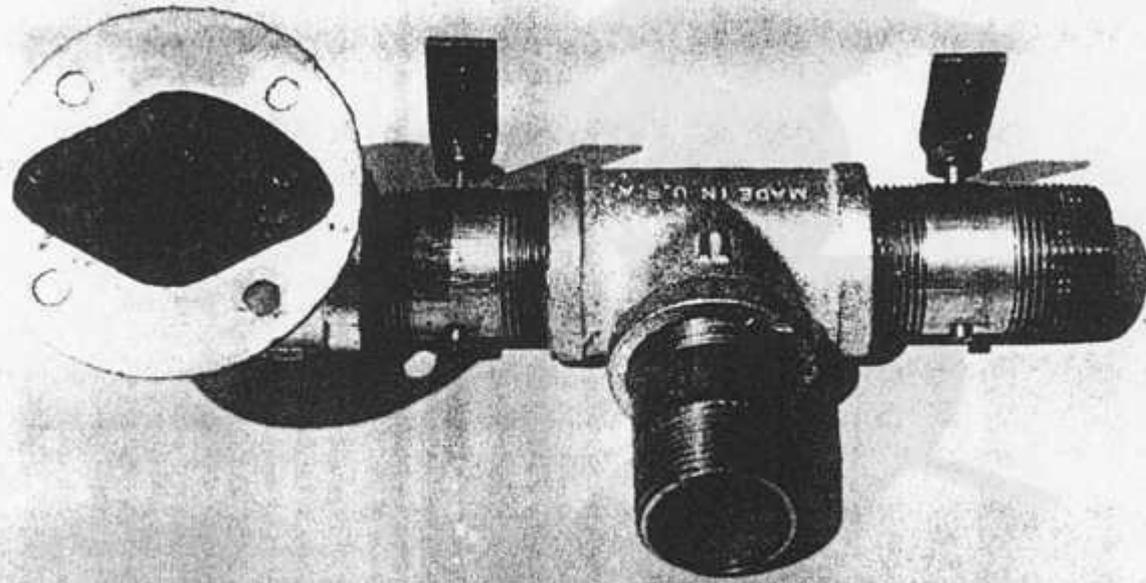


Fig. 2-27. Assembled carburetion unit. Note the gasket on the closet flange.

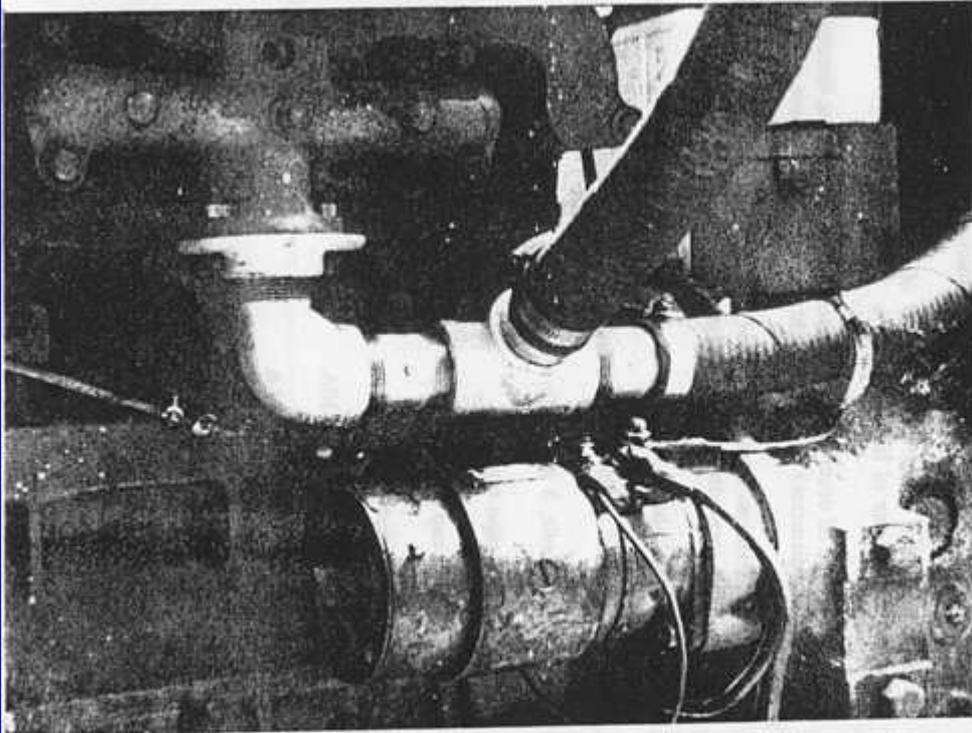


Fig. 2-28. Carburetion unit attached to engine's existing intake manifold. Wood gas enters from the side of the tee; air enters from the right-hand end. The butterfly valve at the right (partially obscured) is connected to the air control (choke) cable; the left valve is connected to the throttle linkage.

## Tables de la section

Table 2-1 - Matériaux pour la fabrication de l'unité de gazéification

Élémen t	Quantit é	Description
1A	1	Tube ou tuyau métallique, cylindre métallique dont les deux extrémités sont ouvertes ; diamètre et longueur à retrouver dans la Table 2-2 ; Épaisseur minimale des parois : 0,25 pouce (6mm)
2A	1	Plaque ronde en métal d'une épaisseur de 1/8 <sup>e</sup> de pouce (3mm) ; diamètre égal au diamètre extérieur de l'élément 1A
3A	1	Fut de 120L (d'huile par exemple) ou conteneur métallique possédant un fond et aux dimensions approximatives de 18 pouces (46cm) de diamètre pour 29 pouces de hauteur (74cm).
4A	1	Bol, récipient ou autre bol en acier inoxydable de 10 pintes (5L) d'un diamètre d'environ 14 pouces (36cm) et d'une profondeur de 6 pouces (15cm).
5A	1	Fixation en U de 2 pouces (5cm)
6A	1	Chaîne de 3/16 <sup>e</sup> de pouce (5mm) avec des liens de 1 pouce (2,5cm), d'une longueur de 18cm
7A	3	Des boulons-œilletons de 0,25 pouce (6mm), d'une longueur de 3 pouces (76mm) avec deux écrous pour chaque boulon-œillet
8A	1	Petit tube en acier fileté des deux côtés de 4 pouces (10cm)
9A	1	Bouchon en métal pour l'élément 8A
10A	2	Petit tube en acier fileté des deux côtés de 3 pouces (76mm)
11A	2	Bouchon en métal pour l'élément 10A
12A		Assemblage de l'agitateur, voir l'illustration 2-8
1AA	1	Tuyau métallique de 0,5 pouce (13mm), de 6 pouces (152mm) de longueur
2AA	1	Barre de fer, carrée ou ronde, de 0,5 pouce (13mm) pour 6 pouces (152mm) de longueur
3AA	1	Boulon de 0,5 pouce (13mm), de 8 pouces (200mm) de longueur
4AA	1	Barre de fer, rectangulaire, de 0,25x1 pouce (6x25mm) pour 10 pouces (25cm) de longueur
5AA	1	Rondelle plate de 0,5 pouces (13mm)
6AA	2	Écrou de 0,5 pouce (13mm)
7AA	1	Bouchon en métal pour l'élément 1AA
13A	1	Barre de fer rectangulaire de 0,25x50x10 pouces (6x5x250mm)
14A	25	Boulons de 0,25 pouce (6mm) pour 114 pouces (2900mm) de long
15A	1	Poubelle en acier galvanisé ou en métal de 20 gallons (90L), avec des dimensions idéales de 18 pouces (45cm) de diamètre en haut pour 24 pouces de haut (61cm). Le fond de la poubelle n'est pas nécessaire.
16A	1	Couvercle pour l'élément 15A
17A	1	Tuyau de jardinage, de 12 à 15mm, de la longueur de l'élément 15A
18A	1	Joint adhésif, 0,25 à 1 pouce (6 à 25mm) de large, 10 pouces (250mm) de long
19A	1	Bar de fer rectangulaire, 0,25x2 pouces (6x50mm), 10 pouces (250mm) de long

20A	12	Boulons de 6mm, 19mm de long, avec leurs écrous
21A	4	Triangles en métal, 2x2,25 pouces (50x57mm), 3 à 6mm d'épaisseur
22A	2	Œillet à visser
23A	2	Ressorts "porte de moustiquaire" de 14 pouces (356mm) de long
24A	1	Collier de cerclage pour fut de 120L
25A	4	Carré en métal, 2x2 pouces (50x50mm), 6mm d'épaisseur
26A	4	Boulons de 9mm et 76mm de long
27A	1	Tube de silicone haute température ou du joint liquide haute température.
28A	1	Sac de ciment hydraulique ou autre ciment imperméable [tel que SEC-PLUG (tm), fabriqué par Atlas Chemical Company, Miami, FL].
29A	1	Tuyau de 2 pouces (50mm), conduit électrique, tuyau d'échappement automobile flexible ou autre tube métallique ; longueur minimale de 6 pieds (180cm). Le tuyau doit pouvoir résister à des températures de 400°F (100°C).

Table 2-2 - Dimensions du tube de combustion

Diamètre intérieur (mm)	Longueur minimum (mm)	Puissance du moteur (ch)	Déplacement type du moteur (en cm <sup>3</sup> )
50*	406	5	163
101*	406	15	325
152	406	30	650
180	457	40	1300
203	510	50	1600
230	560	65	2100
254	610	80	2600
280	660	100	3200
305	710	120	3900
330	812	140	4600
356	813	180	5200

\* Un tube de combustion avec un diamètre inférieur à 6 pouces (152mm) risque de créer des problèmes de pontage avec les copeaux de bois et les blocs. Si le moteur est donné pour 15ch ou moins, utiliser un tube de 6 pouces (152mm) au moins, et créez une gorge de rétrécissement en bas du tube, correspondant au diamètre indiqué dans la table.

NOTES: Les chiffres donnés ici sont convertis depuis le système américain des pouces, et contient donc une approximation nécessaire mais minimale. (NdT) Les puissances indiquées ici est la puissance SAE nette telle que mesurée à l'arrière de la transmission avec des accessoires de mesure standard. Puisque les nombres varient pour un même moteur en fonction de ses usages, ils sont donnés de manière plus représentative qu'exacte. Les puissances moteurs sont données pour la plus grande vitesse du moteur.

Table 2-3 - Matériaux pour la fabrication de l'unité de filtration

Élément	Quantité	Description
1B	1	Pot en métal de 22L (ou tout autre conteneur en métal de dimensions minimales 290mm de diamètre par 330mm de haut)

2B	1	Plaque ronde en métal d'un diamètre de 13mm plus petit que le diamètre intérieur de l'élément 1B, de 3mm d'épaisseur	
3B	3	Boulons de 9mm, 76mm avec deux écrous pour chaque boulon	
4B	1	Plaque rectangulaire en métal, de largeur égale à 6mm de moins que le diamètre intérieur de l'élément 1B, et de hauteur égale à 64mm de moins que la hauteur interne de l'élément 1B, de 3mm d'épaisseur	
5B	1	Durite haute température de diamètre 10 à 16mm, de longueur égale au diamètre de l'élément 1B	
6B	1	Plaque ronde en métal, de diamètre égal au diamètre extérieur de l'élément 1B, de 3mm d'épaisseur.	
7B	1	Ventilateur 12V (de type automobile) pour le module de soufflerie, la caisse et les pales doivent être en métal	
8B	1	Tuyau en métal servant d'extension au module de soufflerie, y compris les coudes et les raccords pour une orientation verticale ; longueur minimale de 1 pied (30cm).	
9B	1	Bouchon pour l'élément 8B, un matériau en plastique est acceptable	
10B	1	Tuyau de 1,25 pouces (30mm), conduit électrique, tuyau d'échappement automobile flexible ou autre tube métallique ; longueur minimale de 2 pieds (60cm). Le tuyau doit pouvoir résister à des températures de 400°F (100°C).	
11B	3	Verrouillage métallique pour relier solidement les éléments 1B et 6B entre eux. Des dispositifs tels que les loquets pour valises ou bagages, les loquets de type "bail", les loquets pour châssis de fenêtre (avec gâche) ou les loquets à écrou papillon sont acceptables.	
12B	1	Durite haute température de diamètre 10 à 16mm, de longueur égale à trois fois la hauteur de l'élément 1B	13B 1 Tuyau de métal de 13mm de diamètre, fileté à une extrémité, de 205mm de long.
14B	1	Bouchon en métal pour l'élément 13B	

Table 2-4 - Matériaux pour la fabrication de l'unité de carburation

Élément	Quantité	Description
1C	1	Bride de placard de 1,25 pouce (31mm), permettant le raccord au collecteur d'admission du moteur
2C	1	Coude mâle-femelle de 1,25 pouce (31mm)

3C	1	Vanne papillon, voir l'illustration 2-23
1CC	2	Mamelon de tuyau de 1,25 pouce (31mm) ou longueur de tuyau fileté, longueur de 3 pouces (76mm)
2CC	2	Plaque ovale en métal, épaisse de 1,5mm, dont le petit diamètre est égal au diamètre intérieur de l'élément 1CC, et le grand diamètre est égal à 1,02 fois le petit diamètre
3CC	2	Tige de 9mm de diamètre pour 63mm de long
4CC	4	Vis de 5mm de diamètre et de longueur
5CC	2	Barre en métal de plate, rectangulaire de 13x76mm, épaisse de 3mm
6CC	1	Écrou de 11mm
7CC	2	Vis de 3mm
4C	1	Té de plomberie de 1,25 pouce (31cm) avec des embouts femelle
5C	1	Mamelon de tuyau de 1,25 pouce (31cm) ou longueur de tuyau fileté, 3 pouces (73mm) de long.
6C	1	Tuyau ou durite de 1,25 pouce (31cm) de diamètre
7C	1	Matériau pour joint d'étanchéité, de quantité nécessaire pour couvrir l'élément 1C
8C	1	Tube de colle pour les tuyaux ou téflon pour assurer l'étanchéité des filetages

## Utiliser et maintenir votre gazogène

### Utiliser du bois comme carburant

Parce que le bois a été utilisé largement comme source de carburant durant la Seconde Guerre Mondiale, et comme c'est une ressource abondante dans de nombreuses régions des USA, il mérite une attention particulière en tant que source d'énergie d'urgence. Quand le bois est utilisé dans des gazogènes, environ 9kg de bois vaut environ 4,5L d'essence (l'énergie potentielle massique du bois vaut environ 55% de celle de l'essence). Le bois est constitué de carbone, d'oxygène, d'eau et d'une petite portion d'azote.

En tant que carburant gazogène, le bois a de nombreux avantages. Les résidus solides sous forme de cendre sont assez faibles, environ 0,5 à 2% de la masse d'origine, dépendant des variétés de bois et de la présence d'écorce. Le bois est exempt de sulfure, composé dangereux formant de l'acide sulfurique corrodant à la fois le moteur et le gazogène. Le bois est facilement inflammable, ce qui est certainement une propriété facilitante pour n'importe quel gazogène.

Les principaux désavantages du bois-carburant est son encombrement et son humidité. Comme c'est une matière relativement légère, 1m<sup>3</sup> de bois produit seulement 300 à 360kg de carburant gazogène. L'humidité est notoirement élevée dans les carburants à base de bois, et elle doit être réduite à moins de 20% (de sa masse) avant de pouvoir être utilisée dans un gazogène. L'humidité contenue dans du bois vert va de 25 à 60% de la masse du bois. Dans le bois séché à l'air, entre 12 et 15%. Dans le bois séché au four, environ 8%. L'humidité peut être mesurée assez facilement en prenant un morceau témoin, en le plaçant au four à 105°C durant 30 minutes, en pesant à nouveau le témoin, et en le chauffant à nouveau jusqu'à ce qu'il descende à un poids stable. La quantité d'humidité originelle est égale au poids perdu auquel il faut ajouter 8% du poids stable obtenu, divisé

par le poids initial du morceau témoin, et l'on multiplie le résultat par 100 pour l'avoir en pourcentage.

Le prototype de gazogène de ce manuel (avec un tube de combustion de 6 pouces (150mm) a très bien fonctionné avec des copeaux de bois (taille minimum : 20x20x6mm) et avec des petits cubes de bois (jusqu'à 50mm de côté), voir l'illustration 3-1 (toutes les illustrations et tables mentionnés dans la section 3 sont visibles en fin de section 3). Des morceaux de bois plus conséquents peuvent être utilisés, si le diamètre du tube de combustion est agrandi pour éviter que des morceaux de bois ne forment des ponts en empêchant ainsi leur écoulement gravitaire. Bien entendu, une sorte d'entonnoir devrait alors être ajoutée au fond du tube de fumée afin de satisfaire aux dimensions du tableau 2-2 dans la section 2.

### **Considérations spécifiques et modifications du moteur**

Pour démarrer le foyer du gazogène, la soufflerie doit être utilisée pour créer un flux d'air à travers le carburant dans la trémie et à travers le tube combustion. Si le gazogène doit alimenter un moteur particulièrement puissant, l'installation de deux souffleries, à utiliser simultanément au démarrage du moteur, peut s'avérer nécessaire. Quand le gaz de bois quitte l'unité de gazéification, tout l'oxygène amené par le haut à travers le tube de combustion a été transformé chimiquement en monoxyde de carbone (CO) et en eau (H<sub>2</sub>O). Le gaz de bois ne peut alors pas brûler sans adjonction d'une quantité appropriée d'oxygène.

Si une fuite d'air apparaît après la grille, le gaz chaud brûlera en consommant l'oxygène disponible, et créera alors de la chaleur. Sans détection précoce, cela devrait probablement aboutir à la destruction du gazogène. Si une fuite apparaît dans l'unité de filtration ou dans les durites, le gaz sera alors composé de mauvaises proportions d'oxygène et deviendra alors trop dilué pour faire fonctionner le moteur. C'est pourquoi l'étanchéité à l'air à partir de l'unité de gazéification jusqu'au moteur est cruciale.

Idéalement, le gaz qui entre dans le collecteur du moteur devrait être mélangé à l'air à un ratio air-gaz de 1:1 ou 1.1:1. Le système de carburation décrit dans ce rapport permet une alimentation de gaz mélangé avec le minimum de pertes de friction dans la tuyauterie. Les valves d'alimentation en air et en gaz devraient être opérables depuis le poste de conduite du véhicule. L'écartement des bougies moteur devrait être réglé entre 0,012 et 0,015 pouce (0,30 et 0,38mm) et le calage de l'allumage devrait être réglé sur "précoce".

### **Procédure de mise en marche initiale**

Au premier lancement, vous allez devoir ajouter du charbon de bois sur la grille située sous le tube de combustion. Pour les lancements suivants, du charbon de bois produit par la précédente combustion sera encore présent sur la grille évitant cette opération. Remplir ensuite le tube de combustion avec du charbon sur 4 pouces de haut au-dessus de la grille. Remplir ensuite la trémie à carburant avec du bois séché à l'air. Ensuite, suivez les instructions de mise en marche habituelle ci-après.

Le charbon de bois pour barbecues ne convient pas vraiment pour les gazogènes. Pour produire un charbon de bois de qualité suffisante, placer un chiffon imbibé d'alcool ou 3 à

5 pages de papier journal sur la grille, et remplir ensuite le tube de combustion de 10 à 12 pouces (25 à 30cm) de bois parfaitement sec. Fermer toutes les vannes et laisser le tube de combustion agir comme une cheminée jusqu'à ce que le bois soit transformé en charbon.

### **Procédure de mise en marche habituelle**

1. Actionnez la poignée de l'agitateur pendant au moins 20 secondes pour faire descendre le charbon de bois produit par la précédent cycle.
2. Ouvrir la trappe de nettoyage des cendres et retirer les cendres du corps inférieur du gazogène. Lubrifier le filetage de la trappe de nettoyage avec du silicone haute température, et fermer le couvercle de la trappe de manière hermétique.
3. Remplir la trémie de carburant avec le bois-carburant, et compressez doucement le carburant vers le bas. Laisser le couvercle du gazogène ouvert ou l'ajuster pour une ouverture de 0,75 pouce (2cm) ou plus.
4. Fermer les vannes du carburateur et retirer le bouchon de la soufflerie en haut de l'unité de filtration. Lancer la soufflerie, et la laisser tourner pour 30 secondes à vide, afin d'éviter tout risque d'explosion du gaz résiduel. Ensuite, alors que la soufflerie est encore en marche, continuer à l'étape suivante.
5. Ouvrir le module de mise à feu, et allumer un morceau de papier journal de 12x12 pouces (30x30cm). Avec un long bâton de bois, pousser la feuille de papier journal jusqu'à la grille, comme indiqué dans l'illustration 3-2. Fermer le module de mise à feu. Si aucune fumée n'apparaît par le pot d'échappement de la soufflerie, reprendre la séquence de démarrage à partir de l'étape n°5. Si plusieurs tentatives sont infructueuses, du nouveau charbon de bois doit être ajouté tel que décrit dans la section précédente, et la procédure de mise à feu devra être reprise.
6. Après quelques minutes d'échappement enfumé, tester le gaz à la sortie du pot d'échappement de la soufflerie en tentant de l'allumer avec précautions, voir l'illustration 3-3. Quand le gaz brûle de manière continue, arrêter la soufflerie et fermer le pot d'échappement de la soufflerie avec son bouchon.
7. Ouvrir la vanne de contrôle de l'air au niveau du carburateur, ajuster l'accélérateur du moteur, et démarrer le moteur de manière conventionnelle. Laisser le moteur chauffer doucement (2 à 5 minutes). Si le moteur n'arrive pas à démarrer ou s'étouffe à répétition, relancer la soufflerie et redémarrer la mise en marche à partir de l'étape n°4.

### **Pilotage et fonctionnement normal**

Changer les vitesses de manière à garder le régime moteur (tours par minute) constamment élevé. Se rappeler que c'est le vide produit par les pistons qui fournit la force déplaçant le gaz dans le gazogène, depuis l'unité de gazéification jusqu'au moteur. Recharger la trémie de carburant (tel que montré dans l'illustration 3-4) avant qu'il ne soit complètement vide, mais éviter toute recharge juste avant l'extinction du moteur. Agiter régulièrement la grille afin de faire tomber les cendres. Si votre système est équipé d'un refroidisseur de gaz, en vidanger l'eau de temps en temps.

Par temps sec, le gazogène peut fonctionner sans le couvercle de la trémie. Cependant, quand le gazogène est éteint, la trémie doit être fermée de manière à éviter toute entrée

d'air, évitant ainsi toute combustion. Par temps humide ou pluvieux, le couvercle doit être placé sur la trémie de carburant, relevé d'environ 2 pouces (5cm), jusqu'à ce que les pièces triangulaires soient alignées avec les trous dans les barres de support. La tension exercée par les ressorts maintiendra alors le couvercle en place. Voir l'illustration 3-5 pour plus de précisions.

## **Extinction du gazogène**

Lors de l'extinction du gazogène, éteindre le contact du moteur et ouvrir durant 10 secondes la vanne de contrôle de l'air du carburateur pour évacuer toute pression de l'intérieur du système. Ensuite, fermer complètement cette vanne, et rabattre fermement le couvercle de la trémie sur cette dernière. Pour un redémarrage après un court arrêt, laisser le moteur chauffer rapidement. Après un arrêt plus long (jusqu'à 1h), tasser légèrement le carburant et essayer de relancer le foyer avec la soufflerie sans chercher à rallumer le tube de combustion. Après des arrêts vraiment longs (plus de 2h), le charbon doit être à nouveau rallumé pour permettre au système de repartir.

## **Procédures de maintenance**

Régulièrement vérifier le serrage des différents écrous de l'ensemble du gazogène (toutes parties confondues). Vérifier tous les percements et les raccordements pour leur étanchéité à l'air.

Les opérations de maintenance suivantes devraient être programmées :

### **Tous les jours**

1. Ouvrir le module de nettoyage des cendres du fut inférieur et retirer les cendres après avoir agité la grille durant 30 secondes. Refermer le module après avoir recouvert de silicone haute température le filetage, pour assurer l'étanchéité à l'air.
2. Ouvrir le tube de drainage, au fond du filtre et faire en sorte que tout condensat soit évacué. Ne pas oublier de fermer le tube de drainage après cette opération.

### **Toutes les semaines (ou toutes les deux semaines)**

1. Nettoyer le fut inférieur de l'unité de gazéification, la trémie à carburant, et le filtre.
2. Rincez la tuyauterie et les connexions vers et depuis le filtre.
3. Remplacer les copeaux de bois dans le filtre (les copeaux usagers peuvent être placés dans la trémie à carburant et servir de carburant)
4. Utiliser du silicone à haute température pour assurer l'étanchéité à l'air de toutes les raccords de tuyauterie et du couvercle de l'unité de filtration.

### **Toutes les deux semaines (ou mensuellement)**

1. S'assurer de la sécurité et de l'étanchéité à l'air de toutes les raccords de tuyauterie.
2. Vérifier et resserrer tous les raccords au châssis du véhicule.
3. Vérifier la présence de rouille sur les parois extérieures du fut inférieur de l'unité de gazéification, en particulier en partie basse. Couvrir de peinture haute température autant que nécessaire.

## **Problèmes opérationnels et dépannage**

Différents problèmes, causes et mesures de remédiation sont présentés dans la table 3-1. De nombreux problèmes de fonctionnement proviennent de problèmes d'étanchéité à l'air des raccords de tuyauterie et des accessoires. La tuyauterie devrait être contrôlée régulièrement pour prévenir ce type de problème.

## **Aléas associés au fonctionnement du gazogène**

Malheureusement le fonctionnement du gazogène peut avoir des conséquences, comme des risques d'incendie et d'intoxication. Ces risques peuvent être traités simplement. La position de cette partie en fin de rapport ne signifie pas que ces risques sont mineurs. Le lecteur ne devrait pas sous-estimer leur dangerosité.

### **Risque toxique**

De nombreuses morts en Europe durant la Seconde Guerre Mondiale ont été attribuées à l'intoxication par les gazogènes. Le risque d'"intoxication au gazogène" a été l'une des raisons de l'abandon des gazogènes à la fin de la période. Il est important de souligner que l'intoxication au gazogène est une intoxication au monoxyde de carbone (CO). Une intoxication aiguë présente le même tableau que celui pouvant apparaître lorsque le clapet d'un poêle de chauffage est fermé trop tôt, ou si on laisse un véhicule à essence tourner au ralenti dans un garage mal ventilé. La table 3-2 indique les symptômes d'une telle intoxication, en fonction de la concentration en monoxyde de carbone dans l'air respirable. Il faut noter que même des expositions courtes à des faibles concentrations de monoxyde de carbone peut entraîner des effets physiologiques indésirables.

En cas d'intoxication au monoxyde de carbone, les premiers secours consistent à suivre les procédures suivantes :

1. Déplacer la victime rapidement en plein air ou dans une pièce à l'air frais et disposant d'une bonne ventilation. Tout effort de la part de la victime doit être évité.
2. Si la victime est inconsciente, chaque seconde compte. Retirer tout vêtement autour de son cou. Si elle ne respire plus, libérer entièrement la bouche (fausses dents, chewing gum, etc.), et démarrer immédiatement une respiration artificielle
3. Garder la victime au chaud
4. Appeler toujours un médecin
5. En cas d'intoxication modérée au monoxyde de carbone sans inconscience, il est conseillé, autant que possible, de fournir de l'oxygène à la victime.

### **Les aspects techniques de l'"intoxication au gazogène"**

L'intoxication au gazogène est souvent causé par des défauts techniques dans le fonctionnement du gazogène. Quand le moteur tourne, hors soufflerie, l'ensemble du système est soumis à une pression négative créée par les pistons du moteur. Le risque d'intoxication par fuite de gaz est alors minime. Cependant lorsque le moteur est éteint, la production de gaz continue, créant alors une augmentation de la pression dans le système. Cette montée en pression peut durer durant 20 minutes après l'extinction du moteur. Ainsi, il est pas conseillé de rester dans le véhicule à ce moment là. De même, le gazogène devrait être laissé au repos pour 20 minutes avant de garer le véhicule dans un

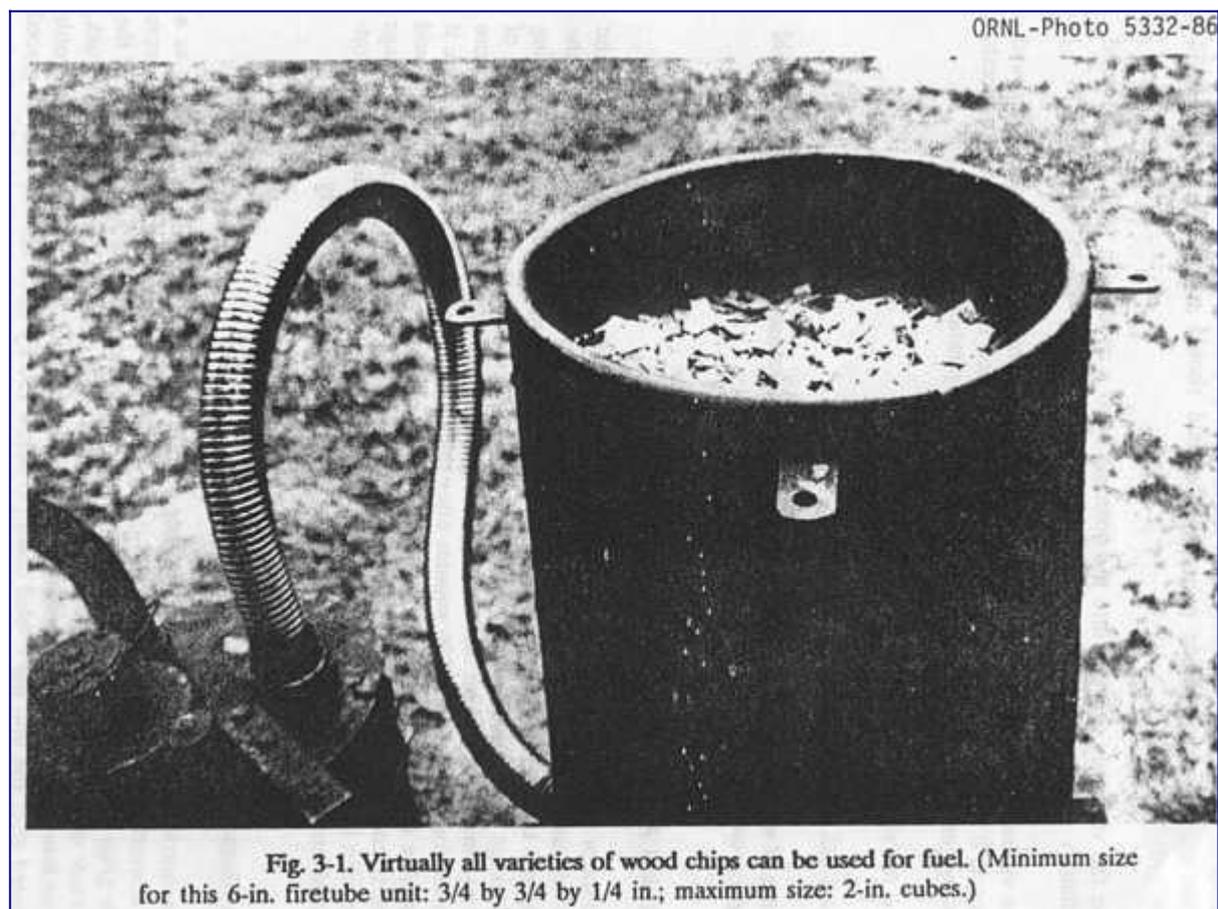
garage clos, surtout s'il est relié à une habitation. Le gaz produit durant cette période est très riche (23 à 27%) en monoxyde de carbone, et donc très toxique.

### Risque d'incendie

Les parois du fut inférieur de l'unité de gazéification peuvent atteindre la même température qu'un pot catalytique. Il faut donc faire attention lorsque le gazogène se situe à proximité de matières végétales sèches (herbe d'été) ou de matériaux combustibles qui pourraient entrer en contact avec le fut inférieur. Si le gazogène est monté sur une voiture individuelle, un bus un van ou un camion, il est recommandé de laisser un espace libre d'au moins de 6 pouces (152mm) autour de l'unité de gazéification.

Le retrait des cendres doit être effectué une fois que le gazogène a refroidi (il doit faire moins de 65°C, et il doit donc être possible de le toucher à la main sans se brûler immédiatement). Les cendres doivent alors être tenues à l'écart de tout matériau combustible et de préférence être arrosé avec de l'eau pour assurer une sécurité maximale.

### Illustrations de la section



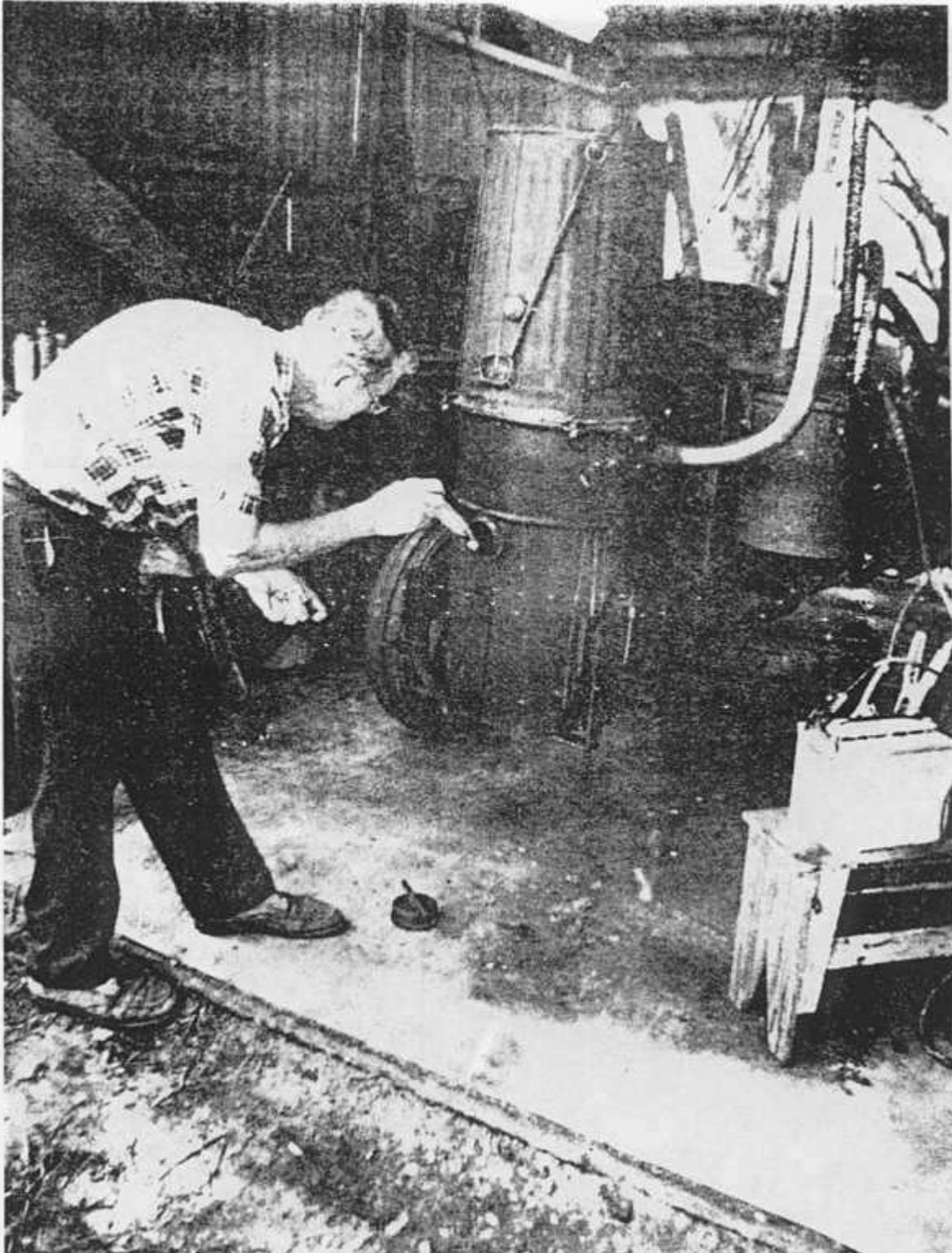


Fig. 3-2. Ignite a single piece of newspaper to start the gasifier unit. Push the flaming newspaper through the ignition port and directly into the grate. (At the right of the photo, note the battery which is operating the blower atop the filter unit.)

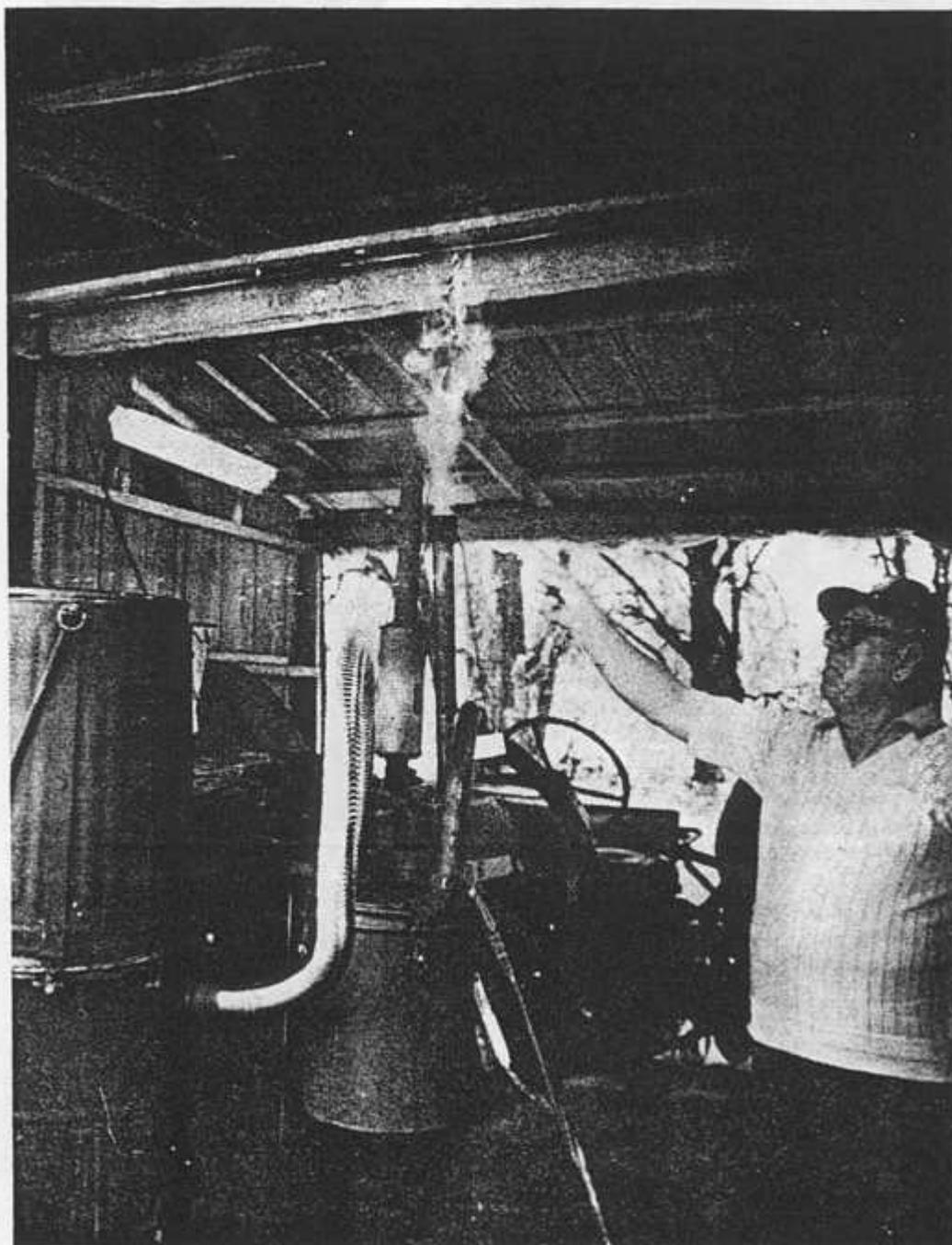


Fig. 3-3. Igniting the exhaust gas will demonstrate that the gasifier unit is working properly.

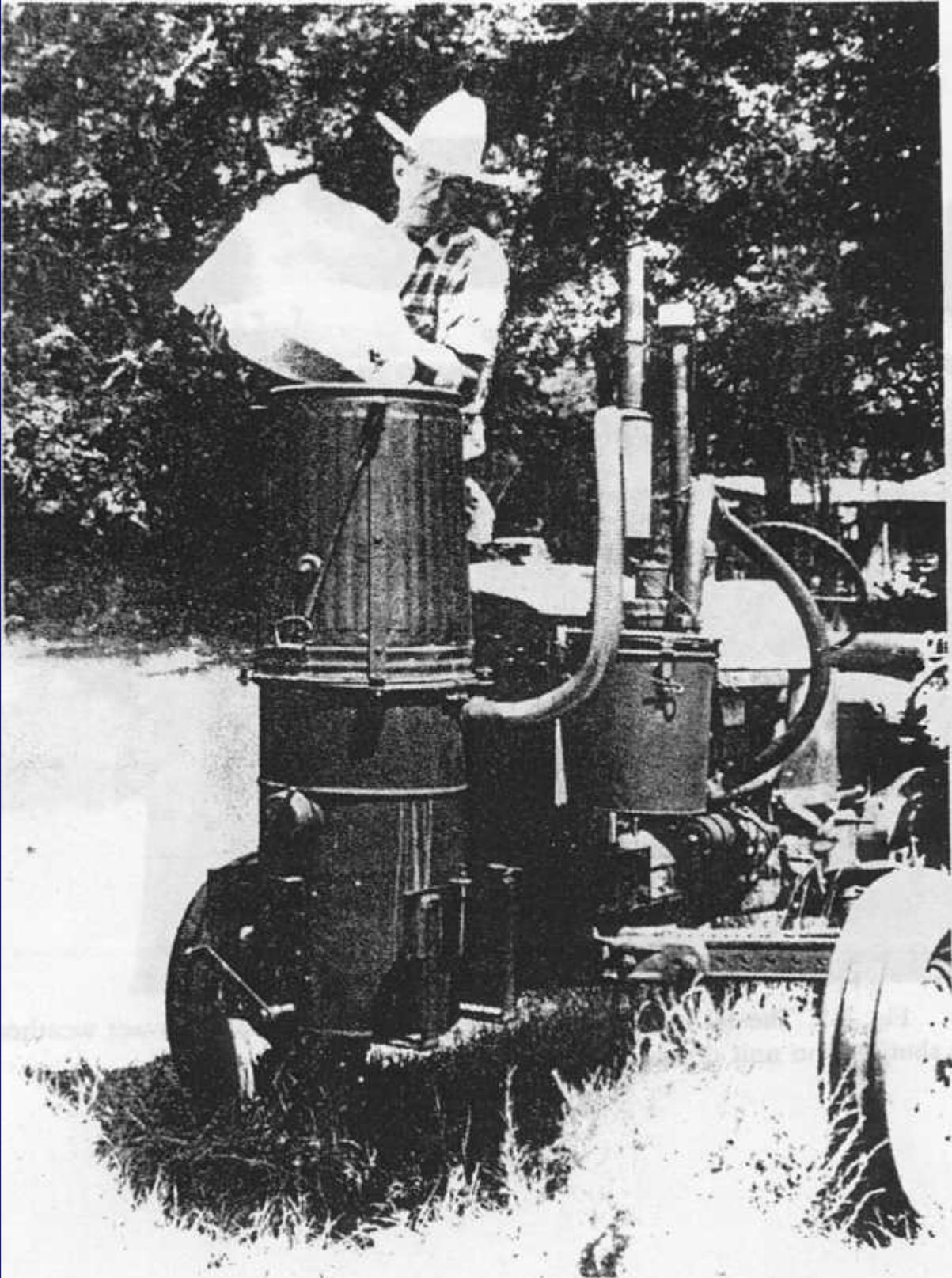


Fig. 3-4. Refill the fuel hopper before it becomes two-thirds empty.

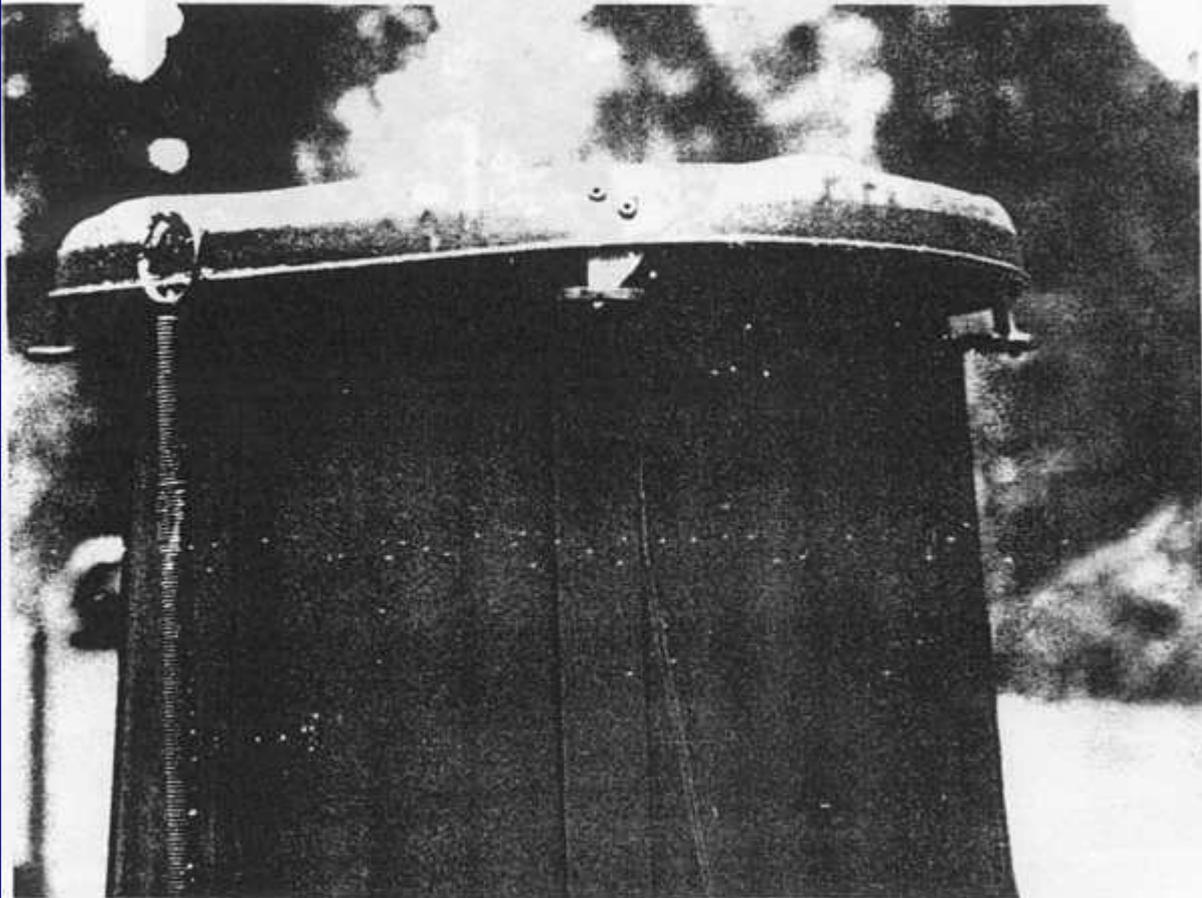


Fig. 3-5. The lid must be used to cover the fuel hopper in wet weather or when shutting the unit down.

## Tables de la section

Table 3-1 - Dépannage de votre gazogène

Problème	Cause	Remédiation
Le démarrage prend trop de temps	Système sale ou tuyaux bouchés	Nettoyez l'unité de gazéification et toute la tuyauterie de raccordement.
	La soufflerie est trop faible	Vérifier le ventilateur de la soufflerie et le chargement de la batterie
	Charbon de bois humide ou de trop mauvaise qualité	Vérifier le charbon de bois, et le remplacer si nécessaire, ou compléter son chargement à niveau adéquat
Le moteur ne démarre pas	Le bois-carburant fait des pontages dans le tube de combustion	Tasser doucement le bois-carburant dans la trémie et le tube de combustion ou changer de bois-carburant pour des copeaux plus fins
	Trop peu de gaz	Utiliser la soufflerie plus longtemps au moment du démarrage pour mieux amorcer la combustion partielle
	Carburant-bois trop humide	Évacuez la vapeur et la fumée par le tube de fumée et la trémie de combustible pendant plusieurs minutes.

	Mauvais mélange air-gaz	Régler la vanne de contrôle de l'air dans l'unité de carburation
Le moteur démarre et s'arrête aussitôt	Pas assez de gaz a été produit	Utilisez un faible régime au démarrage du moteur et ne faites pas tourner le moteur pendant plusieurs minutes
	L'air fuite à travers le tube de combustion	Tasser doucement le bois-carburant dans la trémie. Ne pas écraser le charbon de bois au-dessus de la grille.
Le moteur perd de la puissance sous la charge	L'écoulement des gaz est limité dans la tuyauterie	Réduire la vanne de contrôle de l'air dans l'unité de carburation. Vérifier si un pincement ou un blocage dans la tuyauterie.
	Fuites dans le système	Vérifier tous les bouchons et tuyaux pour l'étanchéité à l'air

Table 3-2 - Effets physiologiques de la concentration en monoxyde de carbone

<b>%age dans l'air inhalé</b>	<b>Effets physiologiques</b>
0,020%	Possibilité de légers maux de tête frontaux après deux à trois heures
0,040%	Maux de tête frontaux après une à deux heures, et occipitaux (à l'arrière de la tête) après 2,5 ou 3,5h
0,080%	Maux de tête, confusion et nausée en 45 minutes, effondrement et possible inconscience en deux heures.
0,160%	Maux de tête, confusion et nausée en 45 minutes, effondrement et possible inconscience en deux heures.
0,320%	Maux de tête, confusion en 5 à 10 minutes, inconscience et danger de mort en 30 minutes
0,640%	Maux de tête, confusion en 1 à 2 minutes, inconscience et danger de mort en 10 à 15 minutes
1,280%	Effets physiologiques immédiats, inconscience et danger de mort en une à trois minutes.

## Annexe II - La liste des illustrations

Illustration S-1. Vue schématique du gazogène stratifié à flux descendant

Illustration S-2. Le prototype de gazogène monté sur un tracteur agricole

Illustration S-3. Le gazogène en fonctionnement durant les tests sur le terrain

Illustration 1-1. Le gazogène en fonctionnement durant les tests sur le terrain

Illustration 1-2. Vue schématique du gazogène Imbert de la Seconde Guerre Mondiale

Illustration 1-3. Vue schématique du gazogène stratifié à flux descendant

Illustration 2-1. Le prototype de gazogène monté sur un tracteur agricole

Illustration 2-2. Vue schématique et éclatée de l'unité de gazéification et de la trémie à carburant

Illustration 2-3. Le tube à combustion et la plaque ronde supérieure de l'unité de gazéification

Illustration 2-4. Le percement des trous dans le bol en inox utilisé en guise de grille

Illustration 2-5. Les chaînes fixées aux rebords du bol en inox

Illustration 2-6. Les chaînes reliant le bol en inox à la plaque supérieure

Illustration 2-7. Braser (pas de soudure) des adaptateurs de plomberie sur les fines parois du fut

Illustration 2-8. Vue schématique et éclatée du mécanisme d'agitation de la grille

Illustration 2-9. Composants de l'assemblage de l'agitateur

Illustration 2-10. Le cadre de support peut être brasé ou boulonné à l'unité de gazéification

Illustration 2-11. Conteneur utilisé dans la construction du prototype de gazogène

Illustration 2-12. Couvercle pour la trémie à carburant

Illustration 2-13. Montage de fonctionnement de la trémie de carburant et son couvercle

Illustration 2-14. Le collier de cerclage et les languettes soudées

Illustration 2-15. Vue schématique et éclatée de l'unité de filtration

Illustration 2-16. Détail des boulons d'espacement pour la plaque inférieure de l'unité de filtration

Illustration 2-17. Plaque de séparation (n°1) et plaque inférieure (n°3), avec les boulons d'espacement (n°4) de l'unité de filtration

Illustration 2-18. Couvercle rond (n°1) pour l'unité de filtration

Illustration 2-19. Soufflerie (n°1) avec l'assemblage de l'échappement

Illustration 2-20. Soufflerie assemblée et installée (n°1), module pour l'échappement (n°4), et connexion des conduits pour l'entrée (n°2) et la sortie (n°3) des gaz sur le couvercle de l'unité de filtration

Illustration 2-21. Conteneur de l'unité de filtration (n°1) montrant les loquets (n°2) pour le couvercle et le tuyau d'étanchéité autour du rebord supérieur

Illustration 2-22. Vue schématique et éclatée de l'unité de carburation et des vannes de contrôle

Illustration 2-23. Vue schématique et éclatée des vannes papillon de contrôle

Illustration 2-24. Éléments nécessaires pour une vanne papillon

Illustration 2-25. Assemblage d'une vanne papillon

Illustration 2-26. Vannes papillon assemblées

Illustration 2-27. Unité de carburation assemblée

Illustration 2-28. Unité de carburation reliée au collecteur d'admission du moteur

Illustration 3-1. Théoriquement, tous les types de copeaux de bois peuvent être utilisés comme carburant

Illustration 3-2. Allumer une simple feuille de papier journal pour démarrer le gazogène, la pousser dans les modules de mise à feu directement sur la grille

Illustration 3-3. Allumer le gaz d'échappement pour contrôler que le gazogène fonctionne correctement

Illustration 3-4. Recharger la trémie à carburant avant qu'elle ne devienne vide aux deux-tiers.

Illustration 3-5. Le couvercle de la trémie à carburant doit être utilisé lorsqu'il pleut ou lorsque vous souhaitez éteindre le gazogène

## **Annexe III - Liste des tables**

Table 2-1. Liste des matériaux nécessaires à la fabrication de l'unité de gazéification et de la trémie à carburant

Table 2-2. Les dimensions du tube de combustion

Table 2-3. Liste des matériaux nécessaires à la fabrication de l'unité de filtration

Table 2-4. Liste des matériaux nécessaires à la fabrication de l'unité de carburation

Table 3-1. Dépanner votre gazogène

Table 3-2. Effets physiologiques de la concentration en monoxyde de carbone

## **Annexe IV - Bibliographie**

Anonymous, 'Coast to Coast on Homemade Fuel,' The Mother Earth News (No. 73) pp. 178-179 -(January/February 1982).

Anonymous, 'Wood Gas Update,' ne Mother Earth News (No. 71) pp. 164-165 (September/October 1981).

Anonymous, "Mother's Woodburning Truck,' The Mother Earth News (No. 69) pp. 126-129 (May/June 1981).

Chatterjee, A.K., State of the An Report on Pyrolysis of Wood and Agricultural Biomass, PN-AAK-818, U.S. Department of Agriculture, Newark, NJ, March 1981.

Cruz, I.E., Producer-Gas Technology for Rural Applications, published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations, New York, NY, 1985.

Donath, E.E., "Vehicle Gas Producers,' Processing Technology (3) pp. 141-153 (1980).

Eoff, K.M., and D.M. Post, 'How to Power a Gasoline Engine with Wood,' Technical Reprint No.1, The Mother Earth News, Hendersonville, NC, 1981.

Kaupp, A., and J.R. Goss, State of the Art Report for Small Scale (to 50kW) Gas Producer-Engine Systems, USDA Contract No. 53-319R-O-141, University of California, Davis, CA, March 1981.

Miller, B., State-of-the-Art Survey of Wood Gasification, EPRI-AP-3101, Fred C. Hart Associates, Inc., Washington, DC, May 1983.

Nygards, N., Wood Gas Generator Vehicles (a translation of the Swedish book), published by Purwaco International, Minneapolis, MN, 1979.

Oliver, E.D., Technical Evaluation of Wood Gasification, EPRI-AP-2567, Synthetic Fuels Association, Inc., Palo Alto, CA, August 1982.

Reed, T.B. (ed), A Survey of Biomass Gasification, VoL 1--Synopsis and executive Summary, SERI/TR-33-239 (Vol. I), Solar Energy Research Institute, Golden, CO, July 1979.

Reed, T.B. (ed), A Survey of Biomass Gasification VoL II -- Principles of Gasification, SERM-33-239 (Vol. II), Solar Energy Research Institute, Golden, CO, July 1979.

Reed, T.B. (ed), A Survey of Biomass Gasification, VoL III -- Current Technology and Research, SERM-33-239 (Vol. III), Solar Energy Research Institute, Golden, CO, April 1980.

Reed, T.B., and A- Das, Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems, SERI/SP-271-3022, Solar Research Institute, Golden, CO, March 1988.

Reed, T.B., and D. Jantzen, Generator Gas: The Swedish experience from 1939-1945 (a translation of the Swedish book, Gengas), SERI/SP-33-140, Solar Energy Research Institute, Golden, CO, January 1979.

Skov, N., and M.L. Papworth, PEGASUS (Petroleum Gasoline Substitute Systems), published by the Pegasus Publishing Co., Miami, FL, 1974.

Vietmeyer, N.L., et al., Producer Gas: Another Fuel for Motor Vehicle Transport, published by the National Academy Press, Washington, DC, 1983.

Wise, D.L. (ed.), Fuel Gas from Biomass, published by the CRC Press, Boca Raton, FL, 1981.

Récupérée de « [https://www.e-glop.net/main/Construction\\_d'un\\_gazog%C3%A8ne\\_simplifi%C3%A9\\_pour\\_alimenter\\_un\\_moteur\\_%C3%A0\\_combustion\\_interne\\_en\\_cas\\_de\\_crise\\_p%C3%A9troli%C3%A8re#Le\\_gazog.C3.A8ne\\_stratifi.C3.A9.C3.A0\\_flux\\_descendant](https://www.e-glop.net/main/Construction_d'un_gazog%C3%A8ne_simplifi%C3%A9_pour_alimenter_un_moteur_%C3%A0_combustion_interne_en_cas_de_crise_p%C3%A9troli%C3%A8re#Le_gazog.C3.A8ne_stratifi.C3.A9.C3.A0_flux_descendant) »

- Cette page a été modifiée pour la dernière fois le 21 septembre 2020 à 21:10.
- Le contenu est disponible sous licence [Attribution-ShareAlike 2.5](#) sauf mention contraire.