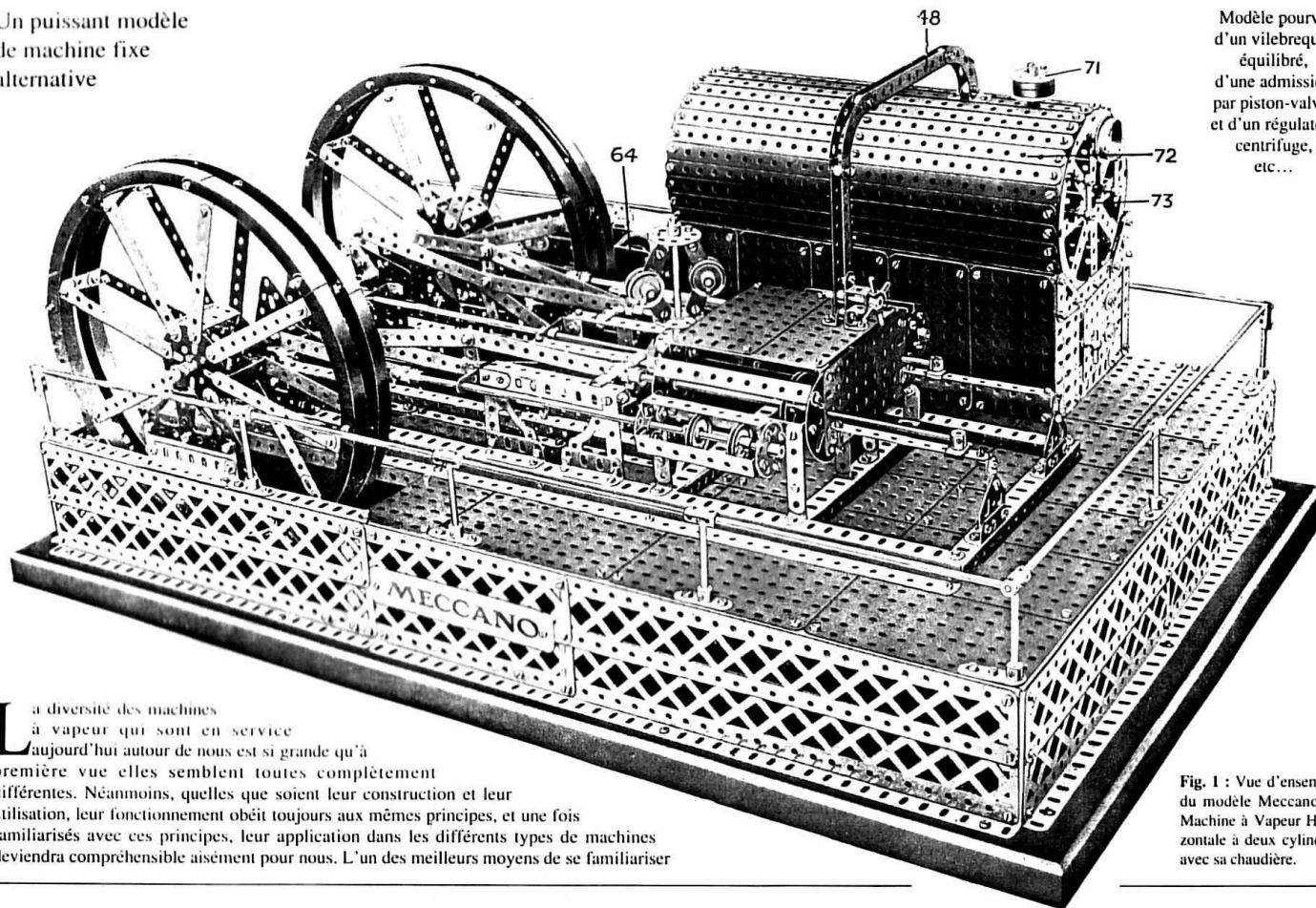


Machine à Vapeur à Deux Cylindres

Un puissant modèle
de machine fixe
alternative



Modèle pourvu
d'un vilebrequin
équilibré,
d'une admission
par piston-valves
et d'un régulateur
centrifuge,
etc...

La diversité des machines à vapeur qui sont en service aujourd'hui autour de nous est si grande qu'à première vue elles semblent toutes complètement différentes. Néanmoins, quelles que soient leur construction et leur utilisation, leur fonctionnement obéit toujours aux mêmes principes, et une fois familiarisés avec ces principes, leur application dans les différents types de machines deviendra compréhensible aisément pour nous. L'un des meilleurs moyens de se familiariser

Fig. 1 : Vue d'ensemble du modèle Meccano de Machine à Vapeur Horizontale à deux cylindres avec sa chaudière.

avec les principes mécaniques d'une machine à vapeur est d'en construire un modèle Meccano tel que celui décrit dans cette notice.

La majorité des machines à vapeur sont du type alternatif, c'est-à-dire qu'elles comportent des pistons qui sont mus alternativement par l'admission de la vapeur dans les cylindres. Le mouvement alternatif des axes de pistons ne peut être utilisé de manière satisfaisante, naturellement, à moins d'être transformé en mouvement rotatif. Ceci est réalisé au moyen d'un mécanisme à manivelles. Nombreux sont les adeptes du Meccano qui sont également cyclistes et, par conséquent, familiers avec les manivelles d'une bicyclette. Bien qu'à première vue il semble qu'il y ait peu de rapports, les manivelles d'une bicyclette et celles des plus grosses machines marines sont similaires dans leur principe : toutes deux transforment des mouvements alternatifs de bas en haut en mouvements circulaires. L'axe de piston n'agit pas, néanmoins, directement sur la manivelle mais il est connecté à celles-ci au moyen d'une bielle. Cette pièce est une barre d'acier massive articulée sur le maneton et sur l'extrémité de l'axe de piston.

En pratique, la manivelle transmet un mouvement très irrégulier et, par conséquent, un volant doit être monté sur le vilebrequin. Le volant est une roue comportant une jante massive qui, en tournant, régularise les impulsions du mouvement et assure une rotation constante du vilebrequin sur l'ensemble d'une révolution.

L'énergie emmagasinée dans le volant favorise également le passage des points neutres ou "points morts" de la manivelle. Les points morts se produisent à deux occasions par tour de volant et correspondent à la mise en alignement de l'axe de piston, de la bielle et de la manivelle. Il s'en suit une absence de moment appliqué à la manivelle, ce qui conduit à un effort de cisaillement sur le maneton.

Des excentriques sont parfois utilisés à la place des manivelles pour convertir un mouvement de rotation en un mouvement alternatif. Un excentrique consiste en un disque métallique monté décentré sur son axe. Il comporte un collier enserrant le disque, qui est parfaitement lubrifié de manière à s'articuler sans frottements contre le disque. Ce collier est connecté à une barre appelée barre excentrique. Quand le disque est mis en rotation, le mouvement de la barre excentrique est exactement identique à celui qu'elle aurait si elle était connectée par un axe au centre du disque ou à une manivelle ayant le même maneton.

Un avantage de l'excentrique est qu'il peut être monté sur un axe standard sans le

sectionner comme c'est le cas lorsqu'une manivelle est utilisée. L'excentrique, néanmoins, ne peut être utilisé que pour convertir un mouvement de rotation en un mouvement alternatif, alors que le mouvement d'une manivelle est réversible, c'est-à-dire qu'elle peut tourner grâce à la puissance qui lui est appliquée par l'intermédiaire d'un piston et d'une bielle ou bien être utilisée comme un excentrique, pour générer un mouvement alternatif. Les constructeurs Meccano, qui ont utilisé les excentriques, comprendront aisément ces considérations. Dans les machines à vapeur, les excentriques sont habituellement utilisés pour commander les soupapes à guilottes qui assurent l'admission de la vapeur dans les cylindres.

Au lieu d'utiliser des excentriques pour commander les soupapes à guilottes, il est parfois fait appel à un système de leviers et de renvois. Le plus répandu de ces systèmes est la distribution Walschaert. Ce dispositif devient de plus en plus utilisé pour les locomotives et il peut être intéressant pour le lecteur de savoir qu'un modèle réaliste Meccano a été récemment décrit et illustré dans "Meccano Magazine".

Actuellement, la tendance est d'utiliser la vapeur à des pressions de plus en plus élevées ce qui a conduit à l'adoption des machines dites "compound". Ce type de machine est le résultat des efforts menés pour utiliser au mieux l'expansion de la vapeur en commençant par l'introduire dans un cylindre où elle subit une détente partielle et ensuite à la diriger dans des cylindres plus

importants pour achever sa détente. Le premier cylindre est appelé Cylindre Haute Pression et les autres sont appelés Cylindres Basse Pression. Si la vapeur est détendue en trois ou quatre étapes, la machine est dite à triple ou quadruple expansion. Actuellement, toutes les machines marines alternatives sont du type compound à triple ou quadruple expansion. Si la machine est à triple expansion, elle comporte habituellement trois cylindres, haute, moyenne et basse pressions. Néanmoins, une machine ayant quatre cylindres n'est pas nécessairement à quadruple expansion : elle peut être à triple expansion avec un étage à haute pression comportant deux cylindres distincts. Le compoundage des cylindres est la seule amélioration importante dans la conception des machines alternatives depuis l'époque de James Watt.

Le Modèle Meccano

Pour en venir au modèle Meccano, la figure 1 montre qu'il comporte deux cylindres

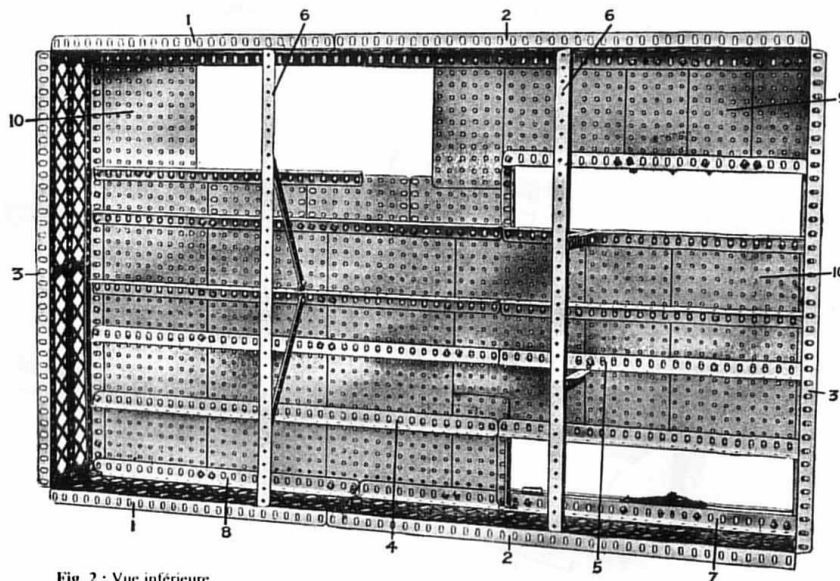
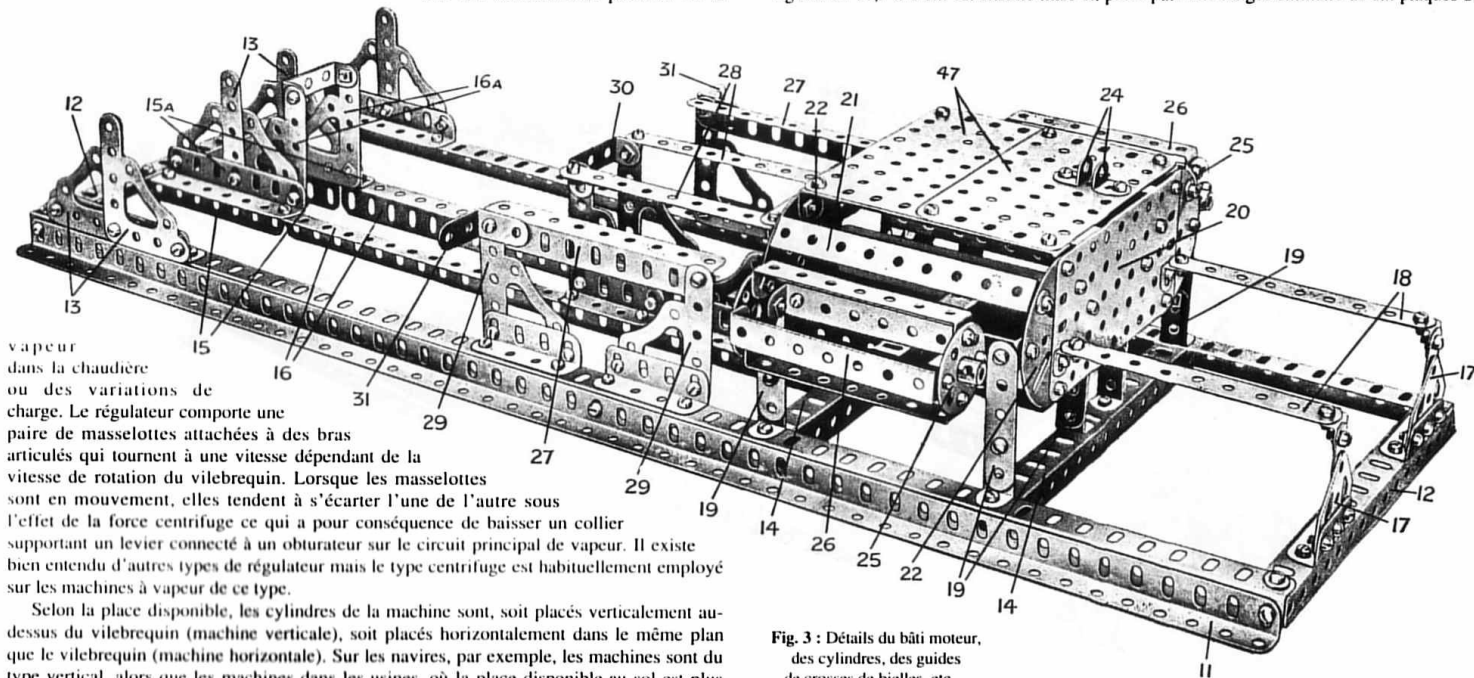


Fig. 2 : Vue inférieure du socle

distincts, chacun étant connecté par l'intermédiaire d'un axe de piston et d'une bielle à un même vilebrequin. Le vilebrequin possède deux excentriques connectés à deux soupapes de type piston qu'ils commandent.

Bien que cette machine ait deux cylindres, elle n'est pas du type "compound" car la vapeur est distribuée séparément à chaque cylindre et ne se détend pas successivement dans les deux cylindres comme ce serait le cas dans une machine compound.

Le modèle comprend un régulateur centrifuge dont le rôle dans la machine réelle est d'assurer un fonctionnement régulier lors des variations de pression de la



vapeur dans la chaudière ou des variations de charge. Le régulateur comporte une paire de masselottes attachées à des bras articulés qui tournent à une vitesse dépendant de la vitesse de rotation du vilebrequin. Lorsque les masselottes sont en mouvement, elles tendent à s'écarter l'une de l'autre sous l'effet de la force centrifuge ce qui a pour conséquence de baisser un collier supportant un levier connecté à un obturateur sur le circuit principal de vapeur. Il existe bien entendu d'autres types de régulateur mais le type centrifuge est habituellement employé sur les machines à vapeur de ce type.

Selon la place disponible, les cylindres de la machine sont, soit placés verticalement au-dessus du vilebrequin (machine verticale), soit placés horizontalement dans le même plan que le vilebrequin (machine horizontale). Sur les navires, par exemple, les machines sont du type vertical, alors que les machines dans les usines, où la place disponible au sol est plus importante, sont du type horizontal comme celle du modèle Meccano décrit ici.

Construction du socle

La figure 2 montre une vue inférieure du socle qui, comme on pourra le constater sur cette illustration, est une construction robuste à partir de cornières et de plaques. Les cornières inférieures longitudinales sont constituées chacune d'une cornière de 37 trous et d'une cornière de 25 trous (1) et (2) et les cornières inférieures transversales sont des

cornières de 37 trous (3). Les quatre cornières ainsi formées sont réunies entre elles au moyen de cornières de 7 trous et, de plus, des cornières transversales (6) viennent en renfort sur les cornières (1) et (2) par l'intermédiaire d'équerres de 13 x 10 mm. Les plaques rigides constituant le plancher du modèle sont fixées aux poutres constituées de cornières.

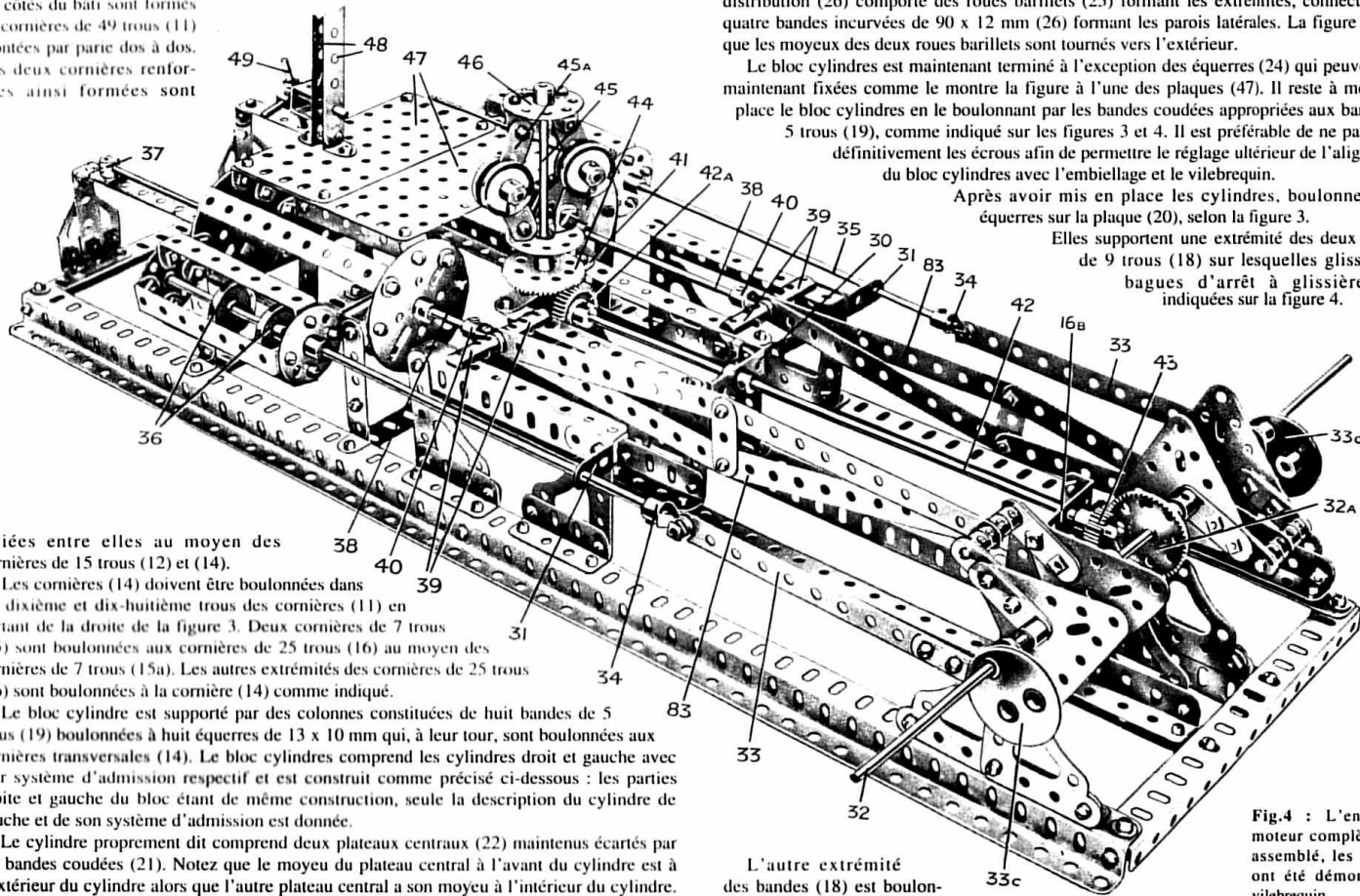
En commençant par l'angle supérieur droit, on trouve cinq plaques rigides de 11,5 x 6 cm (9) boulonnées et une plaque rigide de 14 x 9 cm fixée à l'extrémité de la plaque de 11,5 x 6 cm la plus à gauche. De l'autre côté de l'espace au-dessus duquel la chaudière sera installée, on trouve deux plaques rigides de 14 x 6 cm. Une rangée longitudinale de quatre plaques rigides de 11,5 x 6 cm est ensuite mise en place puis une rangée similaire de six plaques de

Fig. 3 : Détails du bâti moteur, des cylindres, des guides des crosses de bielles, etc...

14 x 6 cm. Notez qu'à l'exception d'une seule plaque montée avec un recouvrement de quatre trous, toutes les plaques sont montées bord à bord. Une rangée de plaques rigides de 14 x 6 cm puis une rangée de plaques de 14 x 9 cm sont alors boulonnées de manière similaire aux poutres, et enfin une rangée constituée de plaques de 14 x 9 cm et d'une plaque de 11,5 x 6 cm est fixée aux poutres (4) et (8). Les espaces libres restant en bas et en haut pour permettre le passage des volants sont appelés fosses.

Cylindres et circuits de vapeur

Le bâti moteur, les cylindres, les guides et les paliers du vilebrequin sont présentés sur la figure 3. On peut voir que les côtés du bâti sont formés de cornières de 49 trous (11) montées par paires dos à dos. Les deux cornières renforcées ainsi formées sont



reliées entre elles au moyen des cornières de 15 trous (12) et (14).

Les cornières (14) doivent être boulonnées dans les dixième et dix-huitième trous des cornières (11) en partant de la droite de la figure 3. Deux cornières de 7 trous (15) sont boulonnées aux cornières de 25 trous (16) au moyen des cornières de 7 trous (15a). Les autres extrémités des cornières de 25 trous (16) sont boulonnées à la cornière (14) comme indiqué.

Le bloc cylindre est supporté par des colonnes constituées de huit bandes de 5 trous (19) boulonnées à huit équerres de 13 x 10 mm qui, à leur tour, sont boulonnées aux cornières transversales (14). Le bloc cylindres comprend les cylindres droit et gauche avec leur système d'admission respectif et est construit comme précisé ci-dessous : les parties droite et gauche du bloc étant de même construction, seule la description du cylindre de gauche et de son système d'admission est donnée.

Le cylindre proprement dit comprend deux plateaux centraux (22) maintenus écartés par six bandes coudées (21). Notez que le moyeu du plateau central à l'avant du cylindre est à l'extérieur du cylindre alors que l'autre plateau central a son moyeu à l'intérieur du cylindre. La face arrière du cylindre est alors boulonnée à une plaque de 11,5 x 6 cm (20), selon la figure.

Le dessus du bloc cylindre est formé de deux plaques de 11,5 x 6 cm (47) se chevauchant et boulonnées aux bandes coudées supérieures des cylindres. Chaque enveloppe de distribution (26) comporte des roues barillettes (25) formant les extrémités, connectées par quatre bandes incurvées de 90 x 12 mm (26) formant les parois latérales. La figure montre que les moyeux des deux roues barillettes sont tournés vers l'extérieur.

Le bloc cylindres est maintenant terminé à l'exception des équerres (24) qui peuvent être maintenant fixées comme le montre la figure à l'une des plaques (47). Il reste à mettre en place le bloc cylindres en le boulonnant par les bandes coudées appropriées aux bandes de 5 trous (19), comme indiqué sur les figures 3 et 4. Il est préférable de ne pas serrer définitivement les écrous afin de permettre le réglage ultérieur de l'alignement du bloc cylindres avec l'embellage et le vilebrequin.

Après avoir mis en place les cylindres, boulonner deux équerres sur la plaque (20), selon la figure 3.

Elles supportent une extrémité des deux bandes de 9 trous (18) sur lesquelles glissent les bagues d'arrêt à glissière (37) indiquées sur la figure 4.

L'autre extrémité des bandes (18) est boulonnée aux équerres fixées à des bandes de 4 trous qui, à leur tour, sont boulonnées aux embases triangulées plates (17). Ces

Fig.4 : L'ensemble moteur complètement assemblé, les volants ont été démontés pour l'alignement.

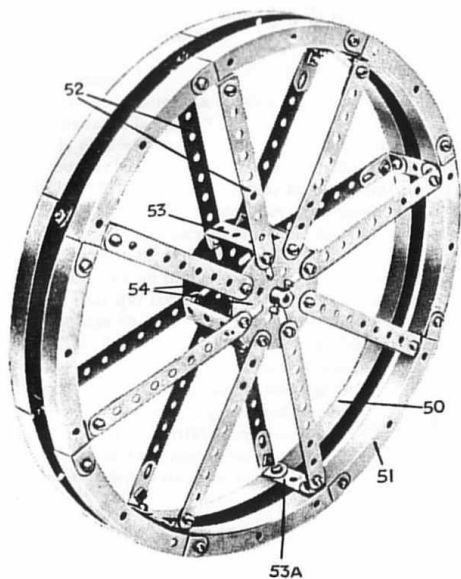


Fig. 5 : L'un des deux volants

une bande coudée de 38 x 12 mm (30). Les crosses de bielles, sont constituées d'accouplements de bandes sur tringles (39) (figure 4) dont la rainure coulisse sur les cornières (27) et les bandes de 9 trous (28) (figure 3).

Avant de commencer l'assemblage du mécanisme, il est préférable de réaliser les paliers du vilebrequin. Ceux-ci sont représentés en (13) sur la figure 3 et consistent en des équerres d'assemblage montés par paire dos à dos. Chaque paire d'équerres d'assemblage (16a) (figure 3) boulonnées aux cornières de 7 trous (15a) sont reliées entre elles par une bande coudée de 38 x 12 mm (16b) (figure 4) à leur extrémité supérieure, le trou central de cette bande coudée formant un palier pour l'axe (42) (figure 4). Il est important que tous les paliers dans ce modèle soient correctement alignés, en particulier pour le vilebrequin. Avant de serrer définitivement les boulons de fixation des équerres d'assemblage constituant les paliers du vilebrequin, enfiler une tringle au travers des trous supérieurs qui constitueront les paliers proprement dits et procéder aux réglages nécessaires pour un alignement convenable.

Construction du Vilebrequin

Le fonctionnement du modèle dépendant dans une large mesure de la qualité de la construction du vilebrequin, un soin particulier doit être accordé à cette partie essentielle du moteur.

dernières sont boulonnées par l'intermédiaire de cornières de 3 trous à la cornière (12) du bâti.

Guides de Crosses, de Bielles et Supports

Poursuivre la construction du châssis moteur selon la figure 3 en réalisant les quatre guides de crosses de bielles (27) et (28). Chacun des deux guides extérieurs comporte deux équerres d'assemblage (29) boulonnées à une cornière de 9 trous. Deux cornières de 4 trous boulonnées, chacune à une équerre d'assemblage assurent la fixation de l'ensemble sur le châssis. Une équerre de 25 x 25 mm (31) est boulonnée sur chacun des guides extérieurs (27). Ces équerres servent de support pour les tiges de soupapes (35), ainsi qu'on peut le voir sur la figure 4. Les deux guides centraux (28) sont reliés par

Deux tringles (32) (figure 6) supportent à leur extrémité intérieure un bras de manivelle (81) renforcé par une bande de 3 trous pour améliorer la rigidité des manivelles. La partie centrale du vilebrequin comporte une tringle (32b) sur laquelle sont fixées une roue de champ de 50 dents (32a) et deux bagues d'arrêt. La position exacte des bagues d'arrêt sera déterminée lors du montage du vilebrequin sur ses paliers. Chaque extrémité de la tringle (32b) supporte un bras de manivelle (81a), ces bras de manivelle étant décalés de 90 degrés, comme montré sur la figure. Ils sont également renforcés par des bandes de 3 trous, comme les bras de manivelle (81).

Les contrepoids des manetons de bielle, dont le rôle est d'équilibrer l'effet des masses des bielles, des manetons et autres pièces assurant la liaison des bielles au vilebrequin, sont formés de quatre plaques triangulaires de 6 cm (82) boulonnées aux bras de manivelle (81) et (81a). Chaque maneton de bielle est formé d'une tringle de 4 cm (80a) fixée au moyen de deux bras de manivelle (80). Ces derniers sont renforcés par des bandes de 3 trous selon la méthode précédemment décrite et sont fixés aux faces intérieures des plaques triangulaires (82), au moyen des boulons déjà utilisés pour solidariser les bras de manivelle (81) et (81a). Il est très important que l'ensemble des boulons assurant l'assemblage des bras de manivelle soit correctement serré de manière à ce que le vilebrequin soit parfaitement rigide. Pour assurer un fonctionnement fiable, il est possible de réaliser à la lime des méplats sur les tringles aux endroits où portent les vis d'arrêt des bras de manivelle. Il est également conseillé d'utiliser les bras de manivelle à moyeu à double taraudage de manière à mettre deux vis d'arrêt sur chaque moyeu. Les méplats doivent être réalisés soigneusement de manière à ce que le métal des tringles ne se déforme pas sous la pression des vis d'arrêt, rendant alors le démontage ultérieur très difficile.

Les Bielles et les Excentriques de Soupapes

Chacune des deux bielles (83) comporte quatre bandes de 11 trous boulonnées par paires à l'une de leurs extrémités et assemblées au moyen d'une bande de 3 trous. Chaque bielle est montée librement sur l'un des manetons (80a) du vilebrequin en faisant traverser la tringle par les trous extrêmes des bandes constituant la bielle ; de chaque côté de la bielle une bague d'arrêt assure le centrage sur le maneton.

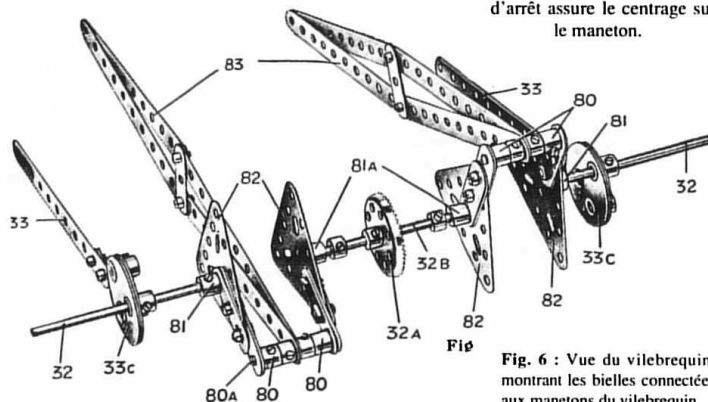


Fig. 6 : Vue du vilebrequin, montrant les bielles connectées aux manetons du vilebrequin

Les excentriques (33c) contrôlent le mouvement des pistons-valves auxquels ils sont connectés selon la figure 1 du modèle terminé. Les excentriques ne peuvent être connectés avant l'assemblage final du modèle ; de ce fait, ils seront ajustés lorsque toutes les autres parties du modèle auront été assemblées.

Construction des Volants

Deux volants sont nécessaires. La construction est la même pour chacun d'eux dont on peut voir un exemplaire sur la figure 5.

Le moyeu de la roue est formé de deux plateaux centraux (54) assemblés, moyeux vers l'extérieur, au moyen de bandes coudées de 38 x 12 mm (53). Chaque côté (50) et (51) de la jante comporte huit segments en U boulonnés entre eux pour former un cercle complet. Les deux anneaux ainsi formés sont montés côte à côte et assemblés au moyen de huit bandes de 3 trous (53a) boulonnées sur l'intérieur de la jante.

La jante est assemblée au moyeu par l'intermédiaire de huit bandes de 9 trous (52) qui sont boulonnées à leur extrémité extérieure à des équerres 26 x 12 mm, elles-mêmes fixées aux bandes de 3 trous (53a). Les extrémités intérieures des bandes (52) sont boulonnées aux plateaux centraux. Avant de serrer définitivement les boulons, ajuster le montage de la roue de manière à ce qu'elle tourne rond sur le vilebrequin, ce qui peut être vérifié au moyen d'une tringle passant dans les moyeux des plateaux centraux. Serrer les boulons lorsque la roue est encore sur la tringle de centrage.

Assemblage du moteur

L'assemblage du moteur à proprement parler commence par la mise en place du vilebrequin, équipé de ses bielles sur ses paliers. En se référant à la vue en plan du modèle (figure 8), on peut voir les différentes bagues d'arrêt et leur position sur l'axe, qui sont utilisées pour maintenir en place le vilebrequin. Une bague d'arrêt est également nécessaire à chaque extrémité du vilebrequin, entre les moyeux des excentriques (33c) et les faces des équerres d'assemblage externes (13).

Les volants peuvent être à leur tour enfilés sur les extrémités du vilebrequin et les vis d'arrêt des plateaux centraux formant leur moyeu serrées. Bien serrer les quatre vis d'arrêt de chacun des moyeux des volants, autrement la roue risque de tourner autour de son axe sous l'effet de sa propre inertie, phénomène technique connu sous le nom de glissement. Dans un moteur réel, le glissement est habituellement dû à un problème d'ajustement des clavettes, petites pièces de métal noyées partiellement dans l'axe qui engagent une fente taillée dans le moyeu du volant.

Les tringles de 20 cm (38) (figure 4) portent à leur extrémité intérieure une chape d'articulation (40).

Chacune des bielles (83) (figure 6) est articulée sur une tringle de 2,5 cm passant au travers des trous extrêmes de la partie arrière de bandes de 11 trous, et maintenue en place au moyen d'un raccord de bande sur tringle (39) à chacune de ses extrémités (figure 4). Ces raccords forment la coulisse de la tête de bielle et, ainsi qu'il a été expliqué auparavant, les fentes des raccords de bande sur tringle sont positionnées de manière à glisser sur les ailes des cornières (27) et sur les bandes (28) (figures 3 et 4), constituant de la sorte un guidage efficace et doux des tiges de piston.

On remarquera que chaque tige de piston traverse complètement le cylindre et comporte à son extrémité arrière une bague d'arrêt à glissière (37) (figures 1 et 4) qui doit coulisser librement sur l'une des bandes (18) (figure 3).

Les Pistons Valves

La distribution est clairement illustrée sur les figures 1 et 4. Les soupapes, qui sont de type piston-valve, consistent chacune en deux poulies de 25 mm fixées sur une tringle de 29 cm formant la tige de soupape. Les tiges de soupape traversent successivement les moyeux des roues barillets-avant de chaque carter, les deux poulies (36) et les moyeux des roues barillets-arrière (25) (voir figures 3 et 4).

Du fait que la position des poulies (36) sur la tige de soupape ne peut être déterminée qu'avec l'expérience, c'est-à-dire par rotations du vilebrequin, les vis d'arrêt de ces poulies ne peuvent être serrées maintenant. Les tiges de piston passent également au travers des guides formés par les équerres 25 x 25 mm (31) (figure 4) et chaque tringle porte une chape d'articulation 2 mm (34) à laquelle la bielle d'excentrique (33) est connectée au moyen d'un boulon avec écrou et contre-écrou (S.M. 263).

Le Régulateur Centrifuge

Le palier inférieur de la tringle verticale de 16,5 cm (45) (figure 4) du régulateur est formé d'une bande de trois trous boulonnée à la cornière inférieure (14) (figure 3) et à une bande de cinq trous (41) qui est boulonnée aux extrémités de bandes (28) (figure 3).

La tringle tourne librement sur ses paliers et est maintenue en position au moyen de bagues d'arrêt

fixées sur la tringle de part et d'autre de la bande (41).

Les masselotes du régulateur sont constituées de quatre poulies à moyeu de 25 mm montées sur des tringles de 2,5 cm passées au travers des trous extrêmes des bandes de 3 trous (45a). Les bandes (45a) sont articulées au moyen d'un boulon et de deux écrous aux équerres qui sont boulonnées à une roue barillet (46) fixée sur l'axe vertical (45). Les bandes de 3 trous situées à la partie inférieure du régulateur sont montées de façon similaire sur une

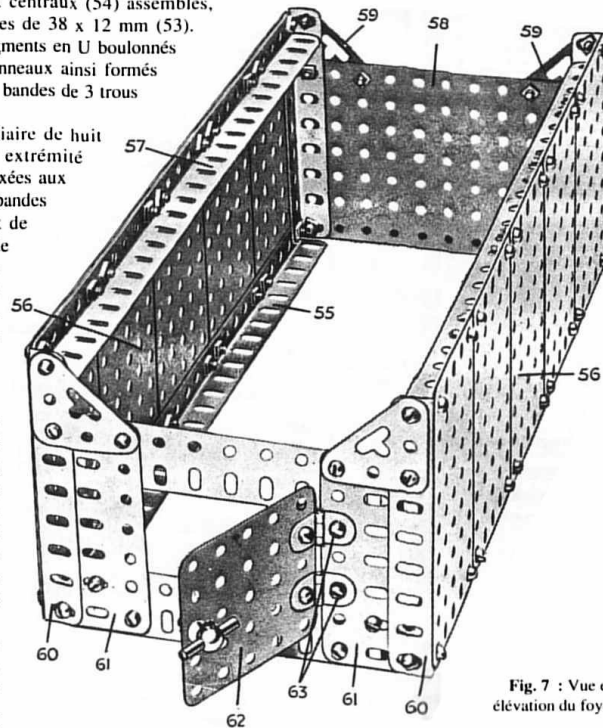


Fig. 7 : Vue en élévation du foyer

seconde roue barillet couissant librement sur la tringle (45). Cette tringle comporte également une roue de champ de 50 dents (44) fixée solidement à la tringle et engrenant avec un pignon de 38 dents (42a) fixé à l'extrémité de la tringle de 29 cm (42). La tringle (42) est maintenue en position dans les trous centraux de la bande coudeée de 38 x 12 (30) (figure 3) et porte, à l'extrémité opposée à celle où se trouve le pignon (42a), un pignon de 19 dents (43) engrenant avec la roue de champ de 50 dents (52a) (figure 4), installée sur le vilebrequin. Lorsque le vilebrequin tourne, le mouvement est transmis à la tringle verticale (45) et lorsque la vitesse de rotation augmente, la force centrifuge écarte les masselottes du régulateur vers l'extérieur, entraînant vers le haut la roue barillet inférieure qui coulisse sur la tringle (45). En réalité, cette élévation sert à fermer le circuit de vapeur principal ou le mouvement inverse, à l'ouvrir suivant les besoins du moteur, ce processus permettant de maintenir à un niveau approximativement constant la vitesse de rotation du moteur.

Construction de la Chaudière

Chaque extrémité de la chaudière est constituée d'une flasque circulaire à rebords au bord de laquelle sont boulonnées 21 bandes de 25 trous (72) (figure 1). La partie inférieure de la chaudière, c'est-à-dire la partie intérieure au bâti, est laissée ouverte.

Les accessoires de la chaudière comprennent un manomètre de pression de vapeur, un niveau d'eau et une soupape de sécurité à gravité. Sur le modèle réel, le niveau d'eau consiste en un tube de verre monté à chaque extrémité dans un support creux en laiton. Les supports sont en contact direct avec l'eau de la chaudière de telle manière que l'eau passe par le tube de verre et se trouve à un niveau identique à celui de l'eau dans la chaudière. Les niveaux sont naturellement installés à environ 30 cm en-dessous du niveau normal de l'eau dans la chaudière. Dans le modèle, le niveau sera représenté par une tringle de 4 cm (imitant le tube en verre), montée dans deux supports de rampe, fixés à l'extrémité avant de la chaudière. Ce montage est visible sur la figure 1.

Le manomètre de pression est réalisé au moyen d'une roue à boudin de 28 mm boulonnée à l'extrémité de la chaudière avec un boulon de 9,5 mm. La soupape de sécurité à gravité est

constituée de deux roues à boudin de 28 mm (71) montées boudin contre boudin sur une tringle de 4 cm traversant la bande de faite de la chaudière, suivant les figures, et maintenue en position par une bague d'arrêt à l'intérieur de la chaudière.

Détails de Montage de la Chaudière, du Foyer, etc...

La chaudière est montée au-dessus du foyer comme le montre la figure 1. Le foyer est illustré en détail sur la figure 7. Chaque côté est formé de cinq plaques sans rebords de 11,5

x 6 cm (56) qui sont boulonnées par leurs extrémités aux cornières de 25 trous (55) et (57). L'extrémité arrière est formée d'une plaque sans rebords de 14 x 9 cm (58) qui est boulonnée aux cornières (55) et (57) et de plus, renforcée par deux grands goussets d'assemblage (59) servant d'assises à la chaudière. L'extrémité située du côté de la porte du foyer comporte deux cornières de 9 trous (60) qui sont boulonnées aux cornières (55) et (57), de même que deux cornières horizontales de 11 trous. Deux poutrelles plates de 7 trous (61) peuvent alors être fixées entre ces dernières ainsi qu'il est visible sur la figure 7, sur lesquelles les deux autres grands goussets d'assemblage sont montés de manière similaire aux goussets (59) de l'extrémité arrière.

La porte du foyer est réalisée au moyen d'une

plaque de 6 x 6 cm par deux charnières Meccano (63) à l'une des poutrelles plates (61). Un support de rampe, traversé par une tringle de 2,5 cm, sert de poignée.

Le foyer est maintenant terminé et peut être placé sur le socle en le boulonnant à l'emplacement indiqué par les figures 1 et 8. Les boulons de fixation passent au travers des cornières (55) (figure 7) du foyer ainsi qu'au travers des plaques du socle, le tout étant placé de manière à couvrir intégralement l'emplacement prévu sur le socle (voir figure 2).

Ensuite, la chaudière doit être boulonnée en position au-dessus du foyer. Elle est immobilisée par boulonnage des flasques circulaires à rebords à la poutrelle plate de 11 trous de l'extrémité avant du foyer et à la plaque sans rebords (58) (figure 7) de l'extrémité arrière. Un seul boulon à chaque extrémité sera suffisant pour maintenir la chaudière en place.

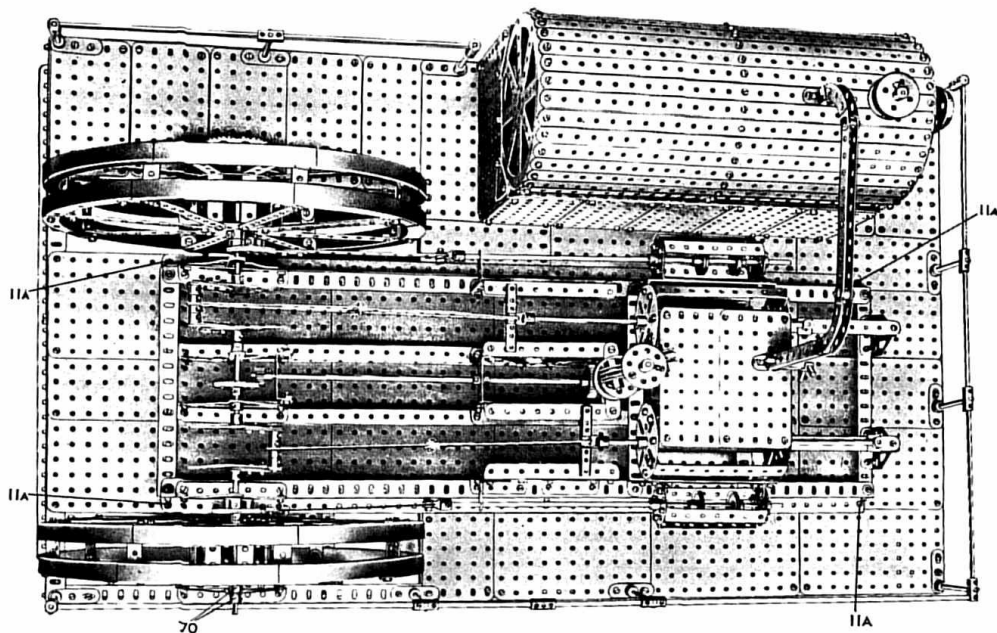


Fig. 8 : Vue en plan du modèle terminé

Comme sur modèle réel, il y a une conduite de vapeur principale (48), pour évacuer la vapeur de la chaudière vers le bloc cylindres (voir figure 4).

La conduite est constituée de quatre bandes de 11 trous et quatre bandes incurvées de 6 cm reliées ensemble. Elle est fixée à la chaudière au moyen de deux équerres boulonnées, d'une part, aux bandes incurvées et, d'autre part, à la chaudière. L'autre extrémité de la conduite est fixée à la partie supérieure du bloc cylindres par deux équerres (24) (figure 3).

La conduite de vapeur est munie d'une vanne d'arrêt (49) (figure 4) permettant de régler le passage de la vapeur dans le moteur. Elle est constituée d'une tringle de 5 cm tournant dans un cavalier et dans les bandes de 11 trous constituant la conduite. La tringle est maintenue par une bague d'arrêt, montée sur la tringle entre les deux bandes de 11 trous. Quatre chevilles filetées, vissées dans le cardan d'un accouplement universel ou d'un accouplement à cardan, monté sur la tringle de 5 cm forment un volant de manœuvre réaliste pour manipuler la vanne.

Pour compléter le modèle et ajouter au réalisme de son aspect, il reste à fixer les rampes autour du socle comme indiqué sur la figure 1. Les supports sont constitués de onze tringles courtes fixées sur des bras de manivelle. Remarquer que les supports d'angle utilisent des bras de manivelle simples alors que les supports intermédiaires utilisent des bras de manivelle doubles. Chaque support comporte à sa partie supérieure un accouplement pour tringle monté transversalement, suivant la figure 1. Ces accouplements pour tringle recevront les tringles de 20 cm et de 16,5 cm, formant les rampes.

Toutes les parties mobiles du moteur étant maintenant assemblées, des réglages peuvent être nécessaires. Chacun des excentriques (33c) doit être fixé solidement au vilebrequin avec un angle d'environ 90 degrés par rapport au maneton correspondant. Un soin particulier doit

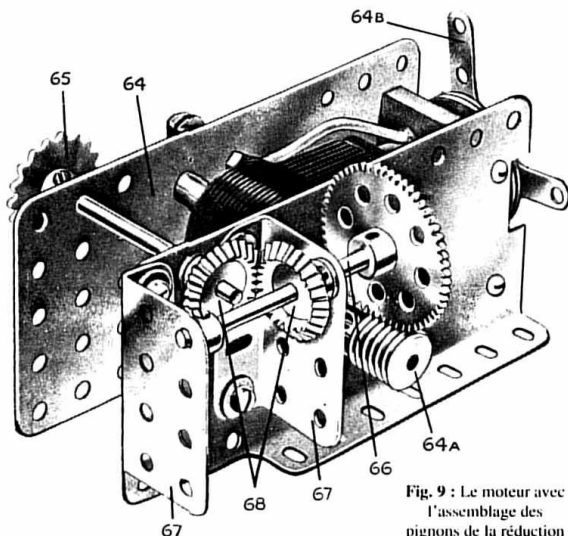


Fig. 9 : Le moteur avec l'assemblage des pignons de la réduction

être accordé à l'alignement des tiges de pistons, des têtes de bielles et du vilebrequin et il peut être nécessaire de faire quelques ajustements complémentaires sur ces pièces pour que l'ensemble fonctionne sans points durs. Lubrifier les engrenages, manetons de bielles, guides de têtes de bielles, tiges de pistons et paliers de vilebrequin, etc...

Il est judicieux de faire tourner le moteur au moyen des volants d'inertie et de vérifier que cette rotation s'effectue sans difficulté ni à-coups, l'origine de ces problèmes se trouvant le plus souvent dans un défaut d'alignement des tringles et des paliers. Une vérification soignée permettra rapidement de localiser le défaut.

Installation du Moteur d'Entraînement

Le modèle est animé par un moteur électrique Meccano de 6 Volts. Il doit être monté sur le socle selon la position (64) indiquée sur la figure 1. La figure 9 est une vue détaillée de l'ensemble moteur complet avec les engrenages chargés de transmettre le mouvement au vilebrequin.

L'axe de sortie du moteur porte une vis sans fin (64a) entraînant une roue dentée de 57 dents montée sur l'axe (66) tournant dans les équerres-cornières (67) boulonnées sur la face latérale du moteur. En plus de la roue dentée de 57 dents, la tringle (66) porte un pignon d'angle de 26 dents (68) entraînant un second pignon d'angle identique fixé sur une tringle traversant les faces latérales du moteur. Cette dernière tringle comporte également une roue de chaîne de 18 dents (65). Les deux tringles (66) et celle portant la roue de chaîne (65) sont maintenues en place au moyen de bagues d'arrêt. Des rondelles doivent être placées sur les tringles derrière les moyeux des pignons d'angle (68) afin de supprimer les jeux. Le mouvement est transmis du moteur au moyen d'une chaîne galle entre la roue de chaîne (65) et une roue de chaîne de 36 dents montée sur le vilebrequin, ainsi qu'il est montré sur la vue en plan du modèle (figure 8).

Liste des pièces nécessaires pour construire la Machine à Vapeur à Deux Cylindres Meccano

25 du N° 1	6 du N° 9a	2 du N° 14	1 du N° 27a	10 du N° 48c	4 du N° 76	4 du N° 103b	2 du N° 126a
2 du N° 1b	14 du N° 9b	2 du N° 15a	2 du N° 28	2 du N° 50a	1 du N° 81	22 du N° 108	2 du N° 130
12 du N° 2	1 du N° 9c	12 du N° 16a	2 du N° 30	17 du N° 52a	4 du N° 90a	8 du N° 109	4 du N° 133
38 du N° 2a	1 du N° 9d	1 du N° 16b	1 du N° 31	22 du N° 53a	6 du N° 94	6 du N° 111a	5 du N° 136
7 du N° 5	8 du N° 9e	5 du N° 18a	1 du N° 32	18 du N° 59	1 du N° 95a	2 du N° 111c	1 du N° 143
10 du N° 6	2 du N° 9f	5 du N° 18b	633 du N° 37	13 du N° 62	1 du N° 96	2 du N° 114	2 du N° 161
30 du N° 6a	22 du N° 12	3 du N° 20	13 du N° 37a	5 du N° 62b	8 du N° 99	4 du N° 115	1 du N° 165
4 du N° 7	2 du N° 12a	2 du N° 20a	28 du N° 38	10 du N° 63	8 du N° 99a	2 du N° 116a	2 du N° 166
15 du N° 7a	38 du N° 12b	8 du N° 22	1 du N° 45	4 du N° 63b	4 du N° 99b	2 du N° 118	1 moteur
15 du N° 8	7 du N° 13	6 du N° 24	19 du N° 48	9 du N° 70	2 du N° 103	32 du N° 119	électrique
4 du N° 8b	5 du N° 13a	1 du N° 26	8 du N° 48b	1 du N° 72			