1. BUT DE LA FICHE TECHNIQUE

Dans les activités de notre association, nous réalisons des locomotives mues par les moteurs à vapeur vive, sur voies de 45 mm d'écartement, d'où **VAPEUR 45** ! Dans cet écartement, il est possible de concevoir des machines au 1/32e, 1/22e et 1/13e soit respectivement pour l'écartement normal de 1,435 m, 1 m et 0,60 m.

En exploitation, le matériel est parfois soumis à de rudes épreuves, du fait de la chaleur dégagée par la chaudière et le brûleur, et des projections d'eau et d'huile. Nous subissons des contraintes que les modèles électriques n'ont pas. De ce fait, pour limiter nos ambitions, il est nécessaire d'accepter quelques compromis.

Afin d'unifier le matériel de chacun, au niveau de certains éléments de la machine et du matériel roulant, nous avons créé des normes internes au club et compatibles avec la norme MOROP. Le but de cette fiche est de présenter, à titre indicatif, les normes au niveau du matériel ferroviaire en 45 mm de **VAPEUR 45**.

Normes MOROP : https://www.morop.org/index.php/fr/nem-normes.html

2. SOMMAIRE

1. But de la fiche technique 1
2. Sommaire 1
3. Généralités sur les Tampons de chemin de fer 1
4. Crochet à chaîne pour le 1/32e 2
5. La chaine à trois maillons 4
6. Attelage à choquelle pour le 1/32e 6
7. Chaînes de sécurité pour le 1/32e 9
8. Tampons pour le 1/32e 10
9. Tampons de chemin de fer pour matériel au 1/22e et 1/13e 13
10. Généralités sur les Essieux 17
11. Constitution des essieux 17
12. Essieu non suspendu pour locomotives au 1/32e 18
13. Essieu suspendu pour locomotives au 1/32e 21
14. Calage des roues 24
15. Essieu pour locomotives au 1/22e avec essieu monobloc 26
16. Essieu pour locomotives au 1/22e avec roues réglables 28
17. Essieu de matériel remorqué à fusées 29
18. Essieu de matériel remorqué à fusées non suspendu pour le 1/32e 30
19. Essieu de matériel remorqué à fusées suspendu pour le 1/32e 33
20. Bogie pour matériel remorqué au 1/32e 36
21. Bielles et accesoires 42

3. GÉNÉRALITÉS SUR LES TAMPONS DE CHEMIN DE FER

Ils sont composés d'un plateau, surface métallique plane d'un côté de l'attelage et bombée de l'autre, qui entre directement en contact avec le tampon d'un autre véhicule, et d'un ressort emprisonné dans un boisseau, destiné à amortir les chocs. Les plateaux peuvent être de forme ronde ou rectangulaire. En fonction de l'échelle utilisée, le système de tamponne-

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

ment sera équipé d'un tampon central, principalement pour le 1/22e et le 1/13e et de deux tampons répartis de part et d'autre de l'attelage pour le 1/32e.

En règle générale nous apprécions de faire rouler des convois pour le plaisir bien sûr, mais aussi pour réguler la vitesse des machines, qui a cette échelle sont rarement radiocommandée. Commençons par décrire nos pratiques d'attelage.

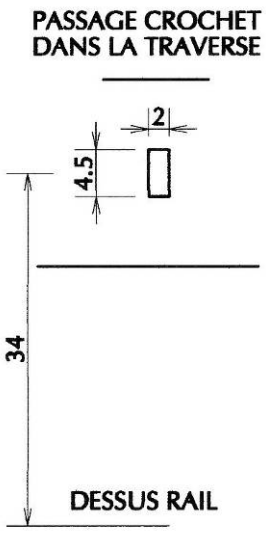
En modélisme ferroviaire à vapeur vive, l'attelage est crucial et doit permettre :

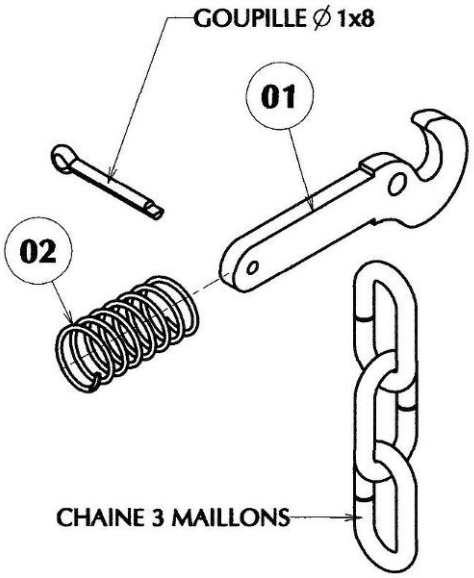
- de prendre des courbes de faible rayon.
- de s'adapter facilement aux positions relatives de la remorque par rapport au véhicule tracteur.
- d'être fiable
- d'être robuste

Et tant pis, si elle est loin de ressembler aux attelages réels !

4. CROCHET À CHAÎNE POUR LE 1/32e

Le crochet d'attelage à chaîne est composé d'un crochet Rep. **01** et d'un ressort Rep. (**02**) permettant une relative souplesse au démarrage, et d'une chaîne à 3 maillons. *(Voir plus loin chapitre 5)*. Le ressort est maintenu en place par une goupille fendue de 1x8.

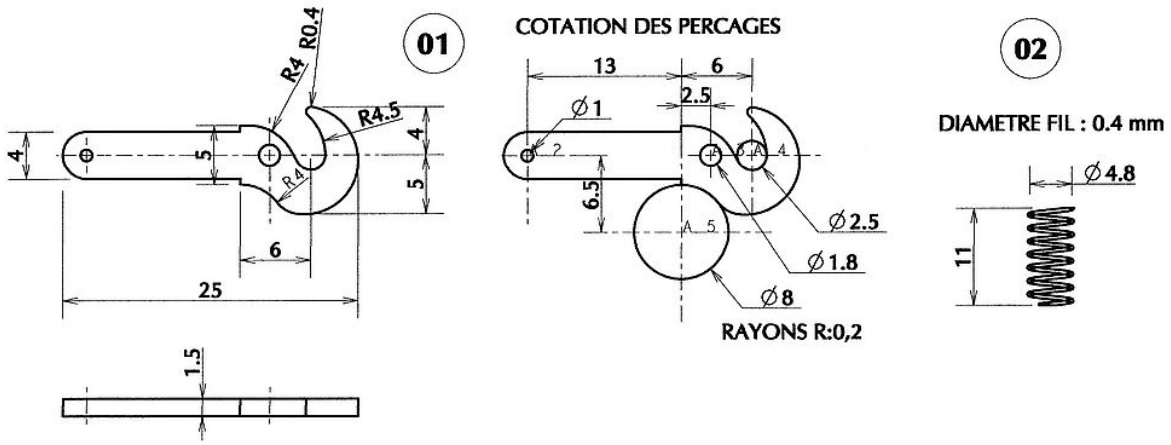




Dans la vue de gauche, plan du passage du crochet dans la traverse.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

4.1. Note d'atelier du crochet



La tête de crochet est munie d'un bec et percée d'un œil recevant soit une chaîne soit un attelage dit à choquelle *(voir chapitre attelage à choquelle)*.

C'est à n'en pas douter la partie la plus délicate de la fabrication des attelages et surtout la plus longue. Etant donné le nombre important d'attelages à faire, l'utilisation du "moulage en métal blanc" est souhaitable. Mais pour faire un moule, il faut un modèle qui sera dupliqué par usinage répété ou par moulage.

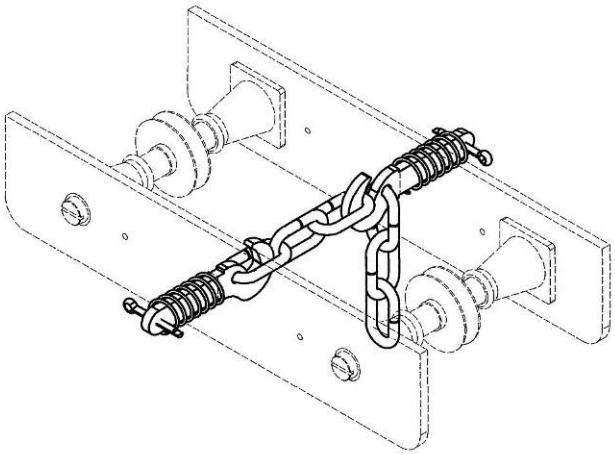
Voir moulage en métal blanc : http://vapeur45.fr/fonderie/moulage-metal-blanc-moule-silicone ou fiche technique ***FPe16***.

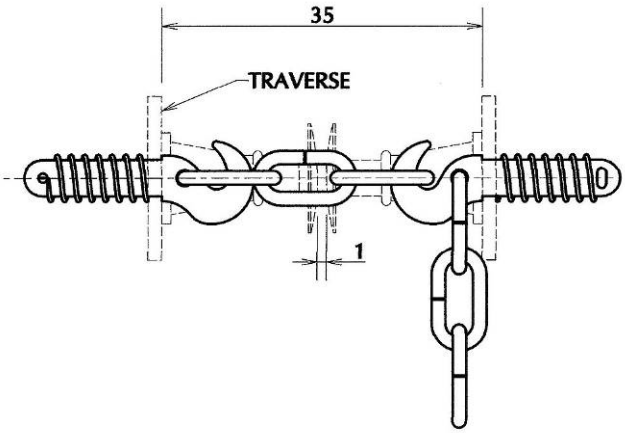
Les trois étapes suivantes de l'usinage d'un crochet d'attelage sont : perçage, découpe et façonnage :

- dans de la tôle de laiton de 2 mm, réaliser les perçages sur une fraiseuse en "cotes machine" par rapport aux deux bords de la tôle. Sur perceuse, faire le traçage et les pointages avant perçage *(voir cotation des perçages sur le schéma)*
- découpe à la scie et à la lime aiguille de la forme finale.
- finition des arrondis à la lime.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

4.2. Accouplement de deux véhicules

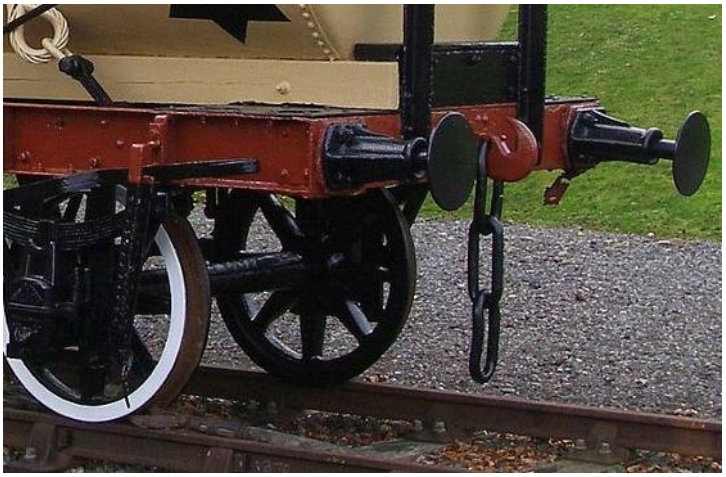




Dans la réalité, les tampons assurent en permanence un contact souple entre les véhicules et amortissent les chocs qui se produisent à l'accostage et en marche sous l'effet d'à-coups de traction et de freinage. Dans notre cas, nous avons un léger jeu de l'ordre du mm entre les tampons permettant à l'ensemble du convoi une certaine flexibilité pour les passages en courbe.
Les organes de traction d'un véhicule sont disposés à chaque extrémité du véhicule, sur les traverses, dans l'axe longitudinal du châssis. Les organes de traction comprennent un crochet de traction, un tendeur d'attelage, un crochet de tendeur au repos (accessoire de sécurité) et un organe élastique ou ressort de traction fixé sur le châssis.

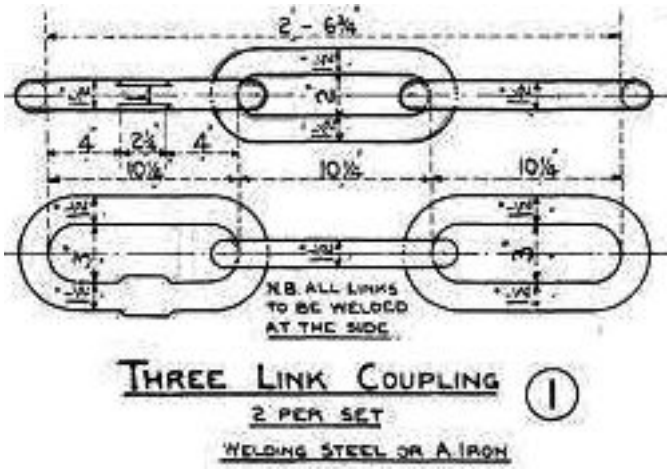
5. LA CHAINE À TROIS MAILLONS

L'attelage anglais des débuts est une simple chaîne à trois maillons, le fameux "three link chain", rudimentaire, grossier mais très solide, et qui durera longtemps sur le réseau britannique, jusque vers les années 1950-60. L'attelage avec tendeur à vis nait rapidement, dès les années 1840. La fourgonnette du gardien à l'arrière du train a été utilisée pour aider à contrôler le train en maintenant les attelages tendus.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

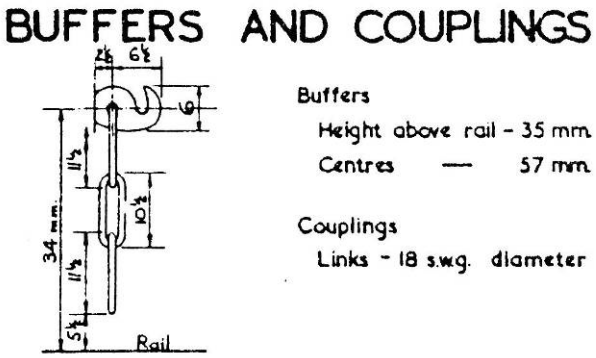
Après divers essais d'attelage, **VAPEUR 45** a adopté ce type d'accouplement qui est d'ailleurs utilisé en Angleterre par l'association Gauge one.



Le "three link coupling" est le terme technique anglais pour désigner les premiers attelages faits de trois maillons d'une simple chaîne.

Il pose deux problèmes :

- du jeu qu'il laisse une fois attelé, entre les deux véhicules.
- le processus de désaccouplement s'avère un peu fastidieux pour retirer le maillon de la chaîne du crochet.



Norme pour le Gauge 1

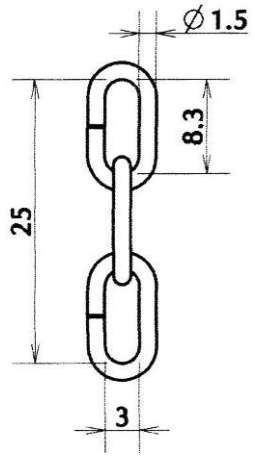
Pour pallier ce problème de découplage des wagons, la plupart des modélistes utilisent une pince "brucelle".

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

5.1. Notes d'atelier

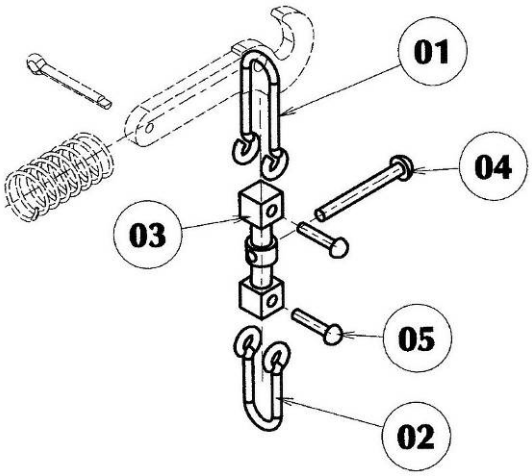
L'entraxe des 3 maillons nous donne 30"3/4 soit environ 780 mm, ramené au 32e, cela nous donne 24,4 mm. Ci-contre, le schéma de l'attelage qu'utilise **VAPEUR 45**.

Pour ce faire, nous utilisons une barre en laiton de 8 mm x 2 mm sur laquelle nous enroulons en spirale un fil de laiton recuit de 1,5 mm de diamètre. Ensuite, sciage à l'aide d'une scie ayant une denture coupante de 0,3 mm. Il suffit alors d'assembler 3 maillons ensemble, il n'est pas nécessaire de souder les maillons, le métal est suffisamment résistant.

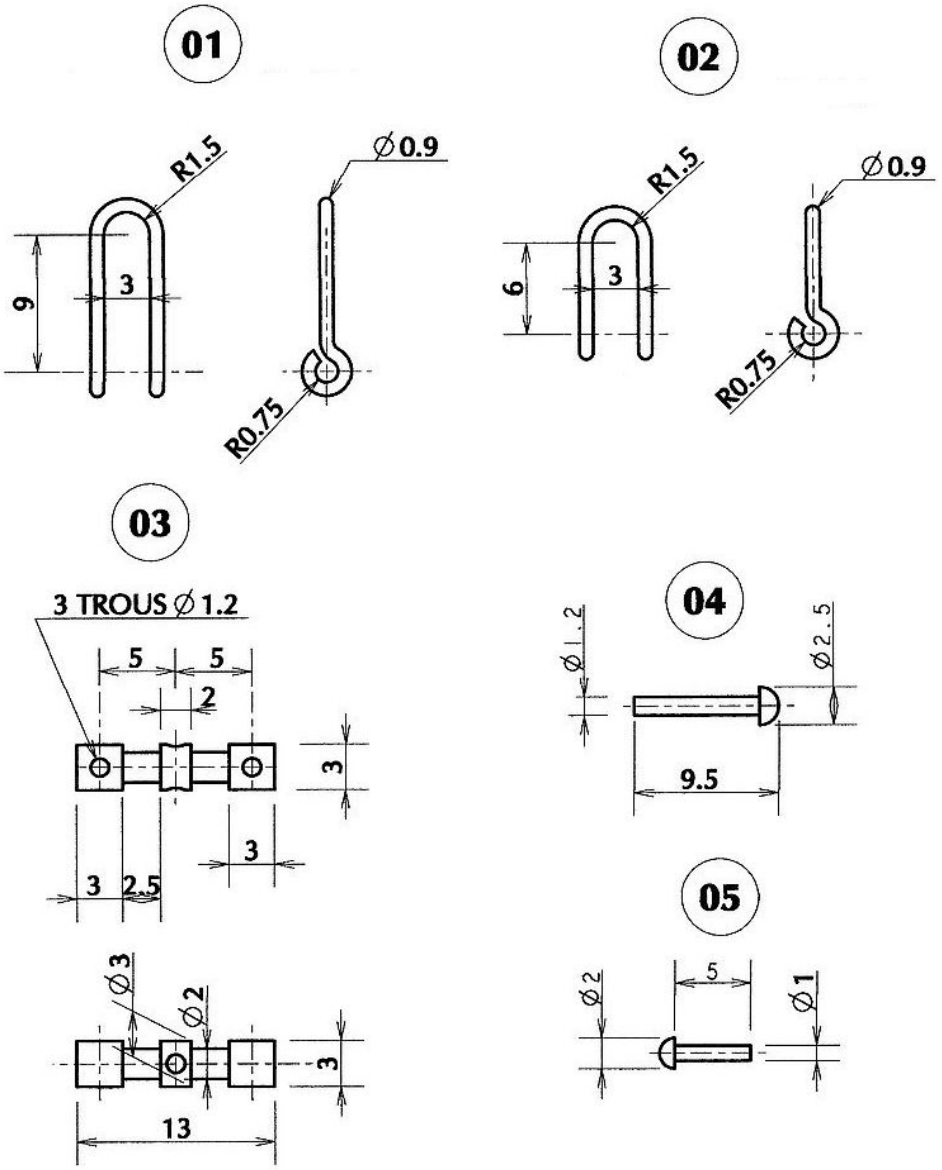


6. ATTELAGE À CHOQUELLE POUR LE 1/32e

C'est un attelage à vis, dit à choquelle qui comporte deux maillons reliés par une vis à pas contraires. Nous donnons ici un plan de réalisation d'un attelage à choquelle, néanmoins, pour l'exploitation, cet attelage n'est pas satisfaisant du fait du manque de souplesse dans les articulations *(arthrose !)*. Lorsque la locomotive ralentit un peu brusquement, l'attelage a tendance à se décrocher. Ça reste tout de même un bel objet.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***



6.1. Notes d'atelier

Matériel nécessaire :

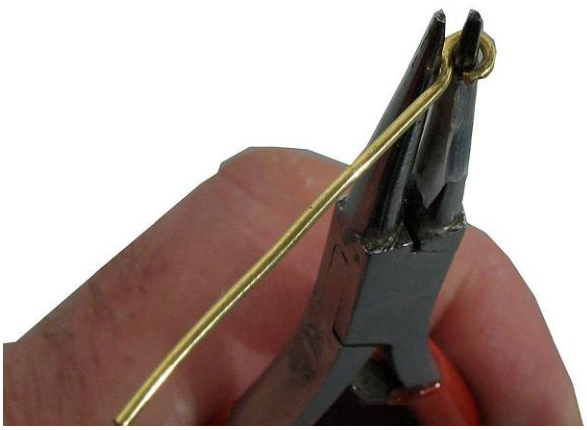
- Carré laiton de 3x3
- Fil de laiton recuit de Ø = 0,9
- Clous laiton d =1,2 Rep. **04**
- Clous laiton d =1 Rep. **05**

Réalisation des manilles :

Il n'y a aucune difficulté et avec un peu d'habitude, cela va très vite surtout si vous travaillez par séries de pièces.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Matériel nécessaire à la réalisation des manilles : pince à becs ronds, pince à anneler petit modèle (pas indispensable) et bien sur du fil de laiton de diamètre 0,9mm.



Pour la manille Rep. **01**, il faudra une longueur de fil d'environ 31 mm et pour la manille Rep. **02**, 25 mm.

Sur la photo de gauche, la première boucle est réalisée à l'aide d'une pince ronde. Sur la photo de droite, après la réalisation de la deuxième boucle, prendre la pièce en son milieu avec une pince à anneler et fermer la pince tout en appuyant sur les bords de la pièce pour favoriser la mise en forme.

Après retouches éventuelles, vous pouvez obtenir une pièce parfaitement symétrique.

Réalisation des écrous à tourillons :

Pour l'usinage des dés et des écrous à tourillons, nous utiliserons du profilé carré en laiton de 3x3. Si vous ne possédez pas de mandrin de tour à quatre mors, il est possible d'utiliser le mandrin à trois mors en interposant entre les mors et le profilé carré un bout de tube fendu d'environ 4,1 mm intérieur :

- dresser l'extrémité du carré
- avec un outil pelle, effectuer la partie cylindrique diamètre 2 mm
- tourner la partie centrale au diamètre 3
- avec un outil pelle, effectuer la deuxième partie cylindrique au diamètre 2 mm
- après sciage, dresser l'autre extrémité.

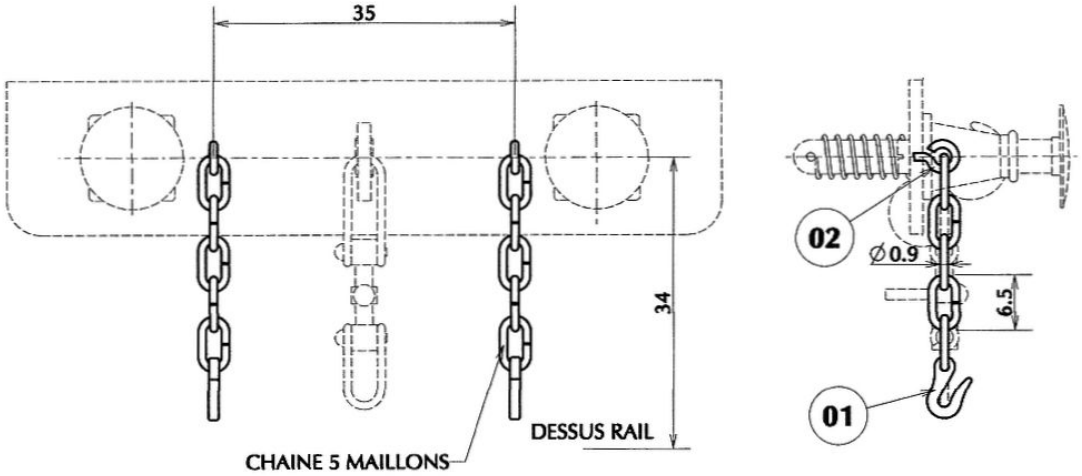
Pour chaque opération, rester le plus près possible du mandrin afin d'éviter le porte à faux.

- Ensuite, effectuer les perçages

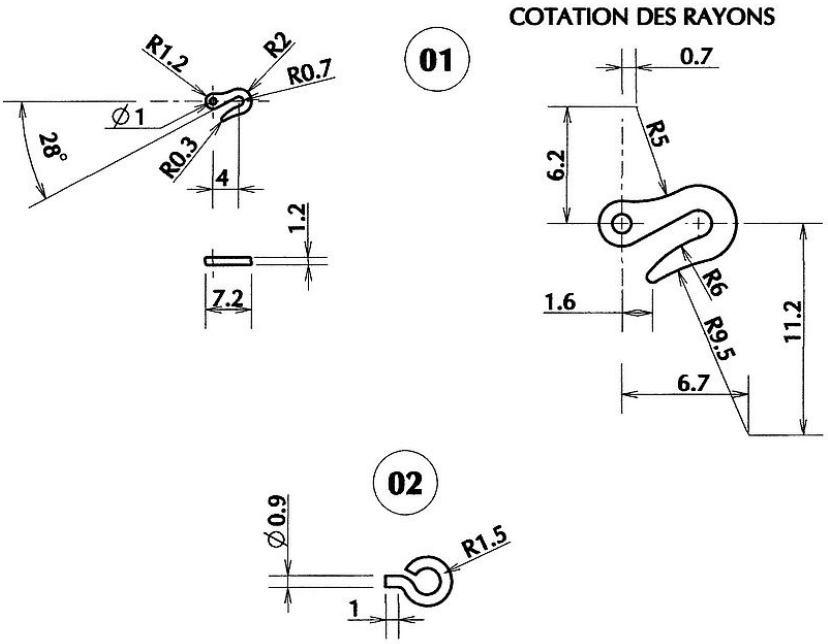
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

7. CHAÎNES DE SÉCURITÉ POUR LE 1/32E

Position des chaînes de sécurité sur la traverse.



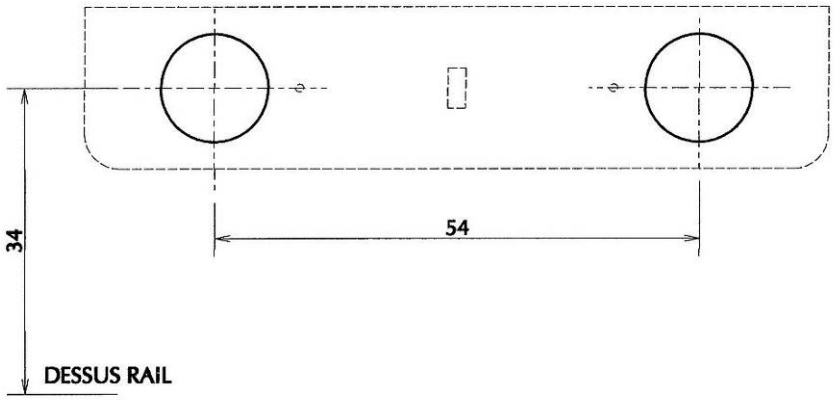
Les chaînes de sécurité sont disposées de part et d'autre de l'attelage. Le crochet (**01**) sera ici également réalisé par moulage en métal blanc. La chaîne peut être réalisée par la même méthode que la chaîne "three link coupling" et comporte 5 maillons. Le crochet (**02**) sera à souder à l'étain sur la traverse du véhicule.



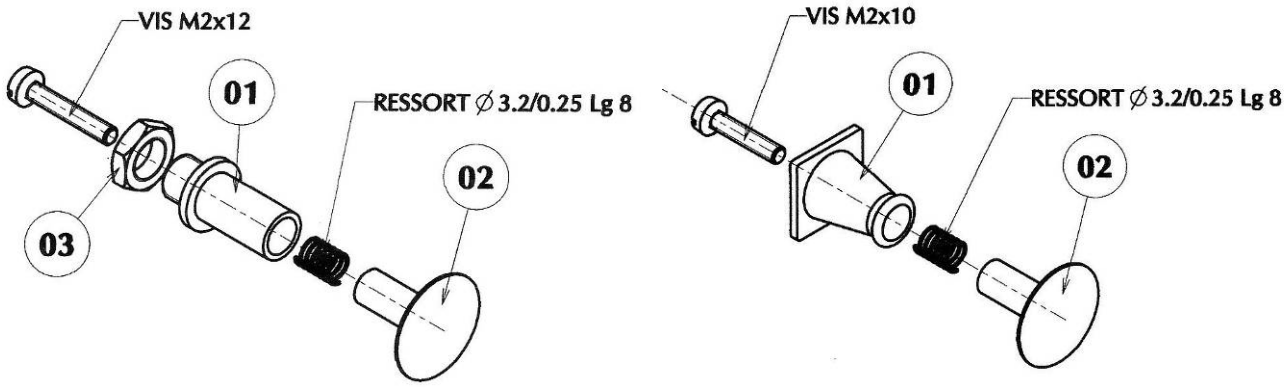
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

8. TAMPONS POUR LE 1/32e

Position des tampons sur la traverse.



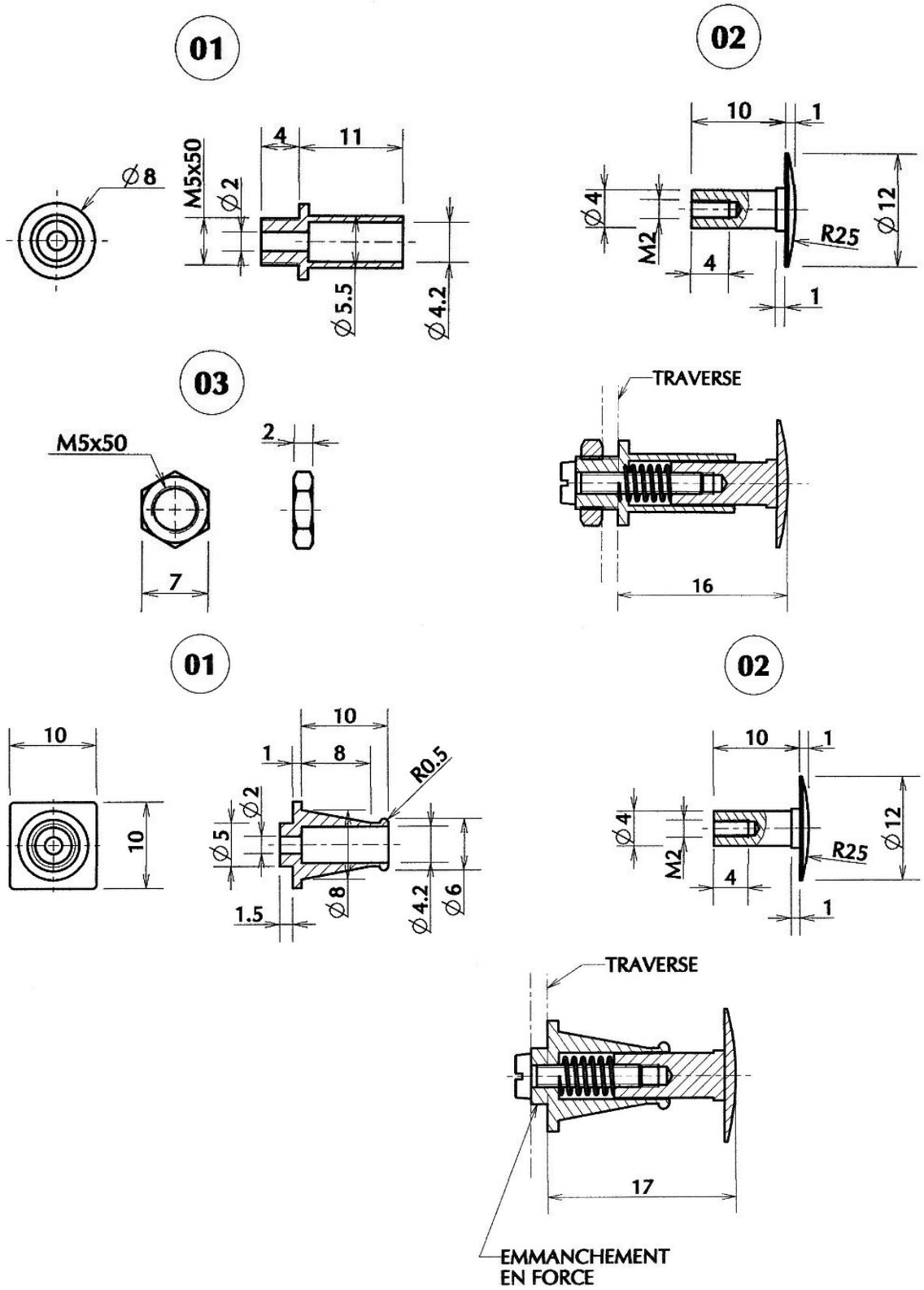
La disposition usuelle des tampons n'est guère satisfaisante dans les courbes, puisqu'ils doivent se comprimer plus fortement du coté du centre du rayon. Avec l'utilisation des attelages à chaîne, il est nécessaire d'avoir le ressort du tampon le plus souple possible. Le mouvement du tampon dans la boite du tampon doit se faire sans accrochage.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

FTe03

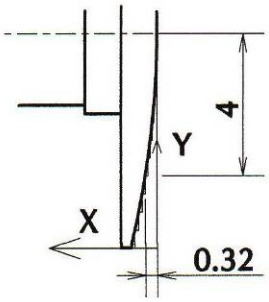


*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Note d'atelier :

Réalisation de la partie sphérique du tampon Rep. **02**

La réalisation de la demi-sphère peut se faire de plusieurs manières, soit par un outil de forme, soit par un appareil à tourner les rayons. Nous vous proposons une méthode par crènelage, c'est-à-dire en tournant des passes successives de diamètres différents et de longueurs différentes en effet d'escalier, sur un tour classique sans lecteur digital.
Les passes seront réalisées avec des coordonnées calculées. La finition se fera à l'aide d'une lime douce.



La profondeur de passe (en Y) dépendra bien sûr du diamètre de la sphère à réaliser. Une sphère de 50 mm de diamètre, par exemple, demandera des passes de 1 mm. Dans notre cas, nous avons également un diamètre de 50, mais ne concerne que la partie centrale sur un diamètre 12 mm, nous aurons des passes de 0,5 mm au rayon soit 12 passes. Pour chaque passe, il faudra calculer la longueur de passe (en X) par la formule suivante :

$$\mathbf{Lp} = \mathbf{R} - (\mathbf{R}^2 - (\mathbf{R} - \mathbf{Np} * \mathbf{Pp})^2)^{(1/2)}$$ [1]

Lp = Longueur de passe *(axe X du chariot porte outil)*
R = Rayon de la sphère
Np = Numéro de passe
Pp = Profondeur de passe *(axe Y du chariot transversal)*

Nombre de passes = **R** / **Pp**

Voici le tableau reprenant l'ensemble des cotes. Pour une meilleure définition dans les premières passes, nous avons opté, pour les 4 premières passes, pour une **Pp** de 0,1 mm et pour les suivantes, pour une **Pp** de 0,2 mm.

Pour la finition, il suffit d'écrêter les arêtes à l'aide d'une lime douce après avoir, au préalable, enduit la sphère de bleu de traçage. Lorsqu'il ne reste qu'un fin filet à chaque passe, effectuer la finition au papier émeri très fin.

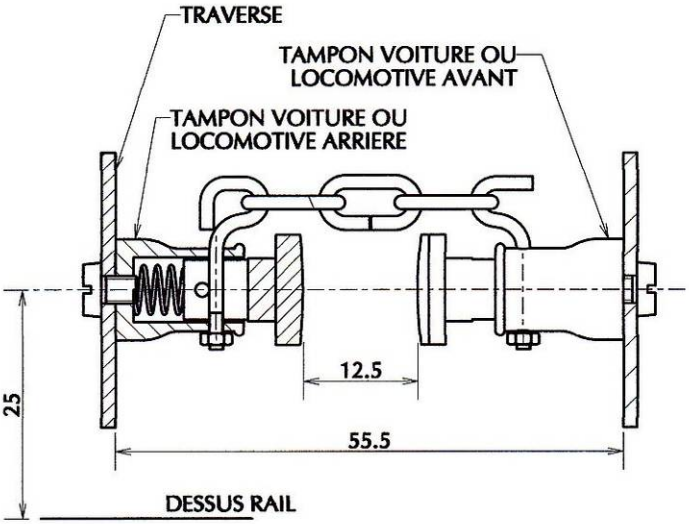
Np	Rayon passe	Lp
1	6	0,73
2	5,5	0,61
3	5	0,51
4	4,5	0,41
5	**4**	**0,32**
6	3,5	0,25
7	3	0,18
8	2,5	0,13
9	2	0,08
10	1,5	0,05
11	1	0,02
12	0,5	0,01

[1] *(1/2) est égal à la racine carrée*

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

9. TAMPONS DE CHEMIN DE FER POUR MATÉRIEL AU 1/22e ET 1/13e

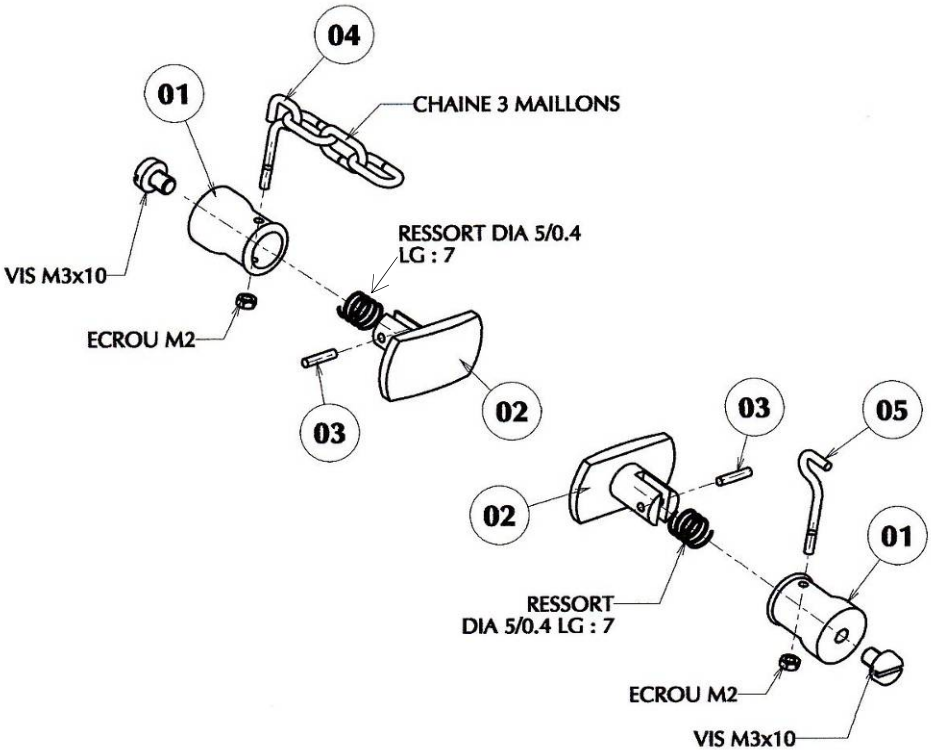
Pour une locomotive ou un matériel roulant, wagons ou voitures, nous trouverons un tampon avant sans chaîne et un tampon arrière avec une chaîne de 3 maillons. En définitive, nous utilisons la même chaine pour nos machines au 22e ou au 32e. Sinon, la différence de longueur serait trop préjudiciable d'un point de vue esthétique, étant donné que la longueur de la chaîne ramenée au 22e serait de 35 mm ; ce qui donnerait un espace trop important entre chaque voiture.



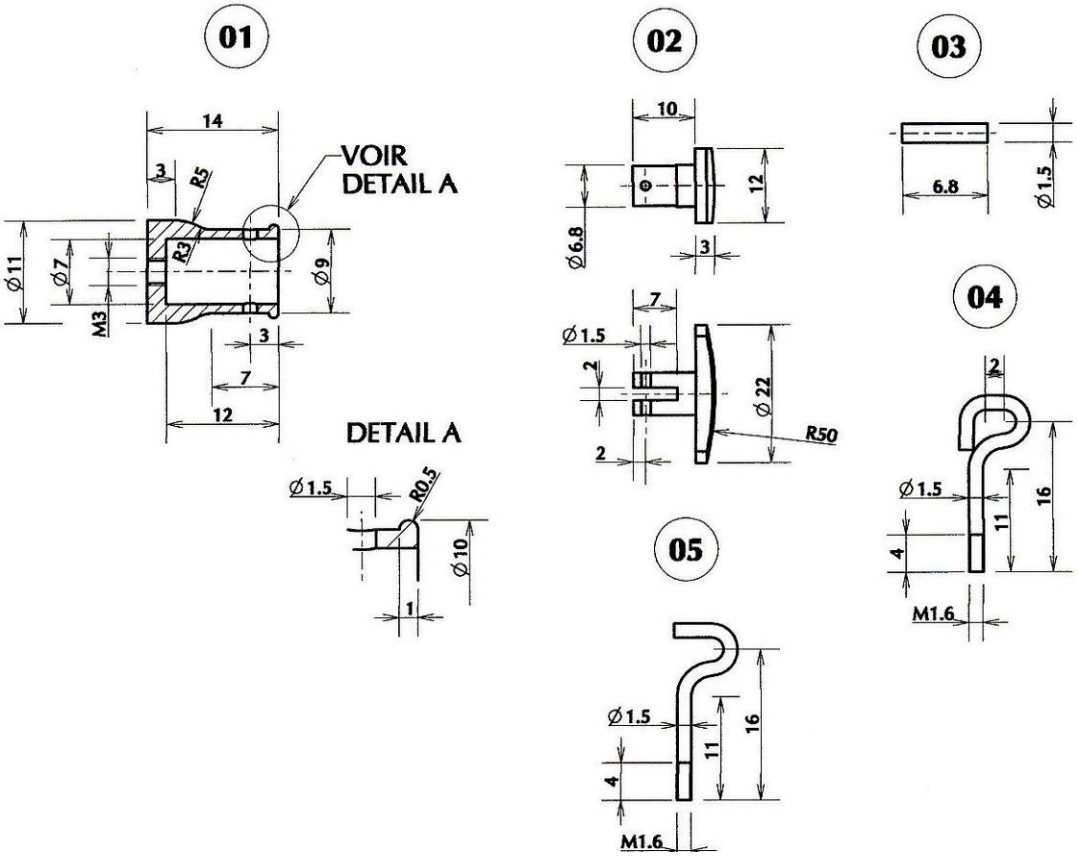
9.1. Description

La tige du tampon Rep. **02** pénètre dans la boite du tampon Rep. **01**, elle est maintenue par le crochet Rep. **04** ou **05** et la goupille Rep. **03**. Le ressort Rep. **07** joue le rôle d'amortisseur.

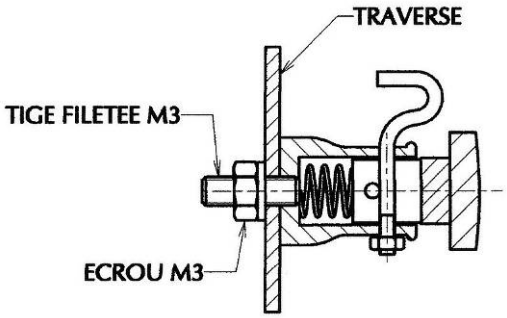
Ci-dessous le plan d'ensemble des deux tampons avec le plan de détail des éléments.



Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45



Dans le cas où l'encombrement intérieur du châssis ne permet pas de placer une vis, il est possible de fixer les tampons à l'aide d'une tige filetée collée au frein filet fort dans la boite de tampon, et d'un écrou.

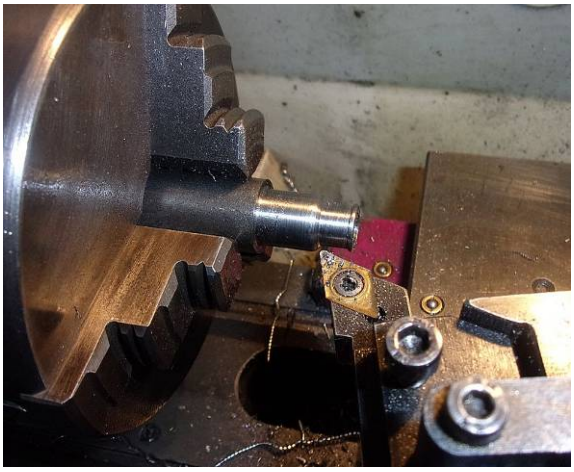


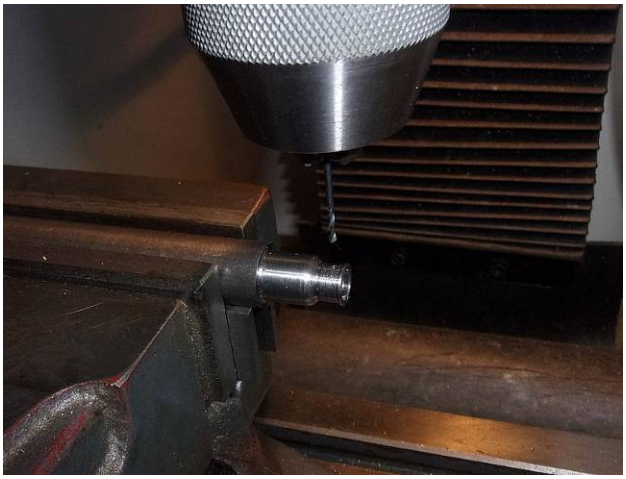
9.2. Note d'atelier

Les éléments Rep. **01** et **02** peuvent être réalisés en acier ou en laiton. La boite de tampon Rep. **01** ne pose pas de problème de réalisation, tournée dans du rond de 12 mm. Le tampon Rep. **02** est réalisé en deux pièces, la tige du tampon réalisée dans du rond de 7 mm, le tampon dans du plat de 4x12 lg : 25 mm. Mettre la tige à longueur 14 et percer le plat en son centre d'un trou de diamètre 7, positionner la tige dans le plat et braser l'ensemble à

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

l'argent, attention à l'orientation de la rainure par rapport au tampon. Les pièces Rep. **03**, **04** et **05** seront réalisées dans du fil de laiton de 1.5 mm. Par convention, le crochet recevant la chaîne Rep. **04** est placé à l'arrière du véhicule, et le crochet Rep. **05** sur le tampon avant.





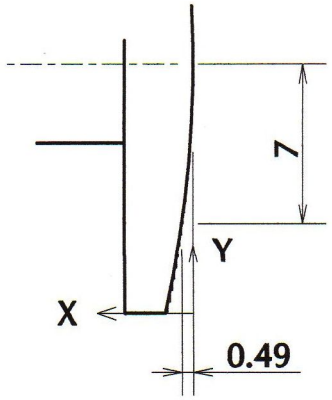
Tournage de la boite de tampon et perçage du trou de passage du crochet de la boite de tampon.

*Tournage de la tige du tampon et perçage du trou de passage de la goupille Rep. (**03**)*

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Réalisation de la partie sphérique du tampon Rep. **02**

La réalisation de la demi-sphère peut se faire de plusieurs manières, soit par un outil de forme, soit par un appareil à tourner les rayons. Nous vous proposons une méthode par crènelage, c'est-à-dire en tournant des passes successives de diamètres différents et de longueurs différentes en effet d'escalier, sur un tour classique sans lecteur digital.
Les passes seront réalisées avec des coordonnées calculées. La finition se fera à l'aide d'une lime douce.



La profondeur de passe (en Y) dépendra bien sûr du diamètre de la sphère à réaliser. Une sphère de 50 mm de diamètre, par exemple, demandera des passes de 1 mm. Dans notre cas, nous avons un diamètre de 100, mais ne concerne que la partie centrale de la sphère sur un diamètre 22 mm, nous prendrons des passes de 0,5 mm au rayon soit 22 passes. Pour chaque passe, il faudra calculer la longueur de passe (en X) par la formule suivante :

$$\mathbf{Lp} = \mathbf{R} - (\mathbf{R}^2 - (\mathbf{R} - \mathbf{Np} * \mathbf{Pp})^2)^{(1/2)} \quad (2)$$

Lp = Longueur de passe *(axe X du chariot porte outil)*

R = Rayon de la sphère
Np = Numéro de passe
Pp = Profondeur de passe *(axe Y du chariot transversal)*

Nombre de passes = **R** / **Pp**

Voici le tableau reprenant l'ensemble des cotes. Pour une meilleure définition dans les premières passes, nous avons opté, pour les 4 premières passes, pour une **Pp** de 0,1 mm et pour les suivantes, pour une **Pp** de 0,2 mm.

Pour la finition, il suffit d'écrêter les arêtes à l'aide d'une lime douce après avoir, au préalable, enduit la sphère de bleu de traçage. Lorsqu'il ne reste qu'un fin filet à chaque passe, effectuer la finition au papier émeri très fin.

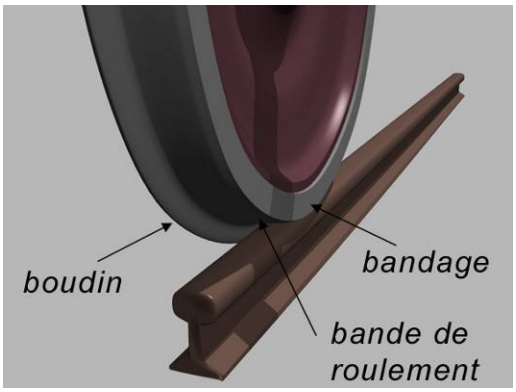
Np	Rayon passe	Lp
1	12	1,46
2	11,5	1,34
3	11	1,23
4	10,5	1,11
5	10	1,01
6	9,5	0,91
7	9	0,82
8	8,5	0,73
9	8	0,64
10	7,5	0,57
11	**7**	**0,49**
12	6,5	0,42
13	6	0,36
14	5,5	0,3
15	5	0,25
16	4,5	0,2
17	4	0,16
18	3,5	0,12
19	3	0,09
20	2,5	0,06
21	2	0,04
22	1,5	0,02

[2] *(1/2) est égal à la racine carrée*

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

10. GÉNÉRALITÉS SUR LES ESSIEUX

L'essieu est un ensemble mécanique constitué de deux roues et d'un axe transversal.



La partie intérieure de la roue, qui permet d'assurer le guidage en prenant appui sur les faces latérales du haut du rail, est appelée le boudin ou mentonnet.

La partie de la roue qui rentre en contact et se pose sur la surface du rail est appelée la bande de roulement.

Le bandage, ou bande de roulement, est une couche d'usure fixée autour de la jante d'une roue. C'est donc elle qui supporte l'usure due au contact avec la voie, et non la jante.

Source : Wikipédia

11. CONSTITUTION DES ESSIEUX

Nos roues sont des roues pleines en acier doux ou à rayons en laiton moulé mais plus souvent en mécano soudé. Pour les roues à rayon, le bandage sera en laiton avec la possibilité d'apporter une bande de roulement en acier. Comme dans la réalité, les roues sont solidaires entre elles par l'intermédiaire d'un axe en acier étiré, emmanchées avec un léger jeu et collées au LOCTITE fort.

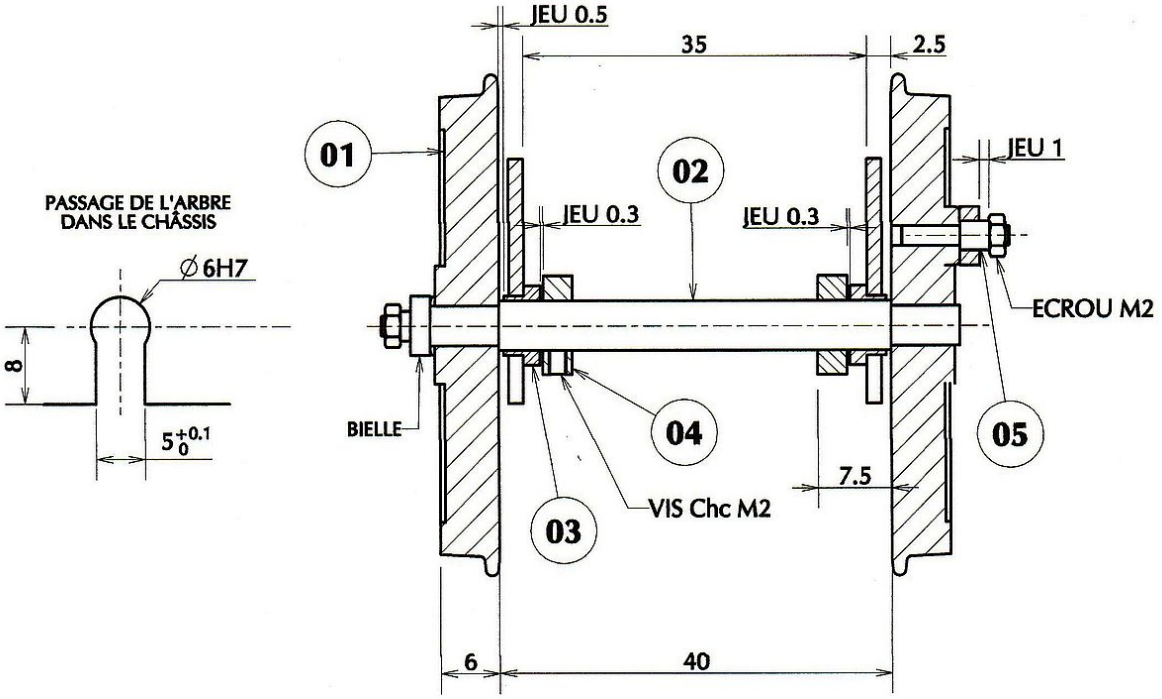
Dans le cas de locomotives suspendues, les axes passent dans des "boîtes d'essieu" en laiton ou bronze, formant palier et par lesquelles le poids du véhicule est transmis aux roues.

Nous savons que lors d'une courbe, le point de tangence entre la roue et le rail se déplace. C'est grâce à la forme conique de la surface de la roue que le braquage du véhicule peut être réalisé. Le jeu entre le boudin et le rail ainsi que les jeux entre le châssis et les roues permettent à la locomotive de s'inscrire radialement dans les courbes. Une autre solution consiste, dans le cas d'une 030 par exemple, de supprimer le boudin pour l'essieu médian

Fonderie de la roue de la locomotive "Bicyclette 120T" et roue mécano-soudé de la locomotive "030 FIVES-LILLE". (Voir http://vapeur45.fr/bicyclette-120t)

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

12. ESSIEU NON SUSPENDU POUR LOCOMOTIVES AU 1/32E



Voici le principe de montage d'un essieu moteur, non suspendu, pour une locomotive au 1/32e. Le châssis étant à l'intérieur des roues, on effectue dans le châssis un alésage d'un diamètre de 6H7 avec une rainure du diamètre de l'axe des roues *(voir à gauche du schéma)*. Pour le montage, on introduit l'essieu par la rainure et on positionne l'arbre grâce aux paliers Rep. **03**. Le palier est maintenu radialement par une bague d'arrêt Rep. **04**.
Le jeu radial de l'essieu est de l'ordre de 0,3 à 0,5 mm. En fonction du nombre d'essieux, le jeu au niveau de la bielle peut être plus ou moins important. Généralement, on utilise de la tôle de 1,5 mm pour les flancs du châssis, ce qui nous donne un espace libre de 35 mm entre les flancs.

12.1. Emmanchement des roues

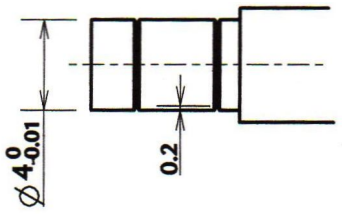
Nous effectuons les emmanchements de roue sur l'axe par collage au frein filet fort. Le frein filet rouge de la marque LOCTITE est celui qui présente la résistance la plus élevée. Ce produit anaérobie polymérise complètement en 24 heures et se présente sous forme liquide ou semi-solide. Le temps de manipulation est d'environ 5 min.

Note d'atelier :

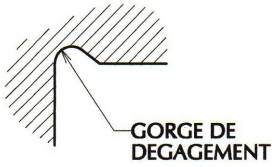
- Nettoyer les surfaces des pièces à assembler avec un coton tige trempé dans de l'acétone
- Laisser sécher environ 5 min
- Appliquer une goutte de frein filet sur l'axe puis assembler l'axe à la roue
- Laisser prendre 15 min, puis recommencer pour la roue à l'autre extrémité de l'axe. Bien que la prise soit complète après une période de 12 h environ, le joint est suffisamment solide après 15 min.
- Pour le calage (quartage) des roues, voir le chapitre "Calage des roues".

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

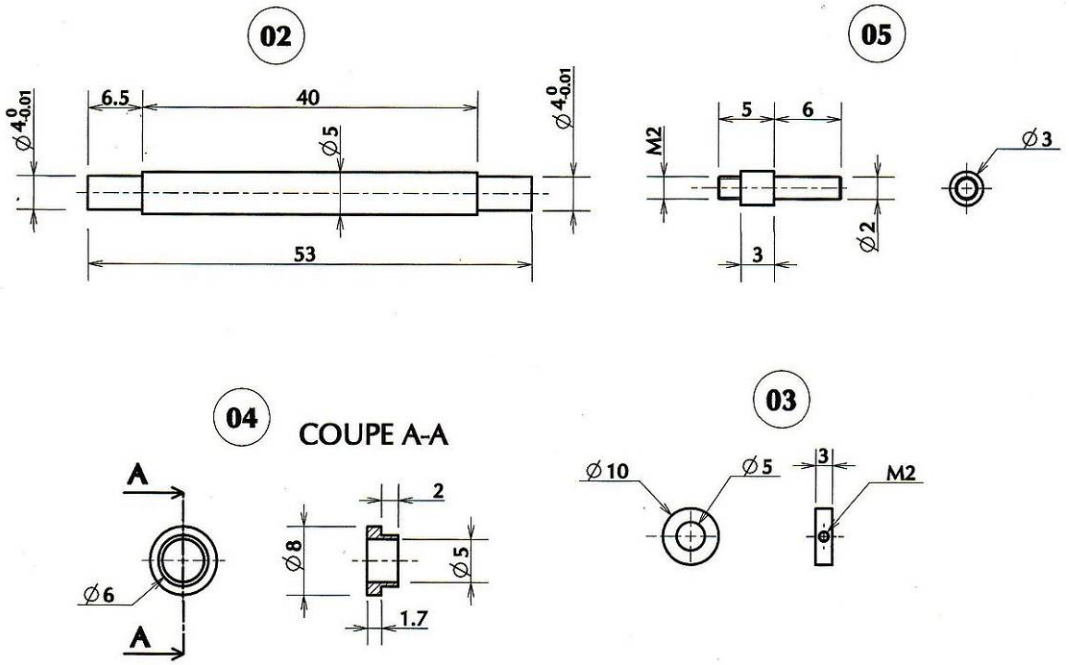
Les axes seront usinés avec une tolérance H7g6, soit un ajustement glissant juste, entre la roue et l'axe. Nous préconisons d'effectuer deux rainures de 0,2 mm de profondeur pour la colle. Ces rainures peuvent s'usiner simplement au moyen d'un outil à fileter.



Au niveau du raccordement de l'épaulement, il y a lieu de prévoir également une gorge de dégagement arrondi afin de bien plaquer la roue sur l'épaulement de l'axe. La forme sera fonction du profil de l'outil.



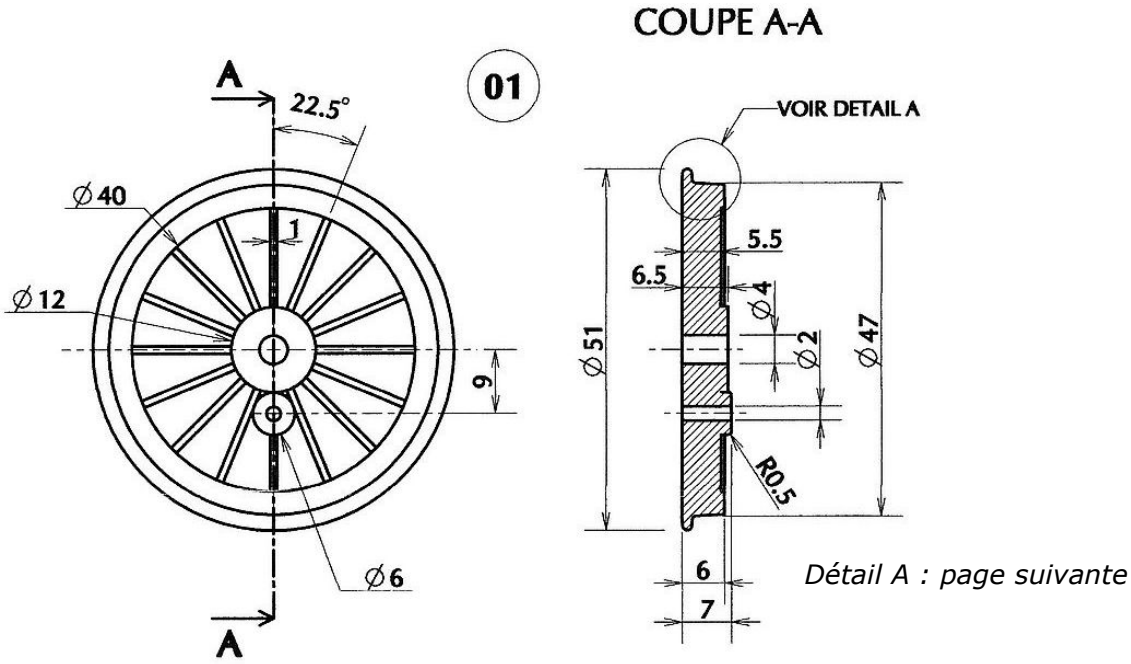
12.2. Détail des éléments de l'essieu



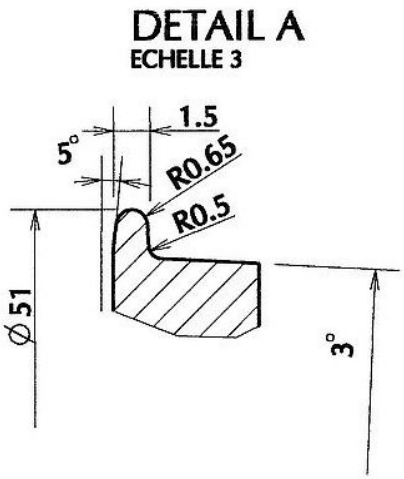
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

12.3. Détail de la roue

Nous vous présentons ici le détail d'une roue à rayons de la locomotive 030 FIVES-LILLE au 1/32e, vous trouverez les notes d'atelier dans la fiche pédagogique ***FPe31*** sur le site de **VAPEUR 45** http://vapeur45.fr/fiches-pratiques



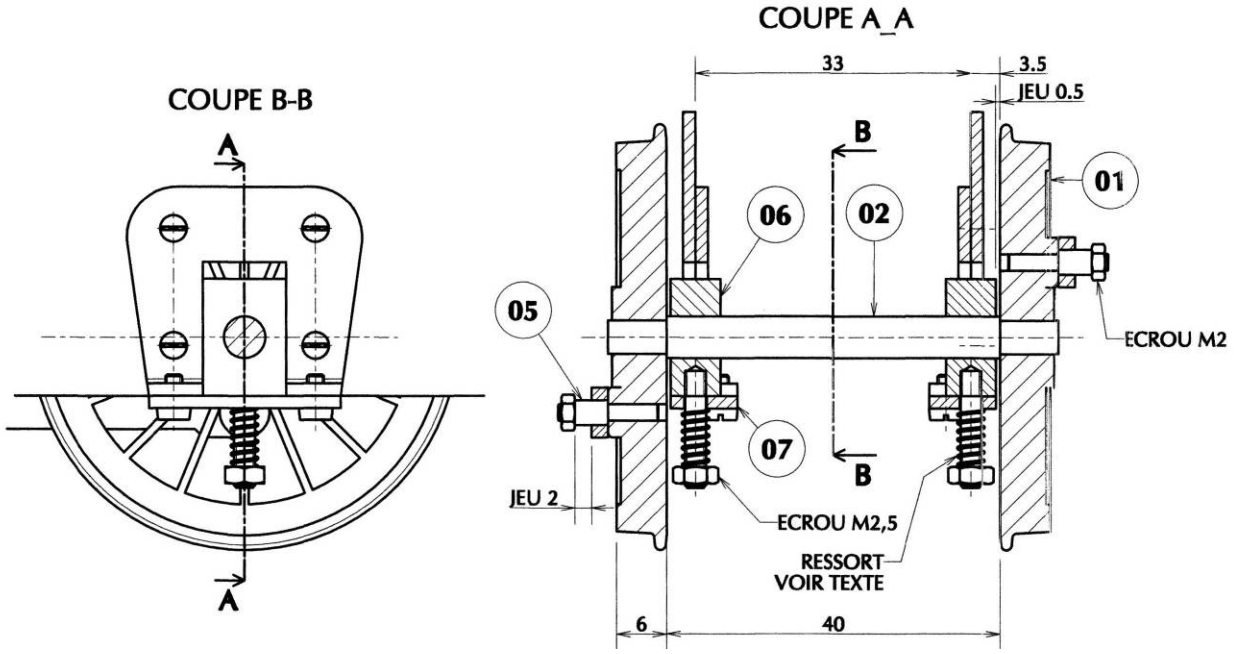
Ensemble des roues de la locomotive.



Nota :
Le diamètre de roulement dia 47 est donné à titre indicatif et sera à revoir en fonction de votre modèle. Les cotes qui en découlent seront également à adapter.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

13. ESSIEU SUSPENDU POUR LOCOMOTIVES AU 1/32e



Nous parlons de suspension, mais sur nos machines, la suspension est plus une suspension de contact qu'un amortisseur car le ressort applique fermement la boite d'essieu sur la traverse inférieure Rep. **07**.

Comme les autres véhicules d'un train, la locomotive se déplace sur un chemin de roulement présentant des défauts, particulièrement aux jonctions des rails. Les organes de roulement reçoivent ainsi des chocs dont l'importance s'accroit avec la vitesse. Malgré la masse de nos machines, 4 à 5 kg, il n'est pas rare de voir des soubresauts au passage du raccordement des rails. La suspension permet donc d'obtenir un roulement plus fluide.
La locomotive étant en mouvement et si, par suite d'un défaut de la voie ou d'une dénivellation, un seul essieu se trouve brusquement surélevé, la boite d'essieu sera déplacée vers le haut par rapport à ses glissières.

Dans nos modèles, la suspension est réalisée par un ressort à boudin par roue, placé au-dessus de la boite d'essieu, qui la plaque sur la traverse inférieure.

Le ressort supporte donc une charge et sera calculé en fonction de la configuration du train de roulement.

Les détails des pièces Rep. **01**, **02** et **05** sont identiques au chapitre **12**.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

13.1. Calcul du ressort

Nous allons prendre comme exemple la locomotive **LILA**, locomotive 030 au 1/22e, avec une masse de 3,7 kg, comportant des essieux suspendus.

Sans tenir compte de l'influence du centre de gravité sur la répartition des charges, nous considérerons que la masse de la machine sera divisée par 6.

La configuration du montage nous amène à imposer un diamètre moyen qui sera, pour nos modèles, de 4 mm, et un nombre de spires de **n** = 5.

Il nous reste à définir le diamètre du fil pour une flèche de 0,5 mm. Le matériau sera de l'acier ressort avec un module d'élasticité de 81 000 N/mm².

Sur chaque ressort, l'effort sera de 650 g soit 6,50 N. Comme nous demandons une compression de 0,5 mm, la raideur **k** sera égale à la force sur le ressort que divise la compression **f** de 0,5 mm.

k = 6,50 / 0,5 = 13 N/m

Il nous reste à calculer le diamètre du fil :

$$\mathbf{d} = (8*k*n*(D^3/G))^{(1/4)}$$

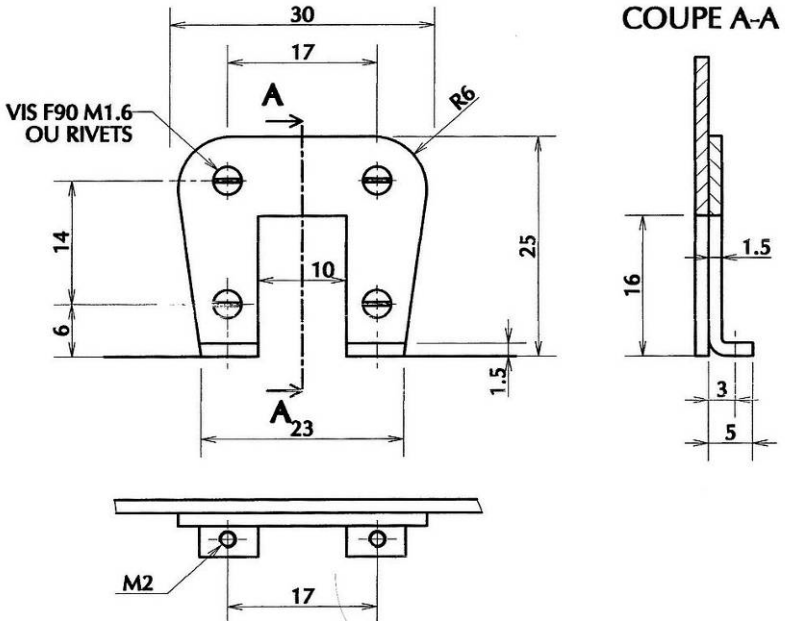
$$\mathbf{d} = (8*13*5*(4^3/81000))^{(0,25)} \quad \mathbf{d} = 0,8 \text{ mm}$$

Le rapport **w**, qui est égal à **D**/**d** est égal à 5. La norme acceptant des valeurs comprises entre 4 et 20, **w** est à la limite minimale, et le fil sera alors très resserré sur lui-même.

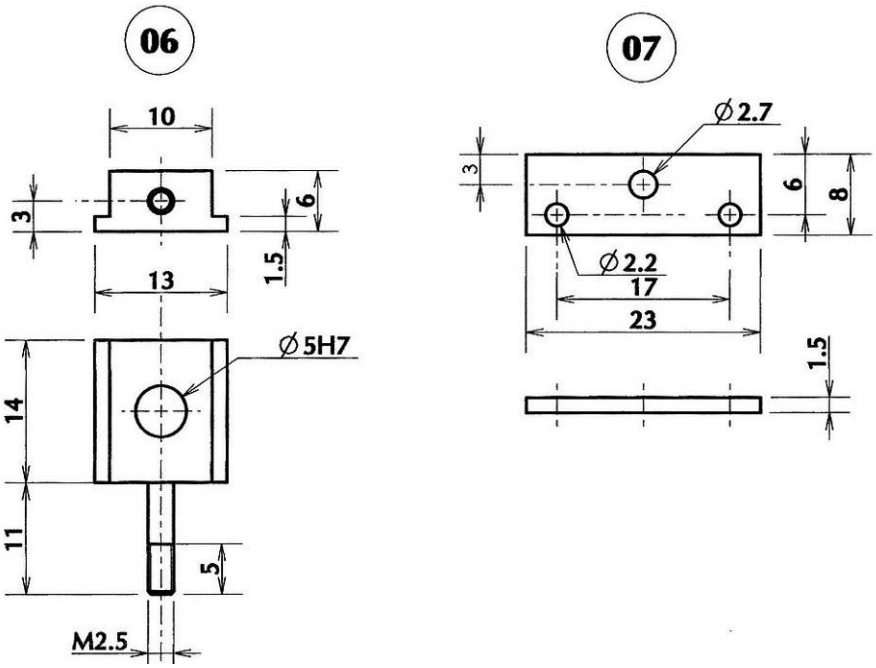
Nous tombons bien sur les dimensions des ressorts de la locomotive **LILA**.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

13.2. Détail au niveau du châssis de la glissière de la boite d'essieu



13.3. Détail de la boite d'essieu et de la traverse

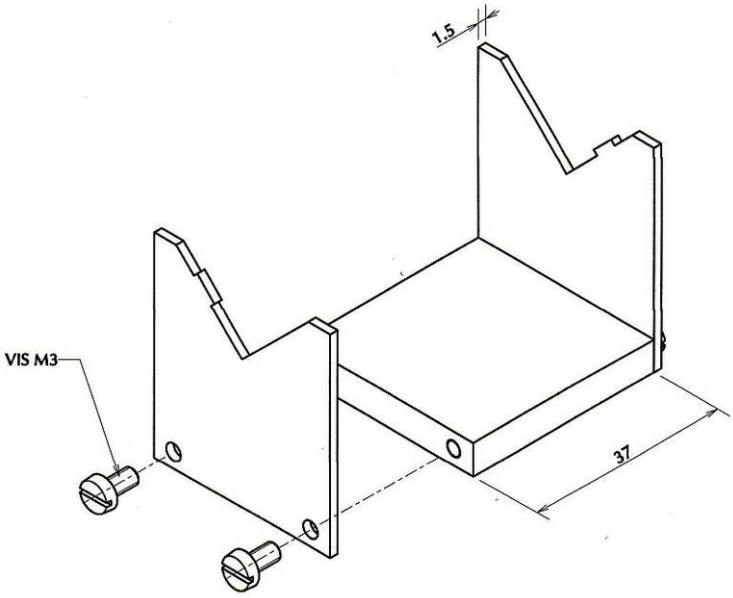


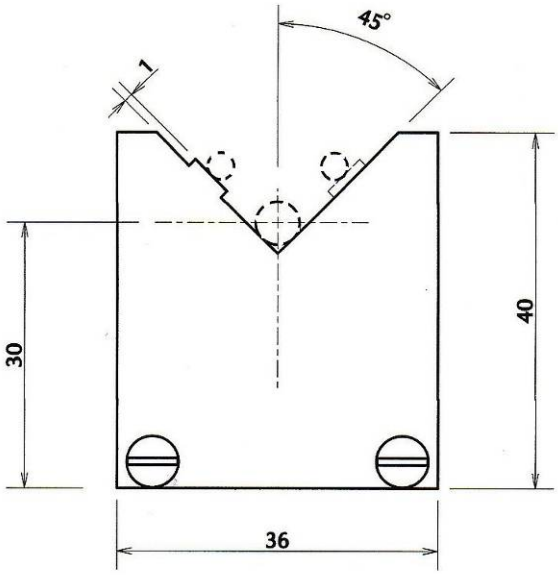
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

14. CALAGE DES ROUES

Caler à 90° se dit aussi "quarter les roues". Quarter pour quart de cercle, donc 90°. Ce qui compte le plus, ce n'est pas que l'angle de 90° soit rigoureusement exact, c'est que toutes les roues accouplées d'une machine soient toutes calées avec le même angle.

La figure ci-dessous montre un exemple de gabarit. Les cotes seront à adapter en fonction de vos essieux. Nous allons prendre en exemple l'essieu de la Bicyclette du chapitre 11.





Nous effectuons les emmanchements de roue sur l'axe par collage au frein filet fort. Le frein filet rouge de la marque LOCTITE est celui qui présente la résistance la plus élevée. Ce produit anaérobie polymérise complètement en 24 heures et se présente sous forme liquide ou semi-solide. Le temps de manipulation est d'environ 5 min.

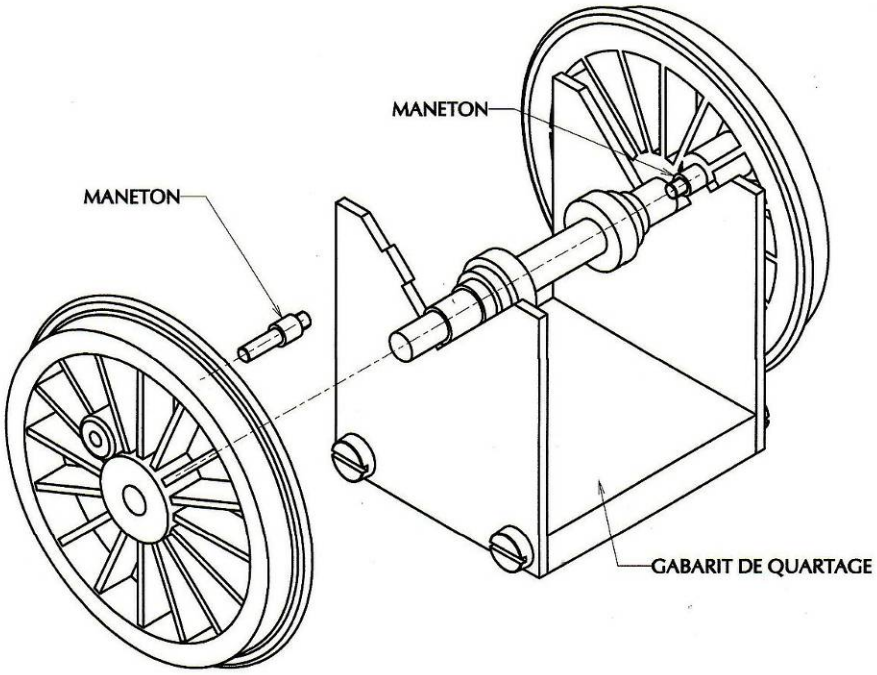
Notes d'atelier :

- Nettoyer les cotés de l'arbre et l'alésage de la roue droite avec un coton tige trempé dans de l'acétone
- Laisser sécher environ 5 min
- Appliquer une goutte de frein filet sur l'axe puis assembler l'axe à la roue
- Laisser prendre 15 min
- Installer les pièces intermédiaires sur l'arbre, paliers, bagues d'arrêt, excentrique éventuellement
- Placer l'arbre sur le gabarit et installer temporairement le maneton sur la roue, du coté intérieur de celle-ci
- Tourner la roue de manière à ce que le maneton entre en contact avec l'épaulement de la joue droite du gabarit
- Nettoyer l'alésage de la roue gauche avec un coton tige trempé dans de l'acétone
- Appliquer une goutte de frein filet sur l'axe coté gauche
- Insérer temporairement le maneton du coté intérieur de la roue gauche
- Installer la roue gauche avec le maneton en contact avec l'épaulement de la joue gauche du gabarit

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

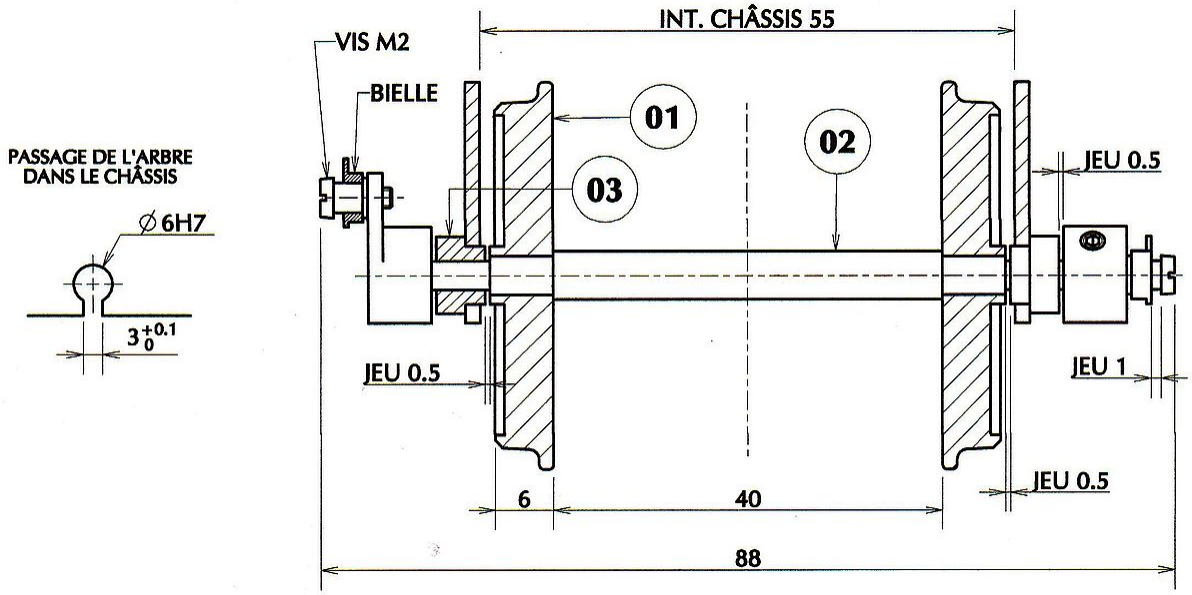
- Laisser en position au moins 10 mm
- Enlever le train de roulement assemblé du gabarit et essuyer l'excès de colle des angles
- Fixer les manetons au LOCTITE du bon coté des roues

Bien que la prise soit complète après une période de 24 h environ, le joint est suffisamment solide après 15 min.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

15. ESSIEU POUR LOCOMOTIVES AU 1/22e AVEC ESSIEU MONOBLOC



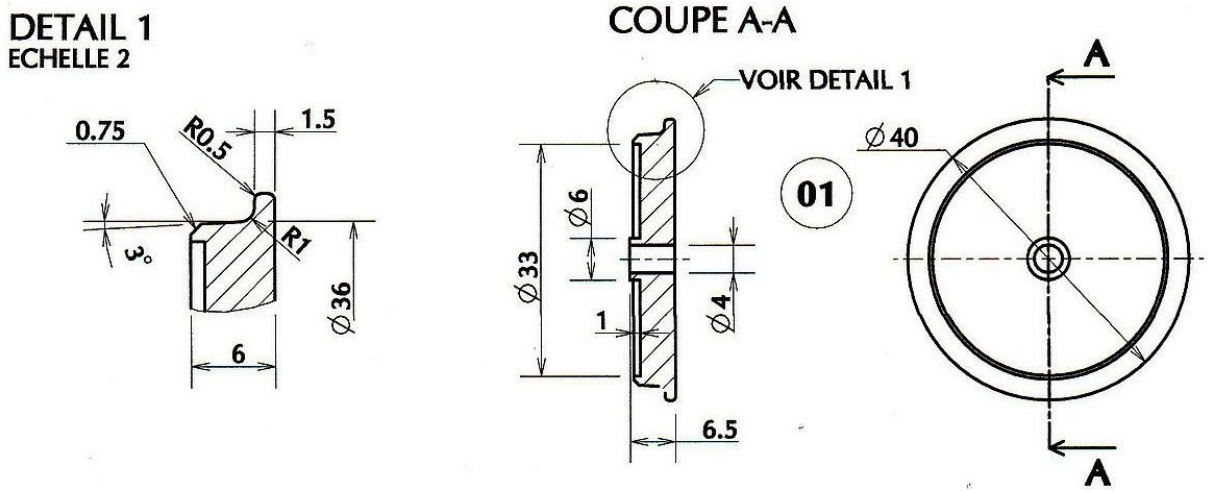
Pour les essieux moteur des machines au 1/22e, nous utilisons le même principe de montage que pour le 1/32e non suspendu. Le châssis est à l'extérieur des roues, on effectue également un alésage d'un diamètre de 6H7 dans le châssis avec une rainure de la largeur du diamètre de l'axe des roues *(voir à gauche du schéma)*. Pour le montage, on introduit l'essieu par la rainure et on positionne l'arbre grâce aux paliers Rep. **03**, qui sont placés à l'extérieur du châssis. Le palier est maintenu radialement le maneton.

Le jeu radial de l'essieu est de l'ordre de 0,3 à 0,5 mm, en fonction du nombre d'essieux, le jeu au niveau de la bielle peut être plus ou moins important.

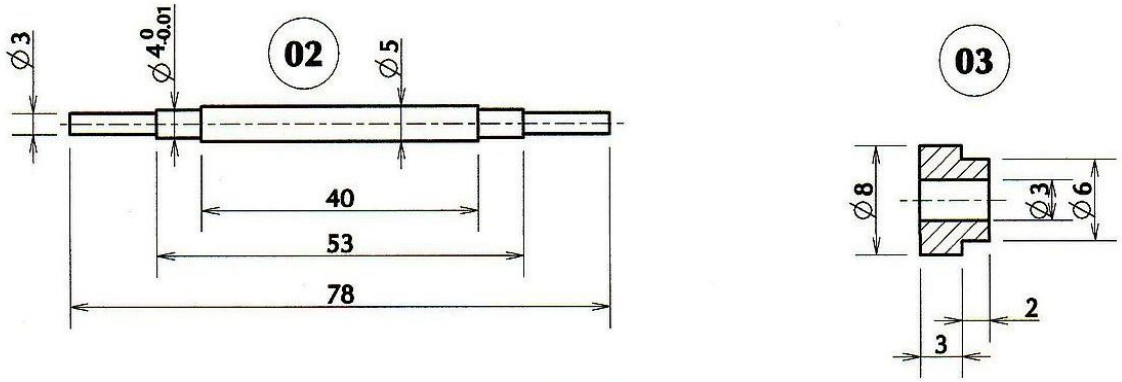
Généralement, on utilise de la tôle de 1,5 mm pour les flancs du châssis, ce qui nous donne un espace libre de 55 mm entre les flancs.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

15.1. Détail de la roue



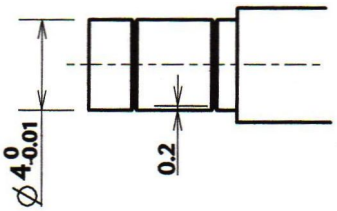
15.2. Détail de l'axe et de la bague



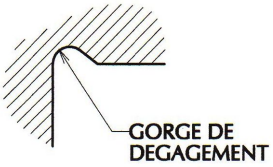
Nota :
Le diamètre de roulement dia 36 est donné à titre indicatif et sera à revoir en fonction de votre modèle. Les cotes qui en découlent seront également à adapter.

Note d'atelier :

Les axes seront usinés avec une tolérance H7g6, soit un ajustement glissant juste, entre la roue et l'axe. Nous préconisons d'effectuer deux rainures de 0,2 mm de profondeur pour la colle. Ces rainures peuvent s'usiner simplement au moyen d'un outil à fileter.

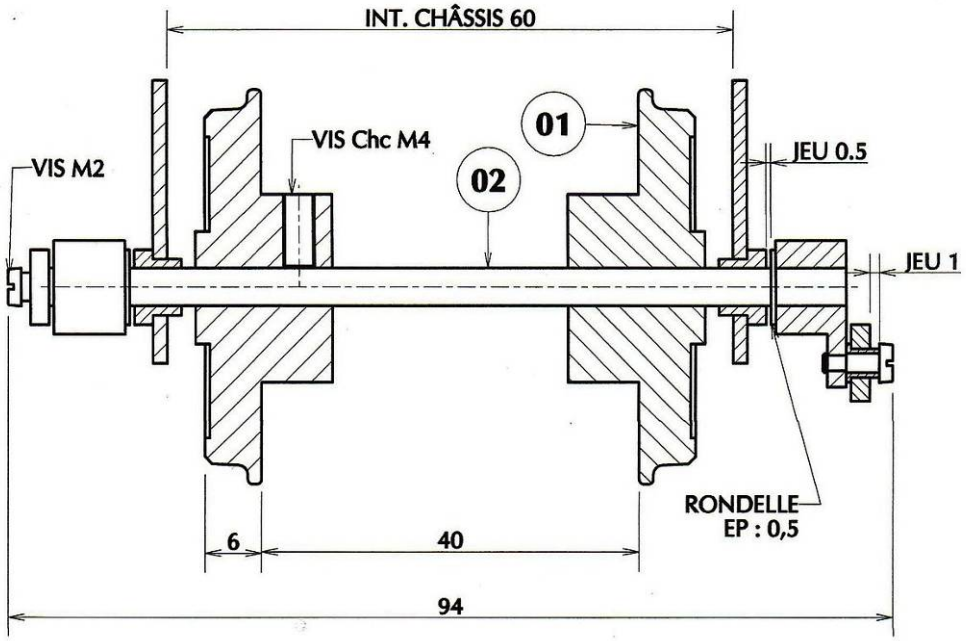


Au niveau du raccordement de l'épaulement, il y a lieu de prévoir également une gorge de dégagement arrondi afin de bien plaquer la roue sur l'épaulement de l'axe. La forme sera fonction du profil de l'outil.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

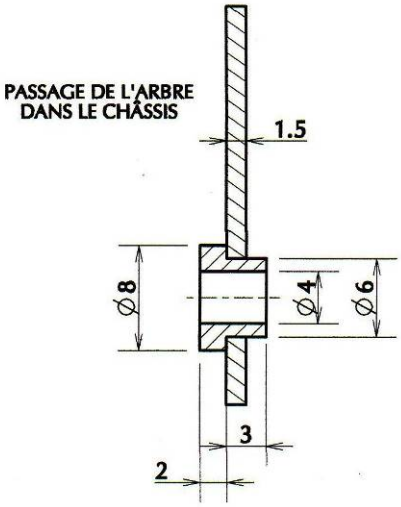
16. ESSIEU POUR LOCOMOTIVES AU 1/22E AVEC ROUES RÉGLABLES



Il est possible, avec cette configuration de circuler sur des réseaux ayant un écartement différent de 45 mm, 30 ou 32 mm qui sont des valeurs standard. La réalisation s'en trouve également simplifié.

16.1. Montage

Insérer l'axe Rep. **02** dans un palier du longeron puis, entre les longerons, insérer une roue Rep. **01** avec l'épaulement orienté vers le centre, une seconde roue inversée à la première et enfin pousser l'axe dans le palier de l'autre longeron. Insérer une rondelle et une manivelle sur chaque extrémité, procéder au serrage des manetons en décalant la manivelle sur l'axe de 90° par rapport à l'autre. Laisser environ 0,5 mm de jeu entre la manivelle et le palier. Sur l'autre axe, procéder de la même manière. Pour la mise en place des manivelles, on procédera de la manière suivante : monté une rondelle et une manivelle, côté droit ou gauche, et installer une bielle d'accouplement *(voir chapitre bielle)*. Sur le côté opposé, mettre une rondelle puis une manivelle mais on ne serrera que très modérément la vis de tel sorte que la manivelle puisse encore pivoter. Installer la seconde bielle d'accouplement sur une des deux manivelles et tourner l'autre manivelle jusqu'à ce que la bielle prenne sa place sur la première manivelle. Si l'ensemble tourne librement sans point dur, vous pouvez serrer cette dernière manivelle. Ajuster l'écartement des roues à l'aide d'un gabarit.

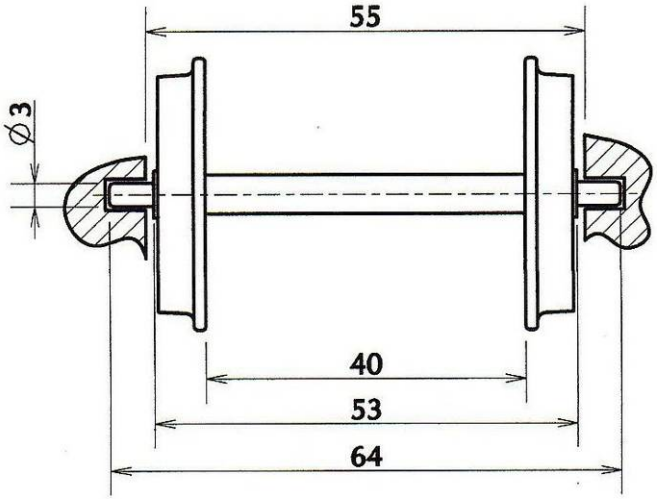


Détail du palier sur le châssis au passage de l'arbre.

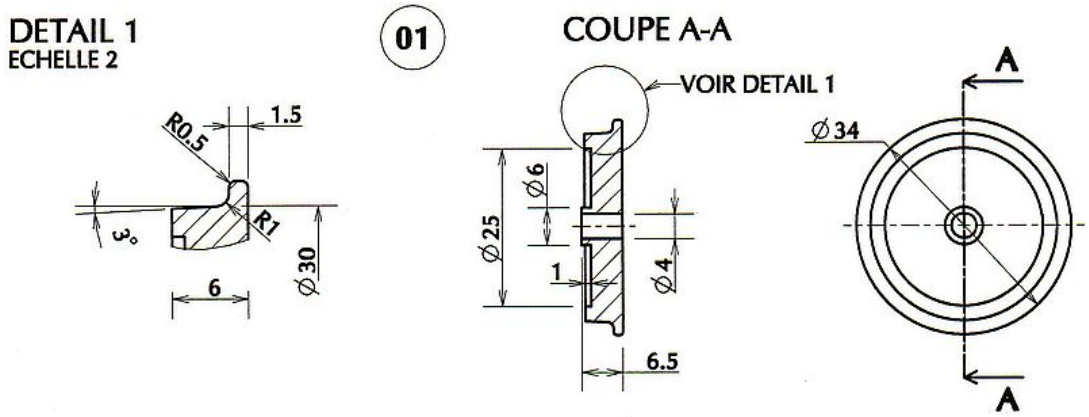
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

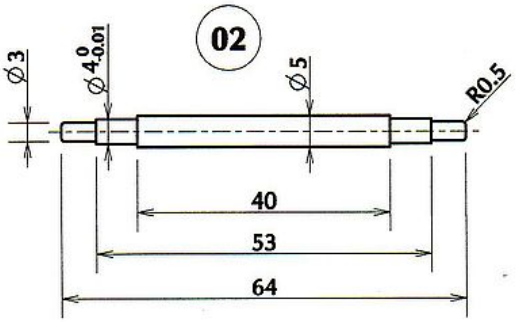
17. ESSIEU DE MATÉRIEL REMORQUÉ À FUSÉES

Nous nous intéressons ici aux essieux du matériel remorqué, voitures et wagons,



Ci-dessus, le schéma d'encombrement de l'axe de l'essieu pour tout type de montage. Le jeu latéral de 1 mm entre dans les standards classiques MOROP ou autres normes.





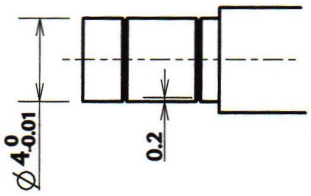
Détail de la roue et de l'axe

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

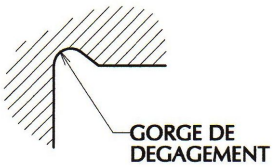
17.1. Emmanchement des roues

Comme pour les roues des locomotives, nous effectuons les emmanchements de roue sur l'axe par collage au frein filet fort. Le frein filet rouge de la marque LOCTITE est celui qui présente la résistance la plus élevée. Ce produit anaérobie polymérise complètement en 24 heures et se présente sous forme liquide ou semi-solide. Le temps de manipulation et d'environ 5 min.

Les axes seront usinés avec une tolérance H7g6, soit un ajustement libre entre la roue et l'axe. Nous préconisons d'effectuer deux rainures de 0,2 mm de profondeur pour la colle. Ces rainures peuvent s'usiner simplement au moyen d'un outil à fileter.

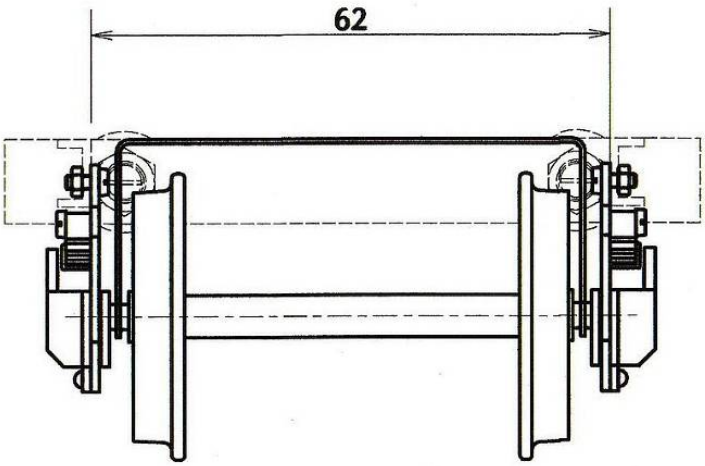


Au niveau du raccordement de l'épaulement, il y a lieu de prévoir également une gorge de dégagement arrondi afin de bien plaquer la roue sur l'épaulement de l'axe. La forme sera fonction du profil de l'outil.

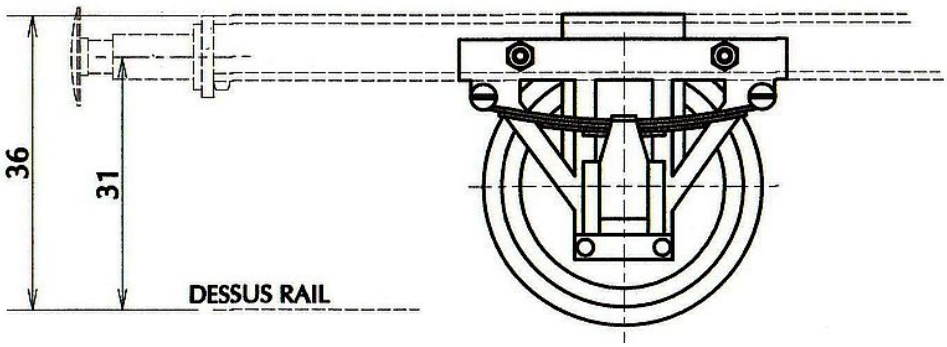


18. ESSIEU DE MATÉRIEL REMORQUÉ À FUSÉES NON SUSPENDU POUR LE 1/32e

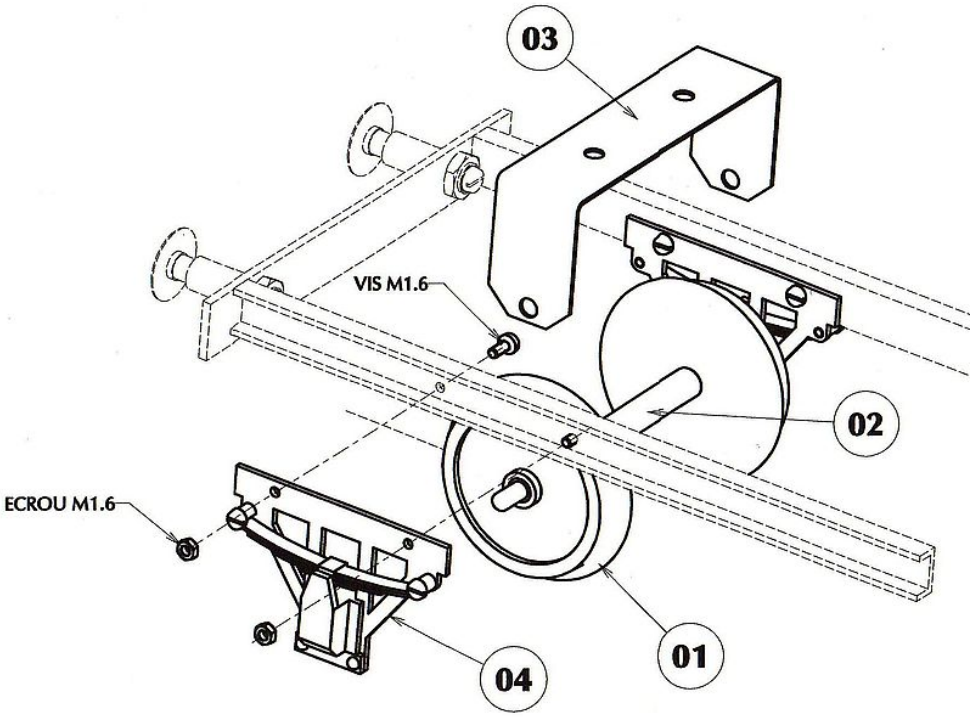
Pour le matériel remorqué à fusées non suspendu, nous utilisons simplement une tôle d'acier style feuillard de cerclage de colis ou palette, ou bande de cerclage, en acier de largeur 15 ou 16 mm et d'épaisseur 0,5 mm. Ce feuillard une fois mis en forme et percé, formant étrier, servira de palier pour l'essieu. La boite d'essieu est décorative et n'entre pas dans la fixation de l'essieu. Nous présentons ci-dessous le plan d'encombrement. La cote de 62 mm est la cote nécessaire est suffisante pour placer les éléments de l'essieu pour un matériel roulant au 1/32e.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

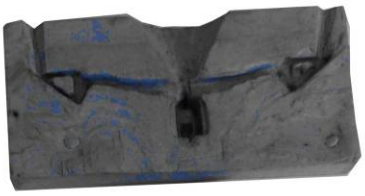


Dans le schéma ci-dessus, nous retrouvons les dimensions de positionnement des tampons pour un véhicule au 1/32e, la cote de 36 mm, correspondant au dessous de l'infrastructure du véhicule, peut être aménagée en fonction de votre modèle mais entrera en ligne de compte dans la hauteur de l'étrier.



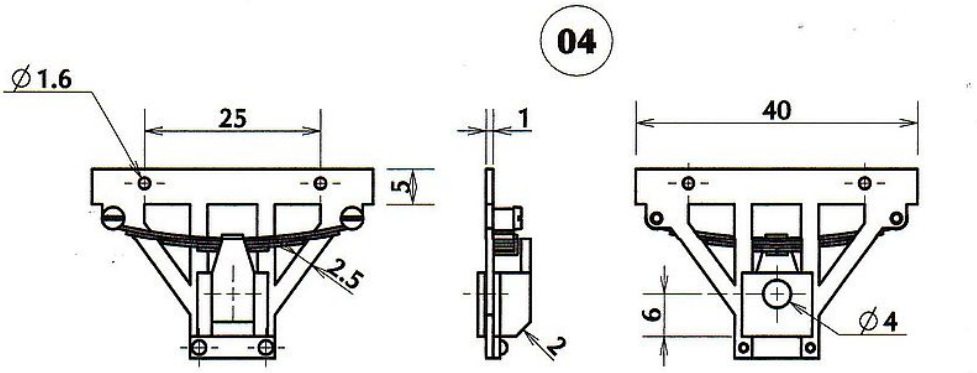
L'éclaté ci-dessus montre les différents éléments constituants le montage d'un essieu non suspendu. La boite d'essieu Rep. **04**, est en métal blanc fixée sur le châssis du wagon ou voiture par deux boulons M1.6. Pour la réalisation de cette boite d'essieu, voir moulage en métal blanc *: http://vapeur45.fr/fonderie/moulage-metal-blanc-moule-silicone* ou par la fiche technique ***FPe16***.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***



Ci-dessus quelques modèles de boite d'essieu réalisés avec la technique du moulage de métal blanc et ci-contre un modèle avec les deux parties du moule en silicone.

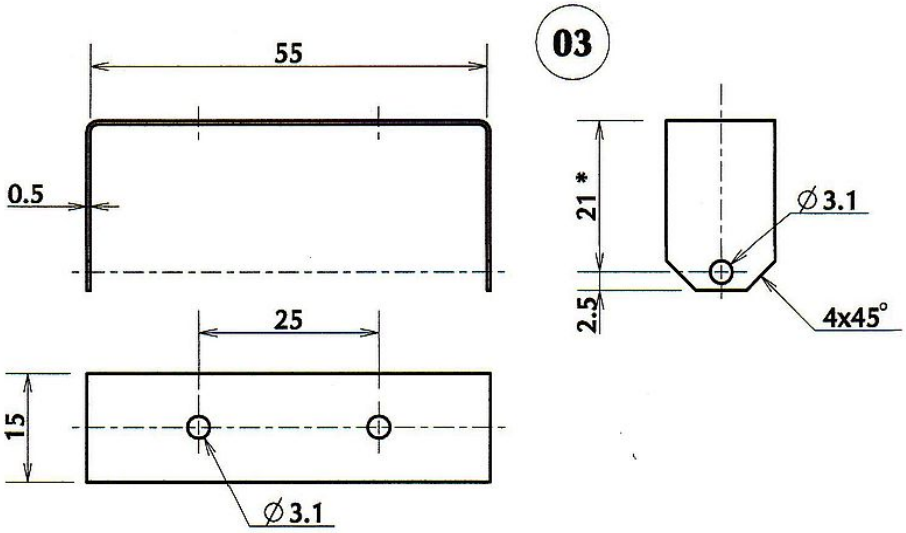
Nous donnons ci-dessous un encombrement possible de cette boite d'essieu. Il est évident que les dimensions et encombrement sera fonction de votre modèle.



Détail d'encombrement de la boite d'essieu en exemple. Pour le détail de cette boite d'essieu, voir le chapitre suivant.

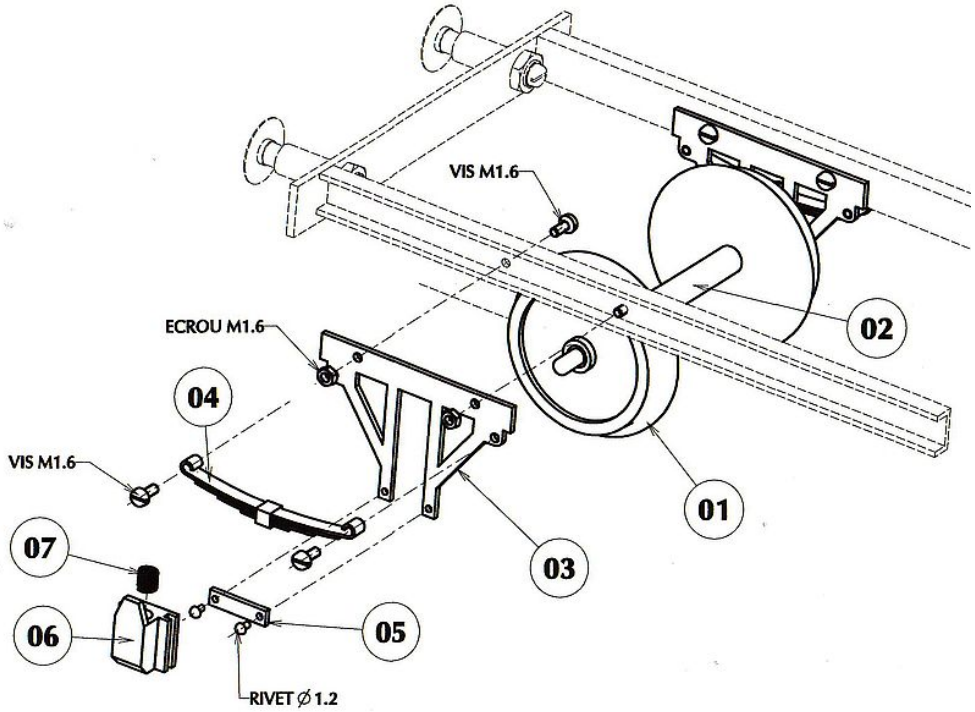
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Note d'atelier :



Détail de l'étrier en feuillard, mais toute tôle en acier fera l'affaire, simplement, au niveau de l'usure l'acier du feuillard de cerclage de colis ou palette est en acier résistant à l'usure. La cote de 21* est à redéfinir en fonction de votre modèle de matériel roulant et principalement du diamètre des roues. La fixation de cet étrier est laissé à l'initiative du concepteur, deux tous sur la face supérieure permet de fixer l'ensemble de l'essieu sous le platelage du wagon ou voiture par deux boulons M3.

19. ESSIEU DE MATÉRIEL REMORQUÉ À FUSÉES SUSPENDU POUR LE 1/32e



Pour le matériel remorqué à fusées suspendu, la boite d'essieu n'est plus ici en titre de décoration mais fonctionnelle avec un ressort de suspension.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

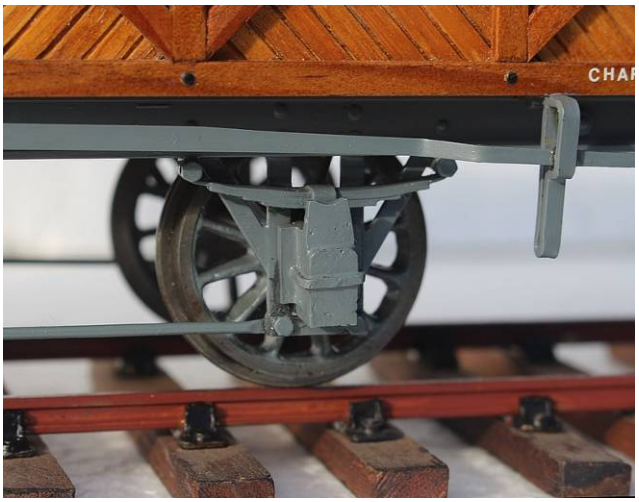
FTe03

Description :

La boite d'essieu, Rep. **06**, est comprise entre deux glissières verticales formant châssis, Rep. **03**. Une entretoise, Rep. **05**, réunit les glissières et retient la boite d'essieu une fois celle-ci en place. Un ressort, Rep. **07** applique la boite sur la traverse et permet la suspension de l'essieu. La boite d'essieu doit jouer librement entre les glissières avec un minimum de jeu.

Note d'atelier :

La roue et l'axe, Rep. **01** et **02** sont identique à la version non suspendu, voir donc chapitre précédent. Le système de glissières Rep. **03** sera réalisé soit par découpage en CNC dans une plaque de laiton de 1 mm, soit moulé en métal blanc, soit en mécano soudé. Le ressort à lames peut être réalisé également à partir de plats de 1.5 x 0.5 mm ou plus facilement moulé en métal blanc.
Le ressort Rep. **07**, aura un diamètre extérieur de 3.8 mm maximum et sera logé dans le perçage de 4 mm de la boite d'essieu Rep. **06**. Il viendra en appui sous le ressort à lames. Sa longueur ainsi que le diamètre du fil seront fonction de la charge à reprendre.
Le ressort à lames est fixé sur les glissières par deux vis de 1.6 mm.
La boite d'essieu Rep. **06**, peut être réalisée plus facilement par moulage en métal blanc, un palier en laiton est donc nécessaire pour un bon glissement de l'axe (voir plan ci-dessous).
L'ensemble est fixé sur le longeron du véhicule par deux boulons M1.6. Pour un bon alignement des axes le l'essieu, les longerons seront percés dos à dos en même temps.

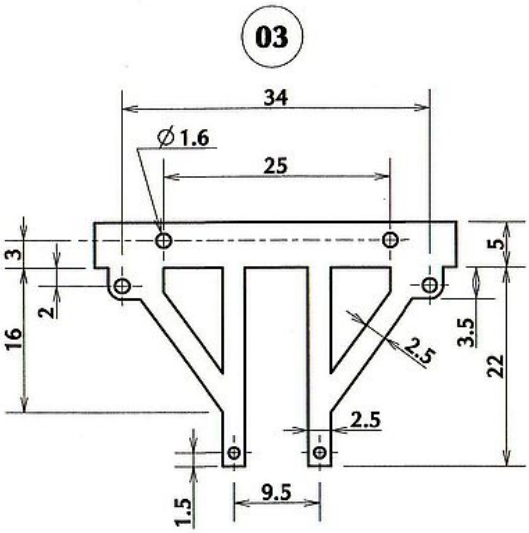


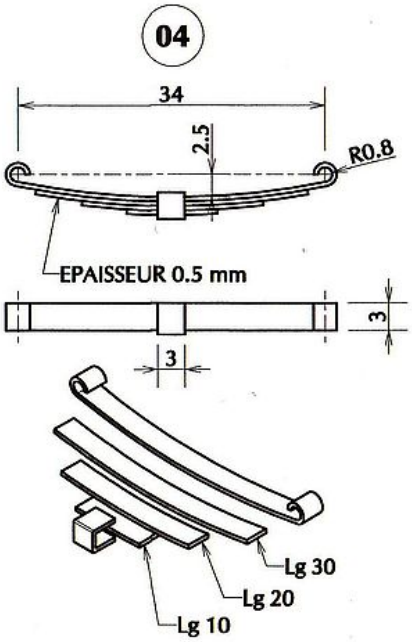
Exemple d'un ensemble boite d'essieu sur un wagon au 1/32e et glissières découpe en CNC.

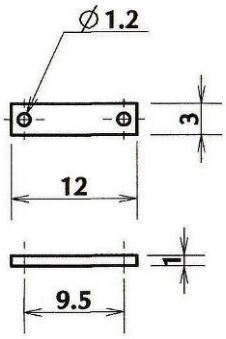
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

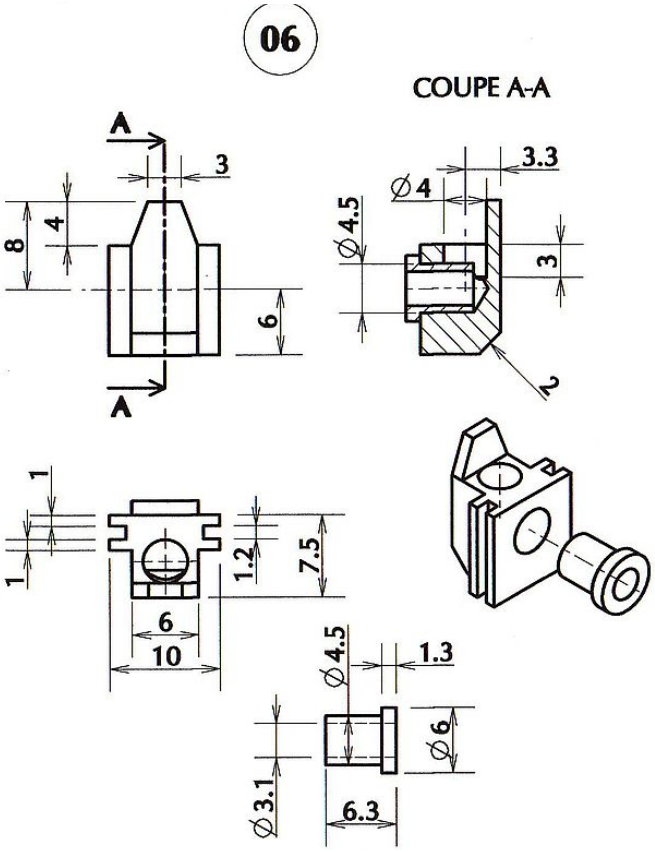
FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

FTe03









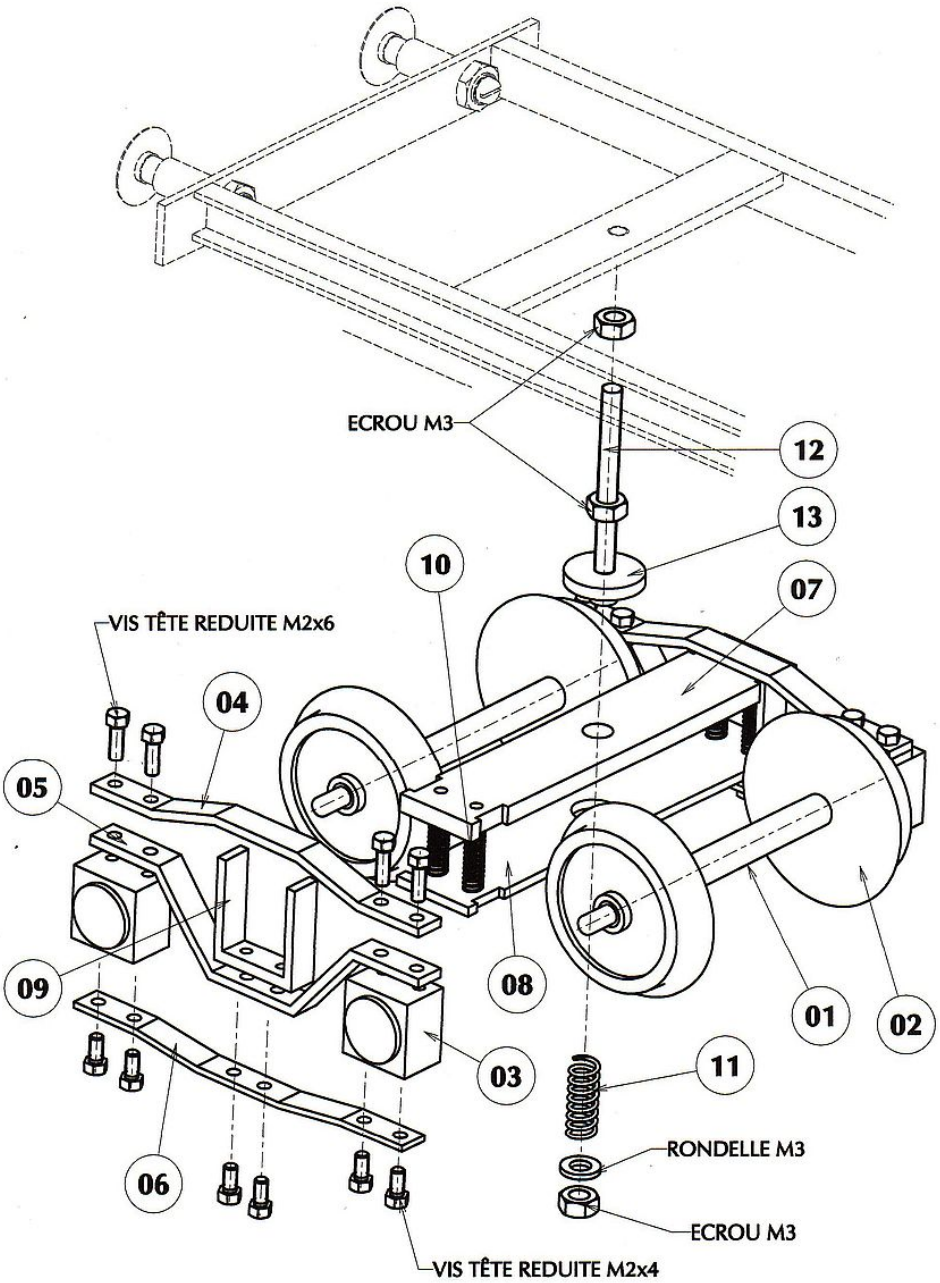
Détail des éléments de la boite d'essieu, nous proposons ici un exemple de boite, une adaptation sera nécessaire en fonction de votre modèle.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

20. BOGIE POUR MATÉRIEL REMORQUÉ AU 1/32e

Un bogie est un chariot situé sous un véhicule ferroviaire, sur lequel sont fixés les essieux. Il est mobile par rapport au châssis du véhicule et destiné à s'orienter convenablement dans les courbes. Chaque véhicule (voiture ou wagon) possède deux bogies. Chaque bogie possède deux essieux *(Wikipédia*).

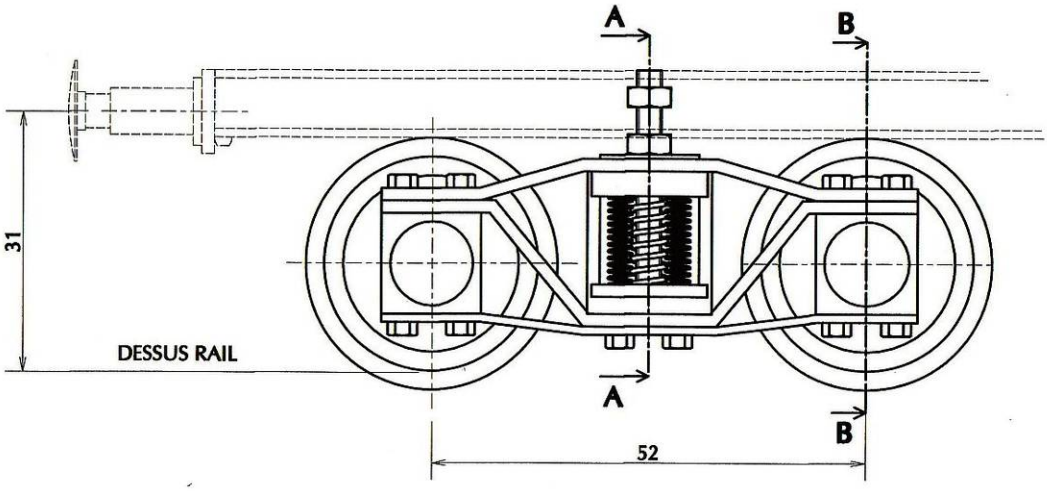
Ci-dessous un éclaté d'un ensemble bogie.



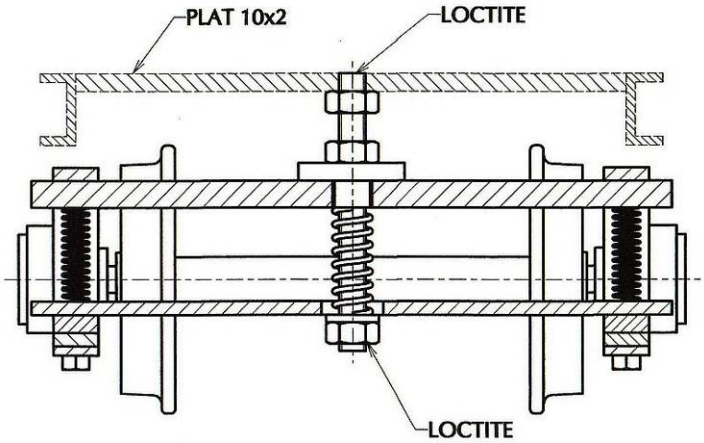
Ce document est la propriété de VAPEUR 45. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de VAPEUR 45

FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

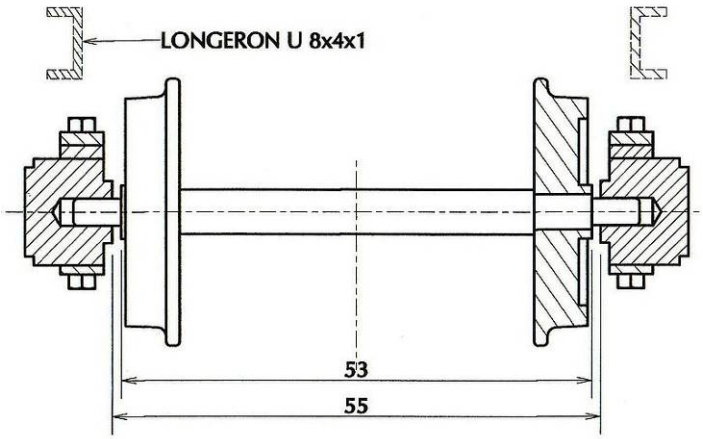
FTe03



COUPE A-A



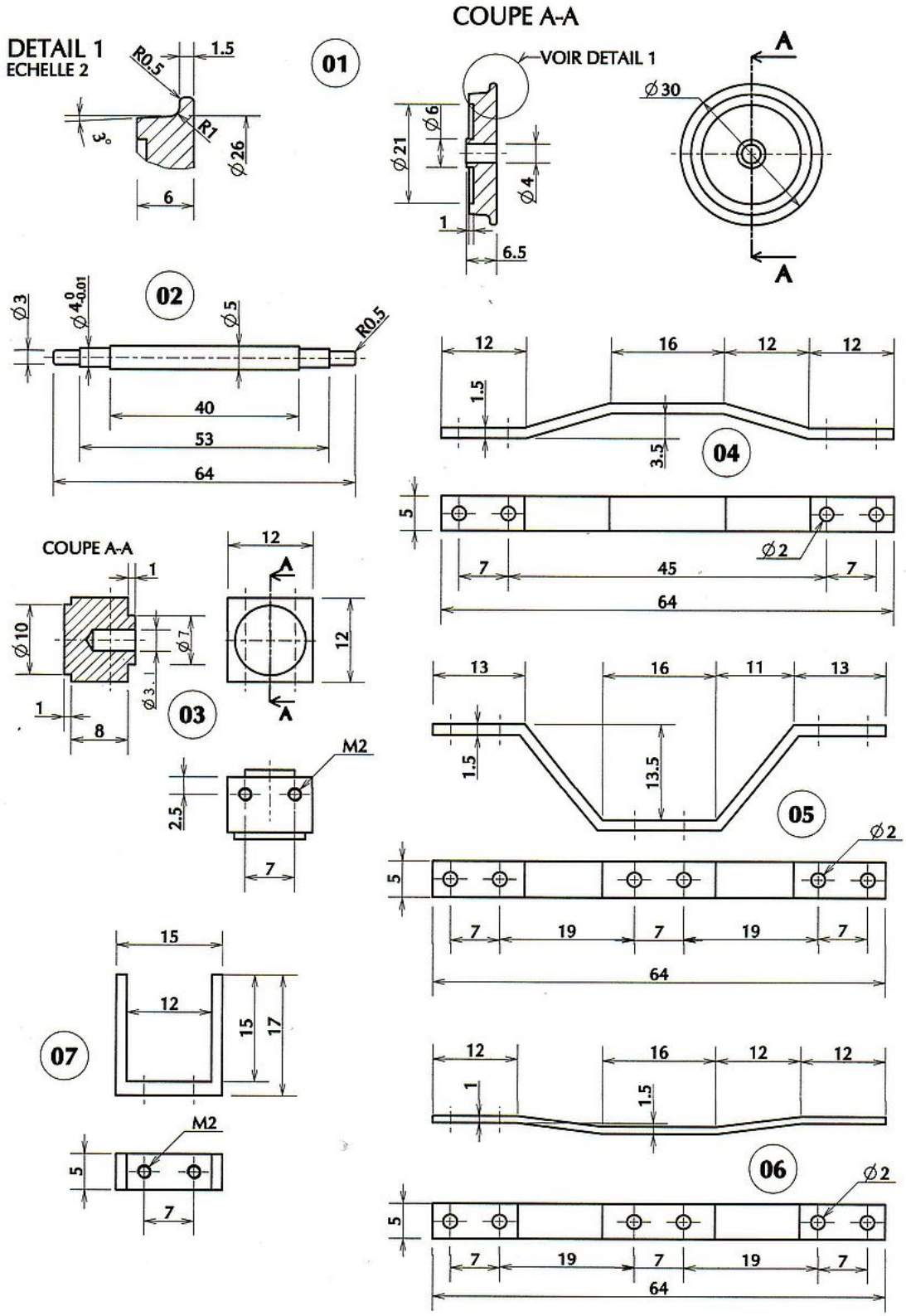
COUPE B-B



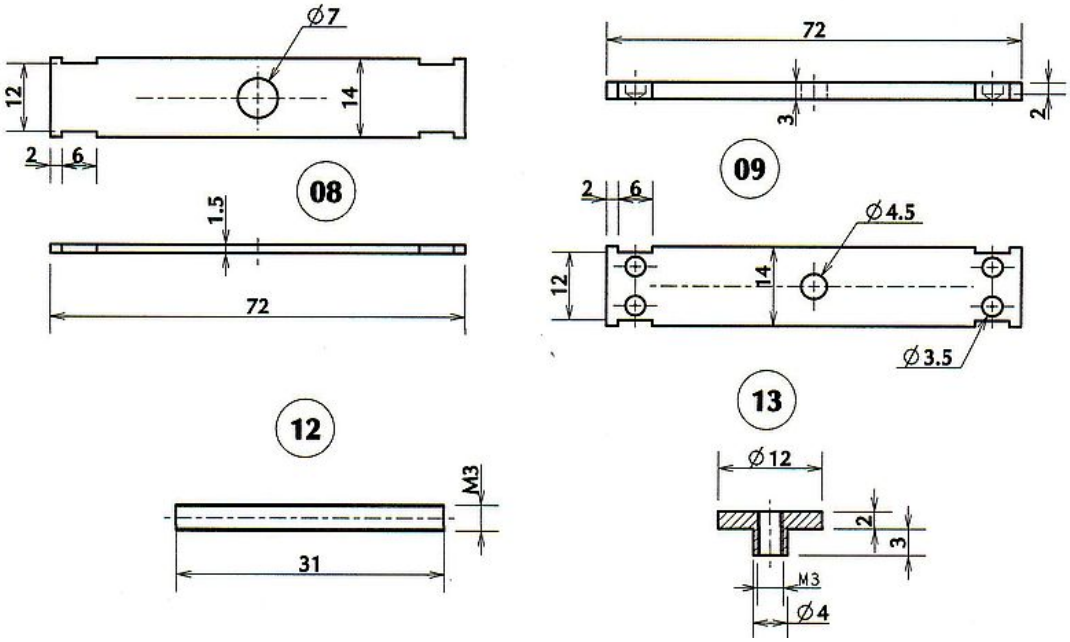
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

FTe03



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***



Notes d'atelier :

La difficulté réside dans la précision et la répétabilité du pliage des arceaux. On aura intérêt à réaliser des gabarits et travailler en petite série. Les plans donnent des cotes exactes de perçage mais on aura intérêt à réaliser des boutonnières sur fraiseuse de manière à disposer de réglages propres à compenser les variations dimensionnelles dues au pliage.

Pour la roue et l'axe, pas de problème particulier, voir description dans les chapitres précédents.
Le palier Rep. **03**, peut être réalisé en acier ou laiton, l'usinage ne présenta pas de difficulté, à prendre en 4 mors ou en 3 mors dans une bague.

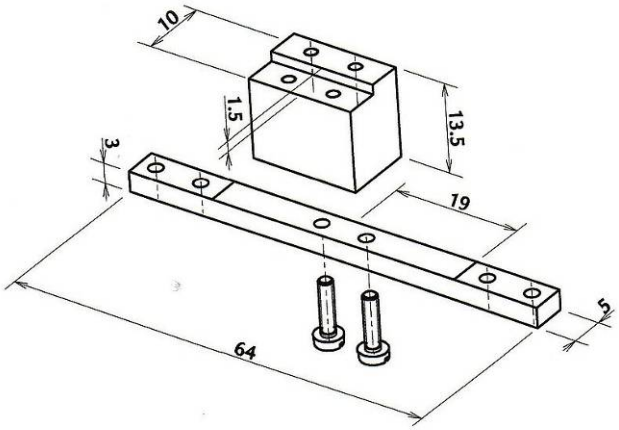
Les barres de liaison et arceaux, Rep. **04**, **05** et **06** sont soit en laiton ou acier. Comme précisé en préambule, le point délicat de la fabrication est de plier avec précision les barres plates. Prendre du plat de 5x1.5 pour les Rep. **04** et **05** et du plat de 5x1 pour le Rep. **06**. Prendre une longueur de 70 mm pour les barres **04** et **06** et 85 mm pour la barre Rep. **05**.
Pour plier les barres en laiton, il est nécessaire d'effectuer un recuit. Fabriquer un outil de pliage ou procurez vous une plieuse pour étau comme sur la photo ci-dessous.
Ref:https://machines-et-outils-france.fr/etaux-accessoires/2148-plieuse-pour-etau-acier-100-mm.html

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

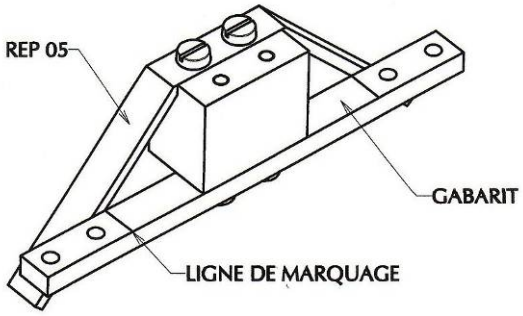
FICHE TECHNIQUE
NORMES LOCO VAPEUR 45

FTe03

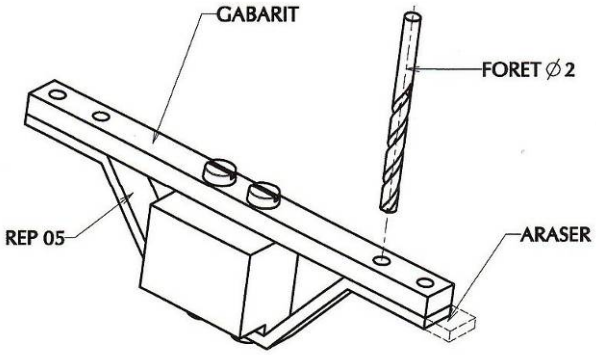
Fabriquer un gabarit de pliage/perçage comme sur le schéma ci-dessous. Tester pour contrôler le pliage grâce aux lignes de marquage, utile pour juger si la forme est correcte. Ce gabarit concerne la barre Rep. **05**. Pour la barre Rep. 04, prévoir un bloc avec une hauteur de 3.5 mm au lieu de 13.5 mm et une ligne de marquage à 20 mm au lieu de 19 mm.



Après avoir percé les deux trous du centre par traçage et plié les deux angles du milieu, positionner la pièce dans l'échancrure du gabarit et maintenu par deux vis M2.



Les lignes de marquage permettent de visualiser le pliage et de tracer le dos du pli. Ensuite plier les deux coins externes.



*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

Assembler la pièce sur la partie supérieure du gabarit avec deux vis M2 et contrepercer les trous en tenant les extrémités avec une pince, par exemple. Araser les longueurs excessives.

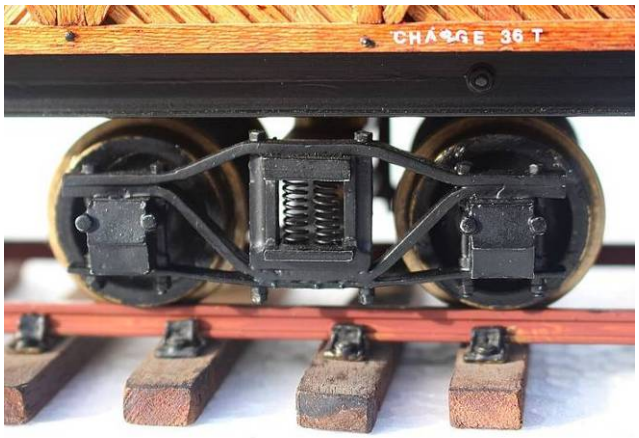
Pour la pièce Rep. **07**, vous pouvez la réaliser en 3 éléments brasés avec un gabarit de brasage. Les pièces Rep. **08** et **09** peuvent être réalisées en laiton ou acier.

Les ressorts Rep. **10** font 3.5 mm de diamètre extérieur maximum et viennent se loger dans les 4 trous diamètre 3.5 mm de la pièce Rep. **09**. La longueur sera à déterminer en fonction de la charge à reprendre.

Le ressort central Rep. **11** fait 4 mm de diamètre moyen pour un fil de 0.6 mm de diamètre. Sa longueur est de 15 mm.

Identification d'appairage

Pour chaque série de composants identiques, marquer les éléments à l'aide de chiffre à frapper de manière à vous repérer au montage.



Exemple d'un bogie au 1:32e

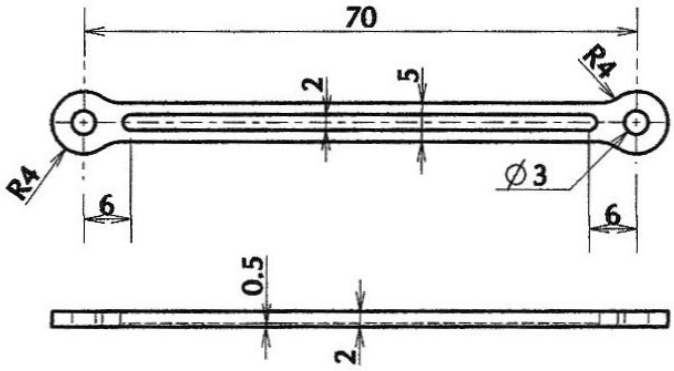
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

21. BIELLES ET ACCESOIRES

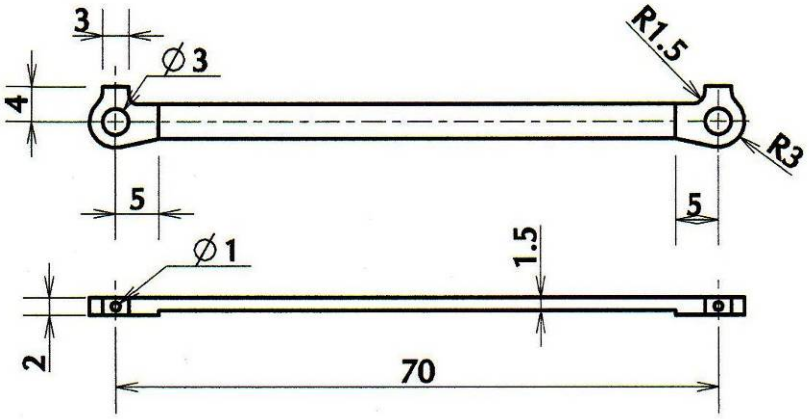
Sur une locomotive à vapeur classique, les essieux sont rigoureusement parallèles et solidaires des longerons du châssis, et les bielles les réunissant ont un mouvement accompagnant avec précision celui des roues et des essieux. Ces bielles ont, par la force des choses, une longueur constante.
Il est fréquent d'ajouter un jeu diamétral entre le maneton et l'œil de bielle afin de compenser les faibles erreurs de quartage et/ou de parallélisme entre essieux. Pour une exécution soignée du quartage et de la réalisation du châssis un jeu de 0.1 mm est généralement acceptable.

21.1. Bielle d'accouplement pour locomotive 020

Nous donnons ici un exemple avec un entraxe de 70 mm. Chaque œil possède un alésage de 3 mm pour le logement d'un coussinet en laiton de 2/3 mm. L'épaisseur de la bielle est de 2 mm. L'entraxe est donné à titre indicatif, qui sera à adapter à votre modèle.



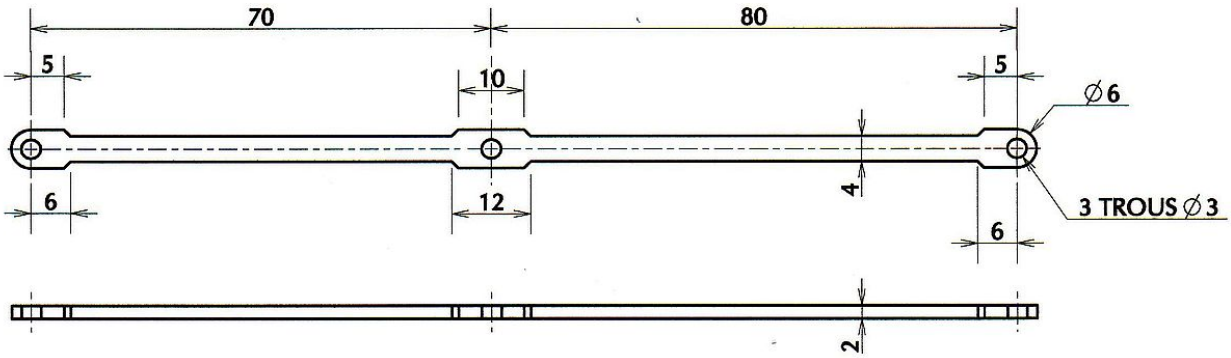
Vous trouverez les notes d'atelier dans la fiche pédagogique ***FPe25*** sur l'usinage de la bielle sur le site de **VAPEUR 45** http://vapeur45.fr/fiches-pratiques.



Présentation d'une bielle un peu plus élaborée avec trous de graissage. L'épaisseur de la bielle est de 3 mm.

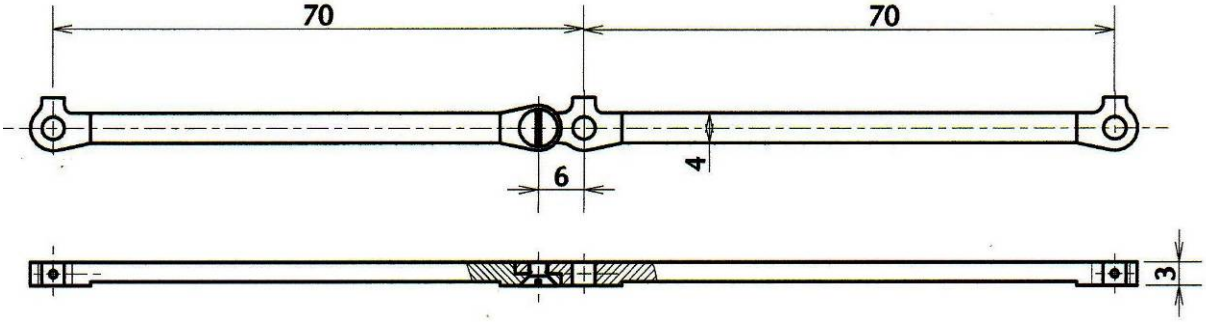
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

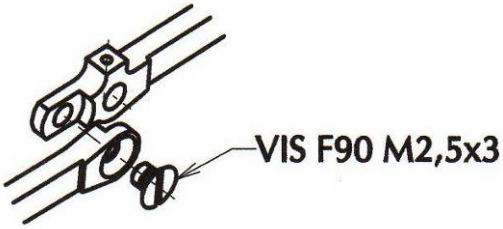
21.2. Bielle d'accouplement pour locomotive 030 non suspendue



Elle a un entraxe de 70 mm et de 80 mm, Les entraxes sont donnés à titre indicatif qui seront à adapter en fonction de votre modèle. Chaque œil possède un alésage de 3 mm pour le logement d'un coussinet en laiton de 2/3 mm. L'épaisseur de la bielle est de 2 mm.

21.3. Bielle d'accouplement pour locomotive 030 suspendue



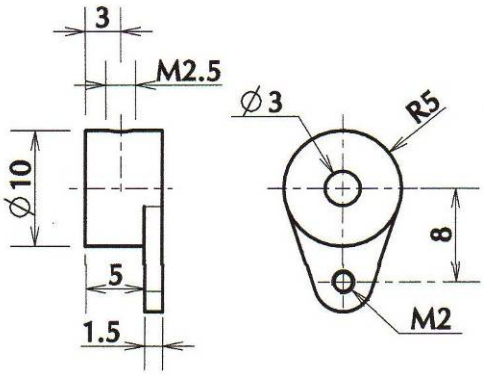


L'action de la suspension demande des jeux et des articulations au niveau de la bielle, nous vous présentons un exemple de bielle articulée pour une locomotive 030 suspendue. L'épaisseur de la bielle est de 3 mm et comporte des trous de graissage. La vis F90 M2,5 sera collé au frein filet fort.

Ci-dessus, schéma de principe de l'articulation.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

21.4. Exemple de manivelle pour locomotive au 1/22e



21.5. Palier de bielle pour locomotives au 1/32e et 1/22e

Exemple de palier en laiton ou bronze pour bielle d'accouplement épaisseur 2 mm.

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***