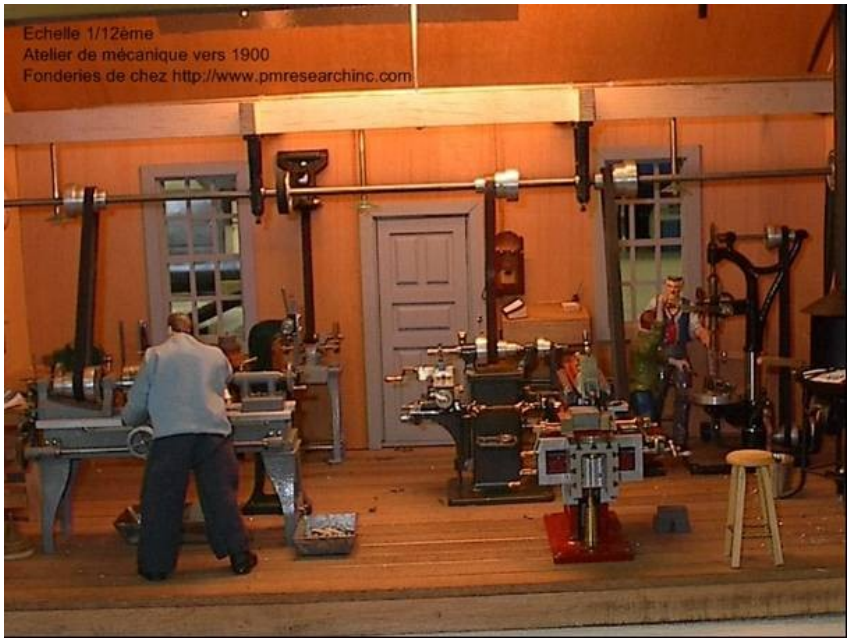
# FICHE TECHNIQUE
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

## 1. LE MODELISME MECANIQUE

Le modélisme mécanique reste mystérieux et lointain pour tous ceux qui sont extérieurs à ce hobby. Ainsi, seule une élite d'initiés, experts dans le métier, pourrait fabriquer ces merveilleux petits mécanismes ? Il n'en est rien, et nous souhaitons bien démystifier l'image d'inaccessibilité de ce hobby.




*Atelier de mécanique à l'échelle 1/12 –Kits de fonderie PM resarch Source Internet*

## 2. JE NE SUIS PAS HABILE DE MES MAINS, JE N'AI PAS LA FORMATION

Le modélisme mécanique ne nécessite aucun don particulier contrairement à d'autres activités. La sculpture sur bois, la musique, la danse, la peinture et bien d'autres demandent sinon des dons, pour le moins quelques aptitudes personnelles enrichies par une pratique assidue et de longue haleine. Certes la conception d'un système mécanique facile à usiner, fiable et efficace dans son fonctionnement s'appuie sur de l'expertise et de réelles aptitudes intellectuelles. Mais pour un hobbyiste travaillant sur plans ce n'est pas le cas. De plus aujourd'hui, le coût des machines outils aux performances honorables ainsi que leur outillage est devenu bien plus accessible qu'il y a 15 ou 20 ans.

La réussite de modèles mécaniques implique en fait quatre choses essentielles :
Un projet bien conçu,
De la motivation pour ce projet
Un système d'outillage cohérent et performant adapté aux besoins du projet
Une bonne maîtrise des tâches élémentaires, et surtout savoir organiser ces tâches élémentaires dans le bon ordre (gamme d'usinage-montage)

Si le débutant est bien conduit et bien conseillé, il arrive rapidement à de bons résultats et à une réelle autonomie. Et çà c'est enviable.

*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***

Quelques embûches guettent pourtant le débutant : impatience, découragement, projet inadapté à sa progression personnelle, isolement.

### 3. JE N'AI PAS LE TEMPS

Le « manque de temps » pour se lancer ou pour finaliser une machine est souvent mis en avant. Derrière l'alibi « temps », il y a plusieurs composantes :

- motivation incertaine
- mauvaise gestion de priorités personnelles
- perfectionnisme obsessionnel
- éparpillement, ou boulimie d'activités chez les anxieux
- mauvaise gestion technique du projet, projet au-delà des capacités du moment
- projet inadapté à la sensibilité du modéliste qui aime finir vite, l'usinage n'étant qu'un moyen et non une fin.

Les quatre premières causes sont du domaine du développement personnel. Pour les deux suivantes nous pensons pouvoir vous aider à éviter les impasses.

### 4. JE N'AURAI JAMAIS LA PATIENCE !

La constance et l'assiduité sont des facteurs de réussite. Ne les transformez ni en acharnement ni en obstination inefficace.
L'impatience ! Ne culpabilisez pas si vous y êtes sujet. Personne n'y échappe. L'impatience pointe son nez à un moment ou à un autre. Prenez conscience que c'est une attitude contre productive doublée d'une importante cause d'échec, de cafouillages, et de perte … de temps finalement.
La micromécanique de loisir est une activité au rythme tranquille, mesuré, posé, humain sans pour autant être lent. Notre rapport au temps agité et chronométrique du quotidien y trouve là son antidote. Si vous sentez monter la pression ou l'agacement, arrêtez tout. Nettoyez vos machines, rangez un peu et allez faire autre chose, vélo, pêche à ligne, poterie, pâtisserie, broderie, danse de salon, saut à l'élastique, méditation transcendantale, … Peu importe, changez de registre.

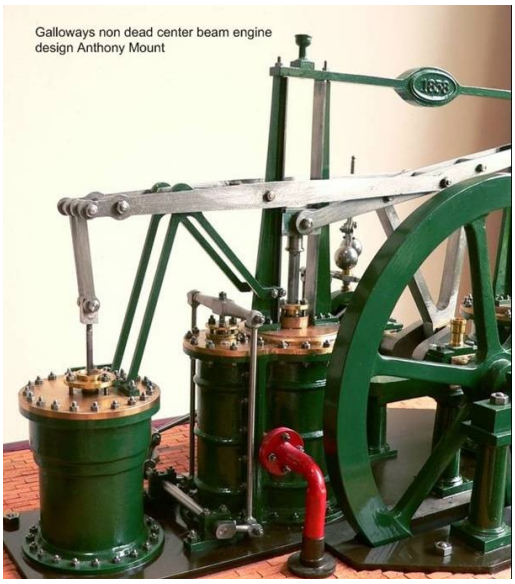
Le modélisme mécanique est un assez bon révélateur de votre état du moment, il vous donne un bon feedback et l'opportunité d'y remédier. Souvenez-vous que vous êtes votre propre « patron » pour cette activité.

« Je n'aurai pas la patience » dites-vous. Il n'est pas besoin de patience car un projet, de locomotive par exemple, fonctionne par sous-ensembles, plus ou moins complexes mais dont la durée de réalisation unitaire est assez courte. Et les progrès sont visibles et progressifs. Avouons-le nous passons souvent pas mal de temps à manipuler et jouer, avec ces sous-ensembles. Franchement, que celui d'entre nous au club qui n'a jamais fait rouler un châssis fraîchement terminé pendant 10mn sur son établi lève le doigt.

*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. JE N'AI PAS LES MOYENS, JE NE VEUX PAS INVESTIR SI JE NE SUIS PAS SUR DE CONTINUER

Le modélisme mécanique est-il un loisir de riche ? Sûrement pas. Tout d'abord le coût global fournitures et consommables compris, ramené à l'heure de loisir est très faible. Le modéliste va passer entre 200 et 600 heures par an dans « son empire ». L'investissement initial va lui servir toute sa vie, et même plus si le matériel est bien entretenu. S'il pratique pendant quinze ans et qu'il dépense sur cette période 6000 Euros cela ramène, en euros constants, l'heure de loisir à 1 Euro. Y a plus cher n'est-ce pas ? D'autre part le gros de l'investissement initial dans le système d'outillage s'étale sur au moins 2 ou 3 ans, voire beaucoup plus si le pratiquant est adhérent d'un club avec accès aux machines-outils.




*Galloway Non dead center Beam engine (Design Anthony Mount). Moteur à balancier sans point mort. Un superbe projet et une machine fascinante à voir fonctionner.*

## 6. LE MODELISME MECANIQUE C'EST QUOI ?

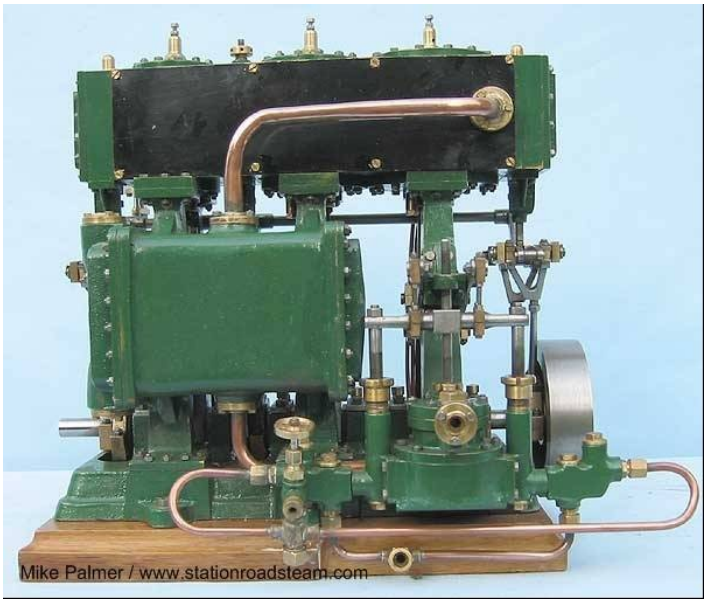
Le modélisme mécanique est une activité plutôt méditative. Un modéliste passe énormément de temps à imaginer, à rêver, à concevoir, à contempler sa création, à accumuler de la documentation sans se priver d'en discuter à satiété avec d'autres modélistes, à se concentrer sans être distrait lors des usinages. Au fond c'est un excellent moyen pour prendre le contre-pied de la vie de tous les jours.
Activité méditative oui, mais ce n'est pas pour autant une activité d'ermite. Très vite, et quelque soit le thème retenu, cela va vous amener à vous intéresser à des techniques anciennes, à vous documenter, à découvrir votre région, à entrer en contact avec d'autres passionnés dans d'autres domaines. Et les thèmes ne manquent pas : moteur à vapeur stationnaire, ateliers et machines outils, moteur à combustion interne, modélisme ferroviaire, bateaux, voitures, engins de travaux publics, machines agricoles, armes miniatures, diorama d'usines, systèmes hydrauliques, instruments scientifiques… Chacun de ces thèmes est à lui seul un univers à découvrir.

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

*Maquette à l'échelle 1/12ème (William L. Gould) d'un télescope construit en Estonie en 1823 par Joseph von Fraunhofer.*




*Moteur marin à vapeur triple expansion*

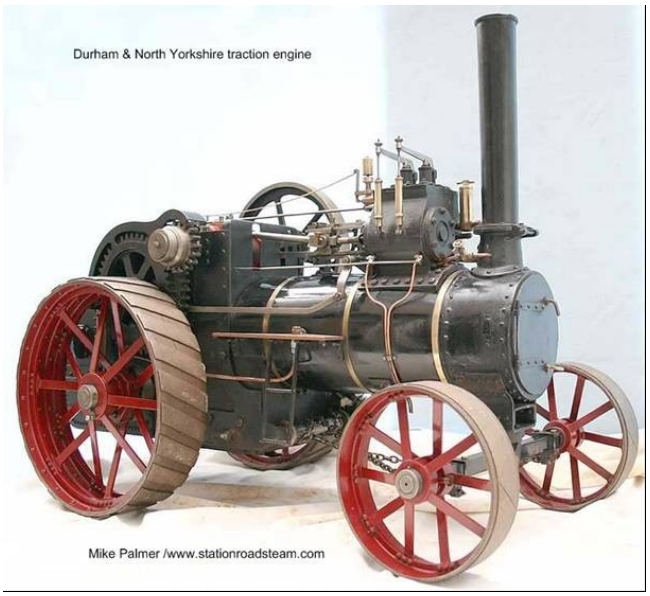
*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Il ne doit pas être copié ni donné à des tiers sans l'autorisation de **VAPEUR 45***

# FICHE TECHNIQUE
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

Ainsi la lassitude est rarement présente dans notre hobby. Le modélisme mécanique se nourrit d'un processus continu d'acquisition de connaissances et de savoir faire. Vous aurez l'occasion de faire du tournage, du fraisage, de la chaudronnerie, de la soudure, de l'ajustage. Vous aurez aussi l'opportunité d'approcher ou de pratiquer l'électricité courants faibles, l'informatique (contrôle commande ou CAO), la peinture, la photo, la fonderie, la photogravure. La liste peut encore s'allonger. En un mot comme en cent, vous ne vous ennuierez pas.

Ce hobby doit devenir pour vous un espace libre où le temps, la productivité et le stress se dissolvent, un domaine personnel de relaxation. Vous verrez d'ailleurs que vous prendrez autant de plaisir à réaliser parfaitement une minuscule pièce qu'un gros ensemble. Vous ressentirez aise et satisfaction pour un montage d'usinage ou un outillage hors commerce que vous aurez fabriqué et qui donnera d'excellents résultats. Vous vous étonnerez, pour bon nombre d'entre vous de prendre aussi beaucoup de plaisir à regarder ou faire fonctionner de belles mécaniques réalisées par d'autres.



*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***

*Camion à vapeur type Atkinson échelle 1/4*

## 7. C'EST TROP COMPLIQUE, C'EST DECOURAGEANT

Non, non, ce n'est pas compliqué. Forcément si vous démarrez directement par le camion à vapeur Atkinson avec boîte de vitesse et différentiel à l'échelle 1/4 ce n'est pas gagné.

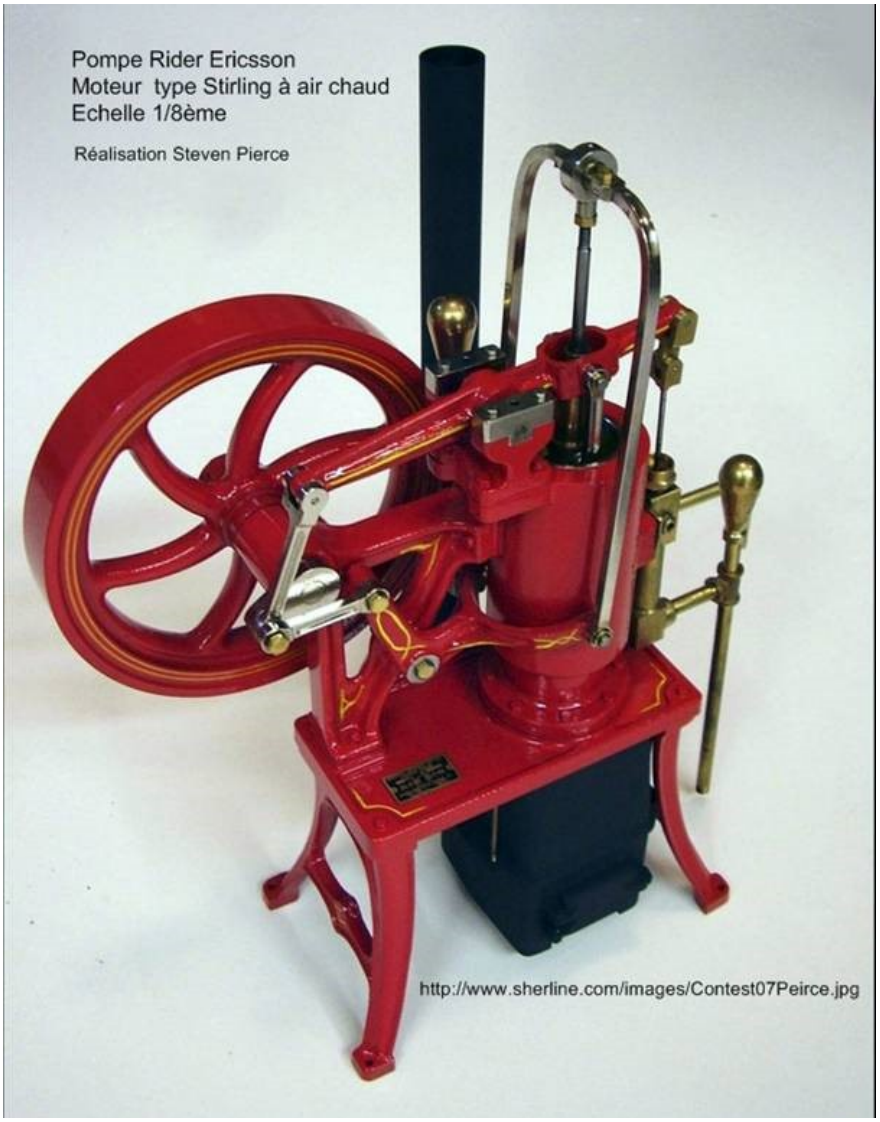
L'une des causes de découragement et de renoncement du modéliste débutant est d'entreprendre un projet de trop longue haleine qui nécessite une organisation d'usinage rigoureuse, difficile à imaginer et à maîtriser pour un néophyte. Ceci étant, pas de langue de bois entre nous. Même les modélistes de haut niveau ont eux aussi des phases de découragement ou de stagnation. Il peut se faire qu'ils passent 5 à 7 ans à réaliser une machine avec de longues périodes pendant lesquelles ils ne produisent rien quant au modèle en chantier. Cela ne veut pas dire qu'ils ne font plus rien, mais cet état de fait est naturel sur des projets un tant soit peu conséquents, innovants ou délicats.

Il faut avoir un plan de progression et c'est un loisir où l'on progresse vite. Tout ceci étant dit, si un club existe dans votre région allez y faire un tour. Vous ne le regretterez pas. Le montant, généralement modeste de la cotisation, vous sera remboursé dix fois grâce aux erreurs que vous éviterez dans le choix du matériel ou des projets de début, grâce aussi aux gains liés aux filières d'achat et d'approvisionnement. L'entraide dans ces clubs, souvent de taille modeste, y est réelle ; si vous êtes enlisés vous trouverez toujours quelqu'un qui vous fera un petit usinage ou vous épaulera temporairement pour vous remettre en selle.

*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. J'AIMERAI BIEN CONSTRUIRE UNE 130TC FIVES DU RESEAU NORD

Il est difficile pour un débutant d'identifier la complexité réelle d'un projet. Par exemple certains moteurs comme les moteurs à air chaud, sous leur apparente simplicité cachent une finesse d'usinage réelle.




*Un exemple de projet faussement simple : machine de pompage Rider-Ericsson à moteur à air chaud*

Dans la pratique il est recommandé de démarrer par des moteurs simples : monocylindre oscillant, bicylindre à distribution par tiroir, moteur à combustion interne à allumage par glow-plug puis continuer par des ensembles de propulsion marin avec chaudière et inverseur de marche, machine à balancier, locomotive de manœuvre à deux essieux couplés. **VAPEUR 45** a mis au point une machine de débutant « La Sarthe » qui avec un budget ré-

*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***

duit permet d'acquérir tous les savoirs faire de base. Ensuite, pour le reste c'est votre aventure.

*Stuart 5A  est-ce vraiment un « beginner's project ?»*

*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***

*Simplex 0-6-0 (design Martin Evans), une machine puissante et fiable Machine qualifiée « pour débutant » ; échelle 1/12 pour voie de 5 '' (127mm)*

## 9. JE VAIS DEMARRER PAR UN KIT DE FONDERIE CE SERA PLUS SIMPLE

Le débutant pense parfois qu'en utilisant un kit avec des pièces de fonderie tout ira mieux. Typiquement il démarrera par un moteur monocylindre à distribution par tiroir souvent affublé du titre « project for beginner[1] » car ces kits sont anglo-saxons. Ce projet est loin d'être un projet « beginner », ou plutôt c'est un projet pour un mécanicien qui débute dans le modélisme.

Kit de fonderie = plus de facilité = …c'est pas vrai ! Il est bien plus facile, enfin facile…façon de parler car rien n'est facile quand on débute, il est plus facile disions-nous de réaliser son ou ses premiers projets à partir de matériau de stock (ronds, plaques, barres, feuilles) par usinage et assemblage mécanique (vis et boulons, emmanchement serré, collage Loctite) ou assemblage en mécanosoudure (soudure à l'argent). De toute manière vous serez obligé, dans tous les cas d'acquérir ces savoir-faire.

*Un kit de fonderie…voilà ce que vous recevrez*

*ou bien cela en achat deuxième main*

*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***

La difficulté avec les kits de fonderie c'est d'une part qu'il faut d'abord réaliser des surfaces de référence, tenir compte des variations dimensionnelles des pièces de fonderie et parfois composer avec des déformations liées à des relâchement de contrainte après usinage. Il y a aussi une ²organisation des gammes d'usinage assez rigoureuse et pas évidente à mettre en place car certains usinages sont nécessaires pour réaliser les nouvelles surfaces de référence qui permettront à leur tour de faire des usinages préparatoires ainsi que des montages provisoires pour avancer dans le processus. Les problèmes de reprise d'usinage, c'est à dire repositionnement d'une pièce sur machine outil après un usinage partiel, devront être parfaitement maîtrisés. Les bridages, montage et centrage des bruts de fonderie, les positionnements et montages d'usinage, évidents pour un tourneur-fraiseur chevronné, sont de véritables casse-têtes pour un débutant. Guidé par un modéliste expérimenté le modéliste débutant n'aura bien sûr aucune peine à exécuter le travail et à intégrer peu à peu le processus. Mais lâché seul c'est une autre paire de manches.

**10. JE VAIS ACHETER UNE MACHINE D'OCCASION OU LE PLUS GROS EST FAIT**

Que penser des bonnes affaires (et parfois c'est vrai, il y a de bonnes affaires) ? On peut lire « le kit est achevé à plus de 90%, reste plus que... ». Notons au passage que les % qui manquent ne sont peut-être pas les plus simples à réaliser.
Il faut une bonne habitude pour savoir si l'usinage est impeccable ou si malheureusement la moitié des pièces partiront après contrôle et pré-montage dans la caisse à rebut, et c'est sans compter :

- les fonderies manquantes, fonderies qui, bien entendu ne sont parfois plus commercialisées.
- l'origine anglo-saxonne quasi certaine du kit : galère avec les filetages, les taraudages et les perçages.

Le lot est rarement vendu par le modéliste qui l'a usiné, le brave homme qui s'y est coltiné est souvent parti depuis un bail au paradis des tourneurs fraiseurs, donc c'est le coup de poker. Définitivement pas pour débutant à notre avis.

**11. JE NE SAURAI JAMAIS FAIRE TOUT CELA SEUL**

Il y a les intégristes du « tout, tout seul, de A à Z » à partir des matériaux bruts. Ces modélistes ont un profil psychologique particulier. C'est le cheminement et l'indépendance pendant le cheminement qui les intéresse le plus. Ils peuvent passer un temps infini à essayer de faire des pièces de fonderie pour finalement décider d'un usinage dans la masse ou refaire dix fois la pièce jusqu'à qu'ils soient satisfaits de la démarche et du résultat. Ils se défendent en général d'être des perfectionnistes.

*Tich, une locomotive de débutant pas très simple à réaliser malgré l'apparence. Un kit presque terminé mais à combien de %…?*

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

*Maquette statique de P51 (ne vole pas) au 1/16 ème (Young C. Park) mais tout peut fonctionner y compris les commandes. 6000 heures de travail. Le projet a évolué sur près de 10 ans.*

**Dans ce hobby il n'y a aucune obligation à tout faire par soi-même**, bien au contraire. En fait il n'y a aucune obligation du tout ! C'est un passe-temps pas un boulot.

N'ayez ni honte ni sentiment de dévalorisation à demander de l'aide ou même à recourir à un professionnel si vous ne savez pas faire une pièce ou pour certains sous ensembles particulièrement longs et délicat. Qui se souciera que vous ayez fait découper le châssis de votre locomotive en découpe laser ou acheté votre chaudière, si le reste est superbe et que votre loco fonctionne comme une horloge suisse. (Rappelez-vous, le modélisme mécanique n'est ni une activité d'ermite, ni une discipline ascétique où la souffrance est de mise.)

Vous n'avez de compte à rendre à personne, même pas à votre ego: pas de honte, pas de culpabilité, pas de sentiment d'incapacité.
Si un projet ne vous plaît plus, arrêtez.
Si un projet dépasse de loin vos capacités mettez-le de côté. Il y a plein d'anecdotes où un projet reste dix ans dans une boîte puis est repris et terminé en quelques mois.
Si aucun de vos projets n'aboutit, où est le mal ?
Si votre machine ne fonctionne pas, fignolez un peu sa finition et utilisez-la en décoration ou vendez-la ou laissez-la dans une boite pour la joie d'un futur antiquaire lorsque vous aurez quitté votre enveloppe terrestre et que tout cela ne vous concernera plus.

Tout ceci ne regarde que vous.

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

**« Comment ça, vous ne descendez pas à mieux que le centième ? »**

Vous rencontrerez un jour ou l'autre un quidam qui « usine à 2 microns avec des méthodes sinus différentielles du deuxième ordre et des montages parallélo-divergents à compensation de flatulence aléatoire…», le tout avec un tour chinois hors d'âge posé sur deux tréteaux, des accessoires chinois grand public, sans arrosage-lubrification, dans un pièce chauffée par un vieux radiateur qui chauffe un peu s'il ne fait pas trop froid. **VAPEUR 45** vous explique comment procéder dans ce cas. D'une voie flûtée et respectueuse, en baissant légèrement le regard et le front plissé comme sous l'effet d'une intense tension intellectuelle, posez-lui la question : « Quand on sait qu'un métal se dilate de 10 à 18 microns par mètre pour une augmentation de 1°C de sa température et que pendant l'usinage à sec on peut monter à cent degrés et plus, c'est tout simplement époustouflant, voire phénoménal. Cher ami, sans vouloir vous obliger, auriez-vous l'amabilité de m'expliquer plus en détail votre secret ou bien même me faire une démonstration? ». Envoyez-nous un mail avec la suite de l'histoire pour nous raconter.

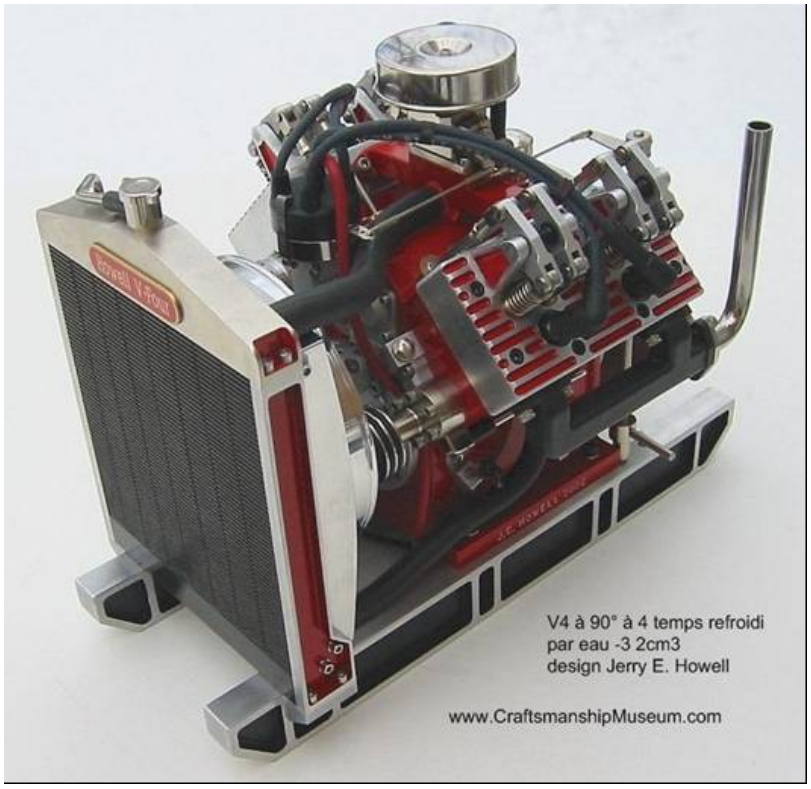
Autrement dit, ne vous laissez pas impressionner. Avancez votre petit bonhomme de chemin. Si on vous donne un conseil testez-le sereinement s'il vous paraît raisonnable. Pratiquez-le et faites en profiter les amis si ça marche. Ni plus, ni moins.

Autre point, simple à comprendre mais important : la précision d'exécution ne sera pas meilleure que celle du composant le moins performant dans la chaîne d'usinage. Vous faites partie de la chaîne d'usinage, ne vous en déplaise. Sans vouloir vous offenser nous craignons, que comme nous-mêmes, vous soyez le maillon le moins précis/fiable de la chaîne. Sans parler d'erreurs grossières, les imprécisions de tracé, de lecture, de positionnement de pièce ou d'outil sont les sources majeures de baisse de précision d'usinage, sans omettre le travail manuel d'ajustage. C'est pour cela que l'on s'efforce aussi par le choix et l'enchaînement rationnel des méthodes d'usinages de limiter ces imprécisions.

Enfin si certaines pièces doivent être usinées avec beaucoup de soin et de précision, par exemple un piston et son alésage dans le bloc cylindre, bon nombre d'usinages se satisfont d'un précision moindre et certaines cotes ne sont même pas critiques du tout.

Si la pièce n'est pas correcte mettez-la au rebut tout simplement, sans vous prendre la tête. Vouloir à tout prix utiliser une pièce hors tolérance sous prétexte qu'on y a passé du temps est une source d'ennuis à venir. Sachez que nous l'avons tous fait un jour ou l'autre et nous en avons tiré les conséquences. Sur ce point précis, les préconisations **VAPEUR 45** sont : de la sérénité, du calme, de la rigueur et l'achat d'une poubelle d'assez grande taille.

*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***




*Moteur fonctionnant, V4 à 90°, 4 temps, refroidi par eau de 32cm3- 200mm x 146mm x 180mm. Design Jerry E. Howell. Projet de collaboration internationale entre 4 modélistes, chacun apportant son expertise et réalisant les pièces spéciales pour les autres*

**12. JE N'AI PAS LA PLACE POUR UN ATELIER**

Peux-t-on faire du modélisme mécanique en appartement ou sans atelier ? La réponse est oui. Le président de **VAPEUR 45** a pendant des années utilisé un petit tour Unimat posé sur la table de la cuisine avec de l'outillage à main, le tout rangé après la séance d'usinage.

*Moteur 4 temps à régulation tout ou rien (hit & miss) fonctionnant. Allumage par magnéto. Echelle 1/16ème réalisé par Jerry Kieffer. La magnéto seule a demandé 350 heures à construire et régler. La pièce de monnaie donne l'échelle ; il est donc pratiquement à taille réelle sur cette photo. Ce moteur peut-être réalisé dans un minuscule atelier sur des machines outils de taille modeste mais précises.*

*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 conditions qui nous semblent impératives à la pratique en appartement sont :
Choisir un tour silencieux (il y en a d'horriblement bruyants), de capacité modeste et ne pesant pas plus d'une vingtaine de kilos si vous devez le déplacer. A associer à un petit étau amovible, le minimum d'outillage à main et une petite perceuse à colonne. Si manquez de place cruellement choisissez un ensemble tour avec colonne de fraisage. Cela vous coûtera soyez-en sûr à peu près le prix des deux machines séparées mais avec des performances moindres sur la fraiseuse.
Un recoin de 2 à 3 m² est suffisant, un dessous d'escalier, une grande penderie, etc.
Choisir des petites échelles comme les locomotives en voie de 45 mm (G1) ou du modélisme naval (chaloupes vapeur par exemple) ou encore des moteurs à combustion interne, des moteurs stationnaires
Prévoir de réaliser les brasures à l'argent en extérieur car il faut une grosse puissance de chauffe. Cela concerne les chaudières des machines à vapeur. Sinon achetez-les toutes prêtes (c'est pas donné !).
Usiner presque exclusivement du laiton ou de l'aluminium (si vous usinez un jour des alliages ferreux genre silver steel ou fonte graphitée vous comprendrez vite pourquoi)

**13. J'AI VU UNE DECAUVILLE AU 1/5 EME ELLE ETAIT SUPERBE !**

Cela nous amène à la notion d'échelle, notion qu'il faut bien saisir. Cette notion d'échelle mérite de s'y arrêter un moment car elle a des conséquences sur notre loisir et sur notre porte-monnaie.

Un modèle est une représentation, généralement à échelle réduite de certains aspects de la réalité.

*On peut trouver son bonheur à toutes les échelles. Ce moteur de 0,03cm3 de cylindrée, de 3,2mm d'alésage et de 4mm course et il fonctionne ! Conception réalisation George Luhrs. La pièce de 1 cents en bas à gauche donne la taille. A cette échelle on est proche de l'horlogerie.*

**<u>Echelle géométrique</u> :**

L'échelle géométrique est un simple facteur de réduction des longueurs. Par exemple à l'échelle 1/12 une barre de 1200 mm de long sera représentée par une barre de 1200/12= 100mm. Jusqu'ici tout va bien, rien de compliqué.

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

**Echelle d'aspect :**

C'est un mode de représentation dans lequel on privilégie la sensation ou l'émotion produite. Par exemple si vous contemplez un bas relief d'un grand sculpteur classique vous avez une sensation de volume mais si vous approchez suffisamment vous serez étonné par les déformations et l'écrasement de certaines formes.
Il en va de même pour les dioramas ferroviaires aux échelles O, HO et inférieures où le facteur de réduction varie fortement et non linéairement dans le sens de la profondeur au point de donner pour les plus réussis une impression de quelques kilomètres de profondeur sur … 40 à 60cm.

**Echelle physique :**

Comme nous produisons des modèles fonctionnant (mais aussi pour des problèmes de tenue de pièces à l'usinage) nous ne pouvons pas faire abstraction des lois de la physique. Quelques éclaircissements.

Supposons sur un plan à l'échelle 1/32 ème, une pièce cubique de 3cm de côté. Imaginons que l'envie vous prenne de faire le modèle à une échelle double, soit 1/16 (échelle dite ¾''). Chaque côté du cube va être multiplié par 2, soit 6cm. Mais le volume du cube va passer de 3x3x3=27 cm3 à 6x6x6= 216 cm3. Le volume est multiplié par 8 et le … poids aussi. C'est ainsi qu'une locomotive à l'échelle 1/16 va peser entre 25 et 60kg pour 400 à 600mm de long. Une machine au 1/8 pèsera complète allègrement de 200 à 300 kg et dépassera généralement 1,50m mètre de long.

Un autre exemple est celui du freinage. Une machine au 1/16 pesant disons 40kg en ordre de marche et roulant à 1 m/s (3,6 km/h) a accumulé une énergie de déplacement (cinétique) de 1/2x40x1x1=20 Joules. Une machine au 1/8 va peser 300 kg en ordre de marche et rouler au moins à 2 m/s (7 km/h). L'énergie cinétique emmagasinée est de 1/2x300x2x2= 600 Joules. On va devoir dissiper 30 fois plus d'énergie pour arrêter la locomotive au 1/8 que la locomotive au 1/16 ! Eh oui il vous faut de bons freins.

Nous n'irons pas plus loin dans ce développement car il faudrait passer en revue d'autres domaines nécessitant des approches théoriques comme, la production de vapeur, la tenue à la pression, les pertes de charges dans les tuyaux, les voilements des pièces peu épaisses, le flambement de compression de pièces fines et longues, …

Ne partez pas, c'est pas encore fini ! En effet, le temps d'usinage va lui aussi considérablement augmenter avec l'échelle, car le volume de copeaux à dégager et le linéaire de course d'outil vont croître considérablement. Sauf à passer sur une gamme de machines-outils plus robustes et plus puissantes mais tout aussi précises, le projet est assez mal parti. Vous imaginez bien aussi que, côté machines et outillage, au fur et à mesure que l'on grimpe en gamme, les prix augmentent de façon abrupte.

Maintenant que vous être sensibilisés à cette question **vous avez intérêt à réfléchir sur les tailles et types de modèles qui vous tentent.** Visitez des salons, des portes ouvertes de club pour voir quelle échelle vous attire, en vous souvenant que l'échelle a des conséquences sur le système d'outillage dont vous aurez besoin, les contraintes de transport-levage et le coût final du projet.

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

Qu'est-ce que je dois acheter comme tour ?

**Le meilleur système d'outillage est celui qui vous satisfait et vous permet d'atteindre les objectifs que vous vous fixez.** Il n'y a rien de plus à ajouter. Dans ce domaine il n'y a ni dogme, ni vérité révélée, seulement des compromis pour un ensemble de contraintes à satisfaire.

Vous trouverez toujours des modélistes, des articles, ou bien des sites Internet qui vous dirons qu'on peut construire une locomotive avec des limes, un cure-dent et de la tôle récupérée de boîte de conserves. En faisant abstraction de l'orgueil et de la vanité probablement cachés derrière cela, nous à **VAPEUR 45**, on demande à voir ! S'il est vrai qu'un ajusteur-outilleur peut faire des merveilles avec des limes, des outils de tour bricolés (en apparence seulement) et une perceuse à colonne, n'oublions pas qu'il a 30 ou 40 ans de métier et qu'il appartient souvent à une génération où la pratique était un des grands piliers de la connaissance. Ne confondons pas les genres !
Vous trouverez aussi en plus grand nombre encore des sites et des personnes prétendant tout le contraire, qu'il vous faut absolument ceci et cela.

Conclusion : **ne vous fiez qu'à ce que vous expérimentez dans votre pratique et/ou après avoir vu ce que les gens ont <u>réellement</u> réalisé eux-mêmes.**

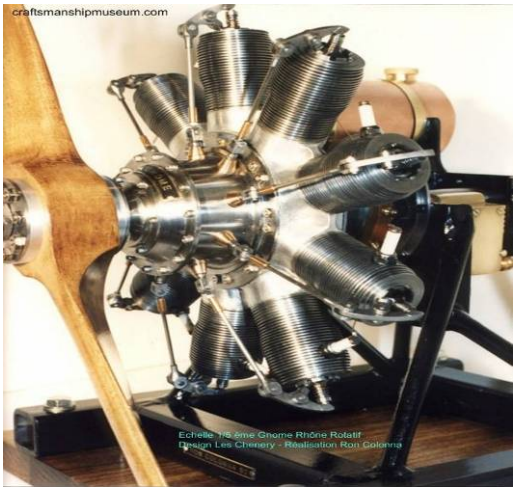
*Maquette exacte et fonctionnante à l'échelle 1/3 d'une Espingole de chasse de la Manufacture de Versailles ayant appartenu au Prince Eugène de Beauharnais. (Michel Lefaivre de Paris) Des spécialistes de chaque discipline (gravure, marqueterie, sculpture bois) ont participé à l'achèvement. Réalisé avec des outillages d'horlogerie, une fraiseuse à haute précision et des outillages à main spécifiques.*

*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
# CONSEILS D'AMIS

**FPe00**

*Maquette fonctionnelle*
*Echelle 1/5ème (réalisation Ron Colonna- dessins Les Chenery)*
*9 cylindres Gnome Monosoupape.*
*64 cm3 de cylindrée totale.*




Pensez-vous que l'Espingole et ce moteur aient utilisé les mêmes systèmes d'outillage ? La bonne réponse est « Non ».

Le système d'outillage nécessaire pour effectuer l'usinage pour des échelles de locomotives allant du 1/32$^{ème}$ au 1/12$^{ème}$ (échelle dite 1'') n'est pas trop conséquent. Le cœur du dispositif est basiquement un tour et une fraiseuse-perceuse verticale. Notez qu'au 1/12 ème les problèmes de chaudronnerie-tôlerie et la réalisation de la chaudière commencent à prendre pas mal d'ampleur.

Lors de la constitution de votre budget, n'oubliez pas qu'une machine outil a besoin d'outils et d'accessoires et que ceux-ci ne sont pas gratuits.

**A la base un bon travail nécessite de bons outils,** de la patience pendant la période d'apprentissage et puis de la pratique, encore de la pratique, toujours de la pratique et surtout de la pratique. Faut pas rêver le modélisme mécanique ne s'apprend pas dans les livres ni avec des vidéos.
Si jamais vous avez eu en main un catalogue de fournitures mécaniques, vous aurez peut-être été pris de vertiges. C'est normal. Du calme, du calme, c'est plus simple qu'il y paraît d'autant que nous ne sommes pas dans une logique industrielle. En attendant quelques grands principes suffiront.

En mécanique tout se tient. C'est pour cela que l'on parle de système d'outillage. Tel type de tour acceptera telle gamme d'outil, de mandrins et sera adapté à une gamme de taille/volume de pièces données, à des capacités d'usinage définies. Pour caricaturer, un tour de mécanique générale n'acceptera pas des outillages d'horloger, cela va de soi. Il en va de même avec les classes de précision. A quoi sert une fraiseuse ultra précise affublée d'un mandrin porte-foret de qualité « foire au bricolage » ou à la norme « tout à 1 euro » ? Nous expliquerons cela plus en détail dans un prochain article ne vous inquiétez pas.

**Faut-il acheter dans les braderies, sur Internet ?**

Le choix du Pro, Qualité outilleur, Maxi précision, ….

*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***

Ne vous y laissez pas prendre. Ces appellations ne sont soumises à aucune réglementation. Les seuls juges de paix sont les références aux normes : DIN, ISO, EN. Tout vendeur un peu sérieux affichera les performances des équipements qu'il vend et vous pourrez les vérifier. Ainsi pour un mandrin porte-foret (mandrin type Jacobs) 3-16mm, la précision de coaxialité ou faux-rond va varier de 0,25mm (voire largement pire !) à 0,005mm et les prix dans un rapport de 1 à 18. Sans commentaire.

Super Pack, Promo du mois, Liquidation à prix cassés, arrivage direct usine stock limité…. (Stock limité mais quand il n'y en a plus il y en a encore !)

Les Superpack, sont souvent proposés lors de l'achat de la machine outil ou de système d'accessoires coûteux, comme par exemple les diviseurs. Demeurez vigilant car si, par exemple la machine outil est de bonne qualité, le reste des accessoires offerts à « prix cassé » peut se révéler assez bas de gamme. Les vendeurs distributeurs ne sont pas des escrocs mais ce ne sont ni des philanthropes ni des mécènes. La valeur des outils « offerts » ou « à prix réduits » est d'ailleurs souvent affichée. Sinon évaluez-la ou questionnez le vendeur. Ensuite proposez au vendeur de remplacer le pack standard par la même valeur en équipement que vous aurez vous même choisi. Généralement il n'y a aucun problème.

**14. FAUT-IL ACHETER « CHINOIS » ?**

Pas d'illusions : dans la gamme où vous allez taper, avec le budget moyen dont disposent les modélistes, et quoique puisse prétendre le vendeur, toutes les machines sont fabriquées en production de masse en Chine[2]. Et il y a moins d'une dizaine de fabricants d'ampleur internationale sur ce marché. Certains modifient leur fabrication, pour personnaliser la production pour des importateurs grossistes européens ou anglo-saxons.

www.optimachines.com
Tour D250x550 Vario

*Exemple de tour d'établi typique à variation électronique de vitesse. Un type de machine simple bien pensée, facile d'utilisation et suffisamment robuste et précise pour nos besoins sur une gamme d'échelle très large.*

*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***

Ces machines outil ont considérablement progressé ces dernières années et les performances sont maintenant très acceptables. Bien conduites elles donnent entière satisfaction et durent très longtemps. Ceci étant, il y a parfois des petits ennuis mineurs et un peu de mise au point-réglage dans les premiers temps. Rien de très grave en général, mais il vaut mieux s'assurer de la compétence du revendeur et de la qualité du SAV. Ces machines ne sont ni des machines d'atelier ni des machines de production, sachez les ménager. Apprenez aussi à les entretenir et à les régler.

Quant aux caractéristiques mirobolantes soyez vigilants et exercez votre esprit critique. Prenons un exemple : la puissance moteur de votre machine outil. La puissance affichée est la puissance maximale absorbée par le moteur en régime stabilisé. Or le rendement d'un moteur varie de 45% (électroménager, petit outillage portatif) à 98% (gros moteurs industriels en 1500 Volts). Les bons moteurs ont un rendement de 85%. Autrement dit entre un moteur de 750W à 45% de rendement et un moteur de 500W à 85% de rendement, il y a sur l'arbre 337W pour le premier et 425W pour le second. Plus de puissance à l'arbre et moins de consommation pour la machine de 500W qui est soit disant… « moins puissante ». Il faut garder aussi en tête la nécessaire bonne adéquation du moteur avec la rigidité du bâti pour passer cette puissance.

**Je n'ai pas le budget pour m'équiper sérieusement**

*« Ce qui te manques cherche le dans ce que tu as » (aphorisme Zen)*

En êtes-vous vraiment sûr(e) ?
N'en déplaise aux marchands d'outillage, **on peut prendre plaisir à notre hobby et atteindre des résultats excellents avec un nombre limité d'outils dans un coin de notre maison** ou de notre appartement. Plus votre expertise grandira, enracinée dans votre pratique, moins vous utiliserez d'outils en nombre et en sophistication. Par ailleurs avec un peu de cogitation et un peu d'astuce on arrive en général à ses fins avec les outils dont on dispose. Peut-être y passe-t-on un peu plus de temps, mais est-ce bien grave ?

Un conseil de **VAPEUR 45** : ne carbonisez pas votre carte de crédit tout de suite ! Autrement dit **n'achetez pas tout le système d'outillage d'un coup, même si vous avez le budget**. D'une part vous vous priveriez du plaisir de vous faire des petits cadeaux régulièrement, mais surtout il y a fort à parier qu'une partie de ce que vous aurez acheté ne vous servira que peu, voire pas du tout, ou sera mal adapté à vos besoins.

C'est inéluctable, **vos besoins vont évoluer en fonction de votre parcours personnel** et nul ne peut prédire avec certitude ce qu'il sera.

Achetez au fur et à mesure de votre progression personnelle. Vous serez étonné du **nombre limité d'outils dont vous aurez finalement besoin** et encore plus étonné du nombre ridiculement faible de ceux que vous utiliserez très fréquemment, pour ne pas dire tout le temps.

Comparez les prix bien sûr, vous aurez parfois des surprises, comme 30% d'écart constaté sur la même fraiseuse, 75% sur un plateau tournant (véridique !). Certains vendeurs peu scrupuleux font payer des produits d'importation de qualité correcte le prix du matériel professionnel ou peu s'en faut. Sachez faire votre marché, comparez, mais restez vigilant car

*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***

en règle générale, dans le domaine de l'outillage il n'y a pas de miracle, on en a pour son argent ni plus ni moins.

*Perceuse-Fraiseuse d'établi à vitesse variable ; une gamme de modèle qui se démocratise de plus en plus avec à la clé de très bonnes performances et des capacités d'usinage tout à fait honorables.*

Conseil **VAPEUR 45** : lorsque vous achetez des équipements ou des outils, **achetez les meilleurs que vous pouvez vous payer en rapport avec vos besoins**.

Il faut garder votre bon sens et rester cohérent avec les performances globales de votre système d'outillage. De la même manière ne suréchantillonnez pas : si vous ne taraudez jamais au-dessus de 8 mm n'achetez pas un set de tarauds de 5 à 25mm au prétexte qu'il est en promo à –30% du prix catalogue. Ne souriez pas on y passe tous un jour ou l'autre.

Comme je ne suis pas sûr de continuer je vais acheter à petit prix une petite fraiseuse et un petit tour et après j'achèterai plus gros, plus pro

Certains d'entre vous vont dire, mais ces machines-outils sont beaucoup trop grosses ! Tout d'abord il s'agit de petites machines-outils, dites d'établi. Ensuite sachez qu'une « grosse » machine outil est aussi précise, sinon plus, qu'une petite. Sachez que sur un « gros » tour ou une « grosse » fraiseuse vous usinerez de très petites pièces ou de bien plus grosses. L'inverse n'est pas vrai avec les machines qualifiées d'amateurs ou de modéliste. D'ailleurs, l'usinage à petite échelle n'est pas plus facile, c'est même le contraire, que l'usinage à plus grosses échelles.

*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***

Evitez donc la logique : « je vais commencer par un petit tour pas cher du tout et je verrai après ». Le désappointement est souvent au rendez-vous et l'addition risque être salée à l'arrivée si vous êtes contraint de changer. Ces très petits tours ne sont pas munis de tous les éléments et fonctions des tours d'établi qui rendent la vie facile, l'usinage rapide et précis.

Si vous optez pour les très petites machines-outils, vous aurez intérêt à vous centrer sur des marques réputées qui ne font aucun compromis sur la précision d'usinage. Le prix est au rendez-vous comme toujours. Les « mini tours » de qualité ou les micros fraiseuses, qui vous garantissent au moins une bonne précision d'usinage, sont aujourd'hui aussi chers, système d'outillage compris, que la gamme chinoise classique. Ce n'était pas le cas il y a une dizaine d'années.
L'approche marketing des fabricants de micro tours et micro fraiseuses est de proposer ce type de machine outil à un prix assez modéré et le système d'outillage et les accessoires à des prix plutôt élevés, voire dans une gamme dite « propriétaire » c'est-à-dire que vous ne pourrez acheter que dans la marque. Méfiance donc. Lorsque vous allez grimper en gamme il faudra tout acheter de nouveau.

Ceci étant dit, certains hobbyistes d'excellent niveau sont très attachés à leur micro-tour et/ou à leur micro fraiseuse qu'ils gardent précieusement car ils les connaissent par cœur, ont réalisé quantité d'outillages et de montages spécifiques. Des chefs d'œuvre sortent de petites machines comme celles de la marque Sherline aux USA, marque qui propose une compétition annuelle.

**J'ai vu des tours d'occasion à 250 € avec mandrins et outillage**

Sauf s'il est amateur de jeux de hasard, nous déconseillons au modéliste débutant et isolé, d'acheter des machines d'occasion.

Fuyez les grosses machines d'atelier anciennes, surdimensionnées pour vos besoins, même si elles « tournent » et même si elles sont vendues à peine plus cher que le prix de la ferraille. Le reconditionnement d'une machine outil n'est pas une mince affaire, cela nécessite un gros atelier de mécanique, du savoir faire et beaucoup de temps. Par ailleurs tout le système d'outillage sera à reconstruire, les pièces détachées sont une galère. De plus une machine d'atelier est usée par des années de travail intensif. Une machine d'atelier reconditionnée professionnellement est quasiment une machine neuve et le prix est en conséquence.

Quand aux machines de particuliers c'est la loterie. Bon, il y le cas évident et facile à détecter style le tour du grand-père ou du beau-père, remisé tel quel dans une grange ouverte derrière le motoculteur. «J'y connais rien, mais il marchait très bien » …quand le brave vieux était encore de ce monde. A Vapeur 45, on compte sur vous pour maintenir l'image du hobby : soyez poli et tout et tout, mais laissez tomber un argument du style « c'est finalement trop gros/trop petit pour moi, ça va être difficile d'adapter un commande numérique, etc. » ou dieu sait quel autre mensonge social. Après quelques mots gentils, dites au revoir et repartez.

A moins d'être accompagné d'un tourneur-fraiseur de métier ou d'un modéliste chevronné et de pouvoir usiner et mesurer, vous êtes dans la difficulté pour faire un bilan de performances. De plus nous vous mettons en garde car certaines marques ont des systèmes

*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***

d'outillage propriétaire, donc non standard, donc … cher et limité en choix. Et pour les marques qui ont disparu nous ne vous ferons pas un dessin. Sachez aussi pour terminer, que les machines chinoises d'il y a quinze ou vingt ans n'ont pas les qualités des productions actuelles.

**Je vais installer mon atelier dans l'abri de jardin**

Installer son atelier, cela vaut vraiment le coup d'y réfléchir sérieusement. Tout d'abord à cause de l'argent que l'on a investi dans les machines et les outils, ensuite à cause du temps que vous allez y passer. Avec les échelles que nous pratiquons à **VAPEUR 45** c'est vrai que quelques m² sont amplement suffisants pour travailler à l'aise.

Malgré leur aspect costaud, les machines outils sont fragiles.
En fait **ce qui est fragile c'est le maintien dans le temps de la précision d'usinage**.

Ce qui détruit la précision d'usinage ce sont :

- les poussières,
- les chocs mécaniques mêmes modérés,
- la corrosion (humidité et certains lubrifiants acides),
- les déformations permanentes comme les ancrages rigides[3] sur du béton ou les serrages excessifs du bâti machine sur un banc d'établi non plan.

Les machines outils d'établi que nous utilisons pèsent entre 50 et 120kg suivant le modèle et suivant la conception. Il leur faut des supports adaptés (rigidité, stabilité dimensionnelle). N'oubliez ces supports ni dans votre budget ni dans votre planning d'installation si vous réalisez tout vous-même. Une machine outil ne se déplace pas en la prenant sous le bras et il faut la régler et la vérifier à chaque déplacement. Donc méditez un peu sur les avantages et inconvénients des solutions dont vous disposez pour les mettre en place avant de vous décider.

Nos petits bijoux mécaniques détestent l'humidité et n'apprécient guère les grands froids et les chocs thermiques (serrage des jeux et variations dimensionnelles). Ils n'apprécient guère non plus les poussières (poussières colmatantes/abrasives d'usinage du bois) ou abrasives (meulage, ciment). Séparez autant que faire se peut votre atelier mécanique-ajustage des autres activités (peinture, bois, chaudronnerie, fabrication d'armures médiévales à la forge, sculpture sur pierre, banc d'essai de dragster…). Si ce n'est pas possible couvrez-les d'une bâche lorsque vous vous adonnez à ces activités « micro-mécaniquement » polluantes.

Un exemple. Un sol en béton brut est un matériau ablatif au frottement (usure microscopique). Si vous balayez cinq jours d'affilée vous recueillerez toujours autant de poussière chaque jour, voilà ce que cela veut dire. Les poussières de ciment ne font que quelques microns, restent en suspension des jours entiers et s'insinuent partout. Le problème c'est qu'elles sont abrasives. Si dans votre futur « empire », le sol est en béton posez vous-même un carrelage ; c'est simple, pas cher et très facile avec les ragréages et mortiers colles modernes ; de plus les machines à tronçonner les carrelages avec disque diamant sont vendues une misère. Une autre solution sinon : passez un stabilisant anti-poussière sur votre béton (parfois appelé primaire de préparation), puis une peinture pour sol à renouve-

*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***

ler fréquemment (tous les deux ans environ) aux zones de passage et d'usinage. En effet les peintures industrielles bi-composant à haute résistance sont très coûteuses et d'un emploi délicat (mode opératoire, préparation des fonds, température pour la polymérisation, protection du poseur). Tout cela est à réaliser, cela va sans dire, avant la mise en place des meubles et des machines outils.

**➔ Préparez et terminez l'installation de votre atelier (isolation, peinture, électricité, petits travaux de maçonnerie, chauffage) AVANT de commander et de recevoir vos machines. Sinon, soyez-en sûr, vous ne résisterez pas, à l'envie de les installer en provisoire… pour quelques années.**

### 15. ET VOUS A VAPEUR 45 VOUS FAITES QUOI?

Vous l'avez compris il y a de très nombreuses approches du hobby, même si dans les faits les techniques d'usinage, de chaudronnerie, de montage, sont génériques.

Pour nous connaître passez nous voir ou contactez-nous. Sinon, en quelques mots voici nos lignes de conduite. Notre philosophie est le partage des connaissances et du savoir-faire.

Notre thème est la vapeur et le ferroviaire. L'échelle club c'est le 1/22$^{e}$ dite G1. Nous construisons des machines qui roulent sur de la voie de 45 mm (trains de jardin). Les échelles vont donc aller du 1/32$^{e}$ (voie normale) au 1/13 (voie Decauville de 600mm). Cela donne des machines et des réseaux faciles à transporter et un investissement raisonnable. Les fournitures pour réaliser une locomotive vont osciller entre 180 et 300 Euros.

L'optique retenue est celle de modèles fonctionnant et fiables, réalisés sans compromis quant à la qualité mécanique. Nous appliquons à ces modèles un niveau de détails raison-

*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***

nable par rapport à la machine grandeur réelle pour conserver un aspect attractif sans la rendre fragile ni doubler ou tripler le temps de construction. Il ne s'agit donc pas de modèles statiques d'exposition, modèles que nous apprécions beaucoup par ailleurs.
Nous nous efforçons de mettre en œuvre des modèles utilisant des outillages courants. Les modèles de l'association sont conçus pour une fabrication simple et rapide, et une approche rigoureuse mais ludique du hobby. Ceci n'empêche pas certains membres d'entreprendre des modèles très détaillés et très ambitieux.

**S'il n'y avait qu'un seul conseil à donner ?**

**Prenez votre temps et vous prendrez du plaisir ;**

Autrement dit n'importez pas dans votre espace de loisir les contraintes de performance qui dans notre quotidien nous causent stress, fatigue et biaisent les rapports de personne à personne.

Beaucoup d'évidences et de bon sens, depuis le début de l'article, n'est-ce pas ? On est d'accord. Mais, rappelez-vous, c'est l'oubli des évidences ou des fondamentaux qui est une des sources majeures de problèmes.

Vous aussi vous arriverez bientôt à construire ce petit tramway à vapeur « La Sarthe » conçu par **VAPEUR 45** et qui est une machine pour débutant ayant maîtrisé les techniques élémentaires d'usinage.

*Locomotive Sarthe, échelle 1/22eme, en train de s'ébrouer en plein air sur de la voie de 45 mm. Longueur 252, Largeur 92 mm, Hauteur 150 mm. Masse environ 2 kg*

*La machine réelle qui a inspiré le 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***

**16.AVERTISSEMENT**

*Ce document est la propriété de **VAPEUR 45**. Vous pouvez l'imprimer, le sauvegarder pour votre usage personnel. Tout autre usage est soumis à autorisation expresse. Les photos sont la propriété des auteurs. Toute reproduction et/ou diffusion de ce document et des illustrations qu'il contient, partielle ou complète, quelque soit le support de diffusion ou le procédé est prohibée.*

*Le contenu du document est fourni par **VAPEUR45** à titre d'information et ne peut lui être opposable pour quelque préjudice que ce soit.*

Texte de Patrick LECLERE, crédit photos Internet

*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***