La boîte à fumée

Connaissance de la vapeur pour tous.

N° 12

Poste de conduite de la Garrat NG/G16 n°87 sur le Welsh Highland Railway *Photographie : Alain Bersillon*

Compilation de textes, d'informations, de photos, de plans, de tours de main, d'annonces pour les amateurs de vapeur et de modélisme vapeur, et à l'intention des vaporistes futurs.
« La Boîte à Fumée », organe de liaison entre passionnés de vapeur, est offerte gratuitement.
Préparation Alain Bersillon, avec le soutien du CVDP et de très nombreux vaporistes.

Juin 2012

Chers amis lecteurs

Cette édition de « La Boîte à Fumée » se veut en partie tournée vers le passé. Passé de la vapeur bien évidemment, passé des hommes qui ont contribué à la développer au fil des siècles.

A la veille du tricentenaire de la mort de Denis Papin, l'article « Automobiles avant Cugnot » retracera les méandres historiques de quelques inventeurs. Bien entendu on se rendra compte de certaines contradictions dans l'histoire de ces inventions, et parfois dans leur attribution à tel ou tel homme célèbre. N'y perdez pas les pédales ! Retenez ce qui vous intéresse, ce qui vous étonne, c'est le seul souhait de « La Boîte à Fumée ».

Pour compléter, Georges Droulon vous offre les plans du chariot attribué au révérant Père Ferdinant Verbiest (photo ci-dessous). Mais vous verrez dans l'article précédant que les origines de ce chariot sont assez controversées.

Il sera aussi question d'histoire aussi avec l'article sur notre récent voyage au Pays-de-Galles, où nous sommes allés découvrir deux magnifiques chemins de fer à voie de 0,60m. Mais qu'elle est donc leur genèse, leur évolution, leur histoire ? Trop peu de temps sur place pour tout découvrir, alors la BF vous apporte maintenant les réponses.

Enfin, comme à son habitude, cette BF se veut panachée de lectures pour tous : débutants, modélistes confirmés, et vaporistes férus de calculs mathématiques.

Bien amicalement à tous. Alain Bersillon

Maquette du chariot attribué à Ferdinand Verbiest.
Constructeur et photographe inconnus.

On participé à cette édition, par leurs envois ou leur aide : l'AACA et M. West Peterson, Madame Grazela Bazin, Pierre Bernard, Martine Bersillon, les éditions Casterman, les Chemins de Fer Welsh Highland Railway et Ffestiniog Railway pour leur documentation, le CVDP, Georges Droulon, Jérémy Feret, François Gobbey, Jacques Granet, Nicolas Grégulski, Serge Laurens, Jean-Marie Lemaire, le PTVF, Daniel Thiry.
Merci de votre confiance.

Sommaire

1 ➢ Sommaire -
2 ➢ Agenda des manifestations -
3 ➢ Geste d'attention au PTVF -
4 ➢ Le coin des débutants : Usinage Mécanique
13 ➢ Le Musée en plein air de Tachkent - (photographies de Serge Laurens)
15 ➢ Calculs thermiques dans les chaudières - à tubes de fumée – Pierre Bernard
23 ➢ Le Tour d' « ETEL » en 80 photos - Construction d'une locomotive en photos Jean-Marie Lemaire
28 ➢ Construction d'un four - Pierre Bernard
30 ➢ Automobiles avant Cugnot - Charles Wakefield Bishop
44 ➢ Chariot de Ferdinand Verbiest - (plans de construction) Georges Droulon
50 ➢ Notre voyage au Pays-de-Galles - Alain Bersillon
62 ➢ Tableau des mesures anglaises - (longueurs, surfaces, capacités, poids, volumes)
63 ➢ « CHALONER » plans de construction - (suite) Jacques Granet
74 ➢ Infos diverses -
82 ➢ Petites annonces -
83 ➢ Vieux papiers -

Agenda

JUILLET

Sam 7 et Dim 8 **VOID-VACON** (Meuse) Fête :
« La force générée par la vapeur » -

Dimanche 8 **CORGIRNON**
Circulation sur circuit

Sam 14 et Dim 15 **CHITENAY**
Circulations sur circuit CVDP

Mardi 31 **LE BOUVERET**
Swiss Vapeur Parc (Suisse)
Circulations nocturnes.

AOUT

Dimanche 5 **CORGIRNON**
Circulation sur circuit

Sam 11 et Dim 12 **CHITENAY**
CVDP Circulations sur circuit

Samedi 18 **LE BOUVERET**
Swiss Vapeur Parc (Suisse)
Circulations nocturnes.

Sam 18 Dim 19 **St. CARADEC TREGOMEL** (Morbihan)
« Festival des Chevaliers de la Terre »
http://chevaliersdelaterre.com
(voir en Infos Diverses)

Dimanche 19 **CORGIRNON**
Circulation sur circuit

Sam 25 Dim 26 **OIGNIES**
Festival Vapeur au CMCF

Mercredi 29 au Dimanche 2 sept. **BLANDFORD**
Tarrant Hinton – dans le Dorset Angleterre
" The Great Dorset Steam Fair "
www.gdsf.co.uk

SEPTEMBRE

Sam 8 et Dim 9 **CHITENAY**
CVDP Circulations sur circuit

Samedi 8 Dim 9 **SEQUEDIN**
Exposition Modélisme

Sam 15 Dim 16 **FRANCE**
Journées du Patrimoine

Sam 29 Dim 30 **FROISSY-CAPPY**
Festival Vapeur sur le Chemin de Fer de la Haute Somme
www.appeva.org

OCTOBRE

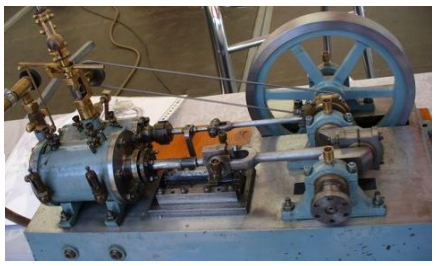
Sam 6 Dim 7 **FOREST** (B)
« Journées Portes Ouvertes »
Circulations sur circuit du PTVF

Sam 6 Dim 7 **CHITENAY**
CVDP Circulations sur circuit

Sam 6 Dim 7 **BELGIQUE**
Journée Découverte Entreprises
Portes-ouvertes dans de nombreuses entreprises *sur le thème 2012 : « Logistique et Transport »*
www.jde.be

Sam 13 Dim 14 **LA BARQUE**
Commune de Fuveau (Bouches-du-Rhône) – *40 ans du Musée Provencal des Transports - VIIIème édition de l'exposition*
« Vapeur et Chevaux Vapeur »
10h à 12h30 et 14h à 17h30
Contact Marc Bergman
marc.bergman@free.fr

Mise à jour le 30 juin 2012 A. Bersillon



Quelques beaux matériels vus à
Dordrecht 2012
Photos Jean-Luc CLUZEAU

Geste d'attention au PTVF

Le 29 avril dernier s'est déroulée au PTVF une petite cérémonie de sympathie à l'occasion des 90 printemps de Luc TENNSTEDT, Président d'Honneur de ce club.

Après quelques paroles du Président Georges Smars, et en présence de certains membres du club, un cadeau amical fut remis à Luc en cette circonstance.

Rappelons que Luc Tennstedt est l'un des pionniers européens de la vapeur ferroviaire modèle réduit, et l'un des précurseurs de l'écartement 7 ¼. Les machines sont à son actif sont notamment une 230 « Black Five » anglaise du LMS, et sa « Royal Scot » si douce à conduire. Luc avait aussi débuté une Pacific Type 1 SNCB, mais il s'engagea sans hésiter dans les actions communes du PTVF depuis de très nombreuses années. Sa Type 1 reste donc en attente depuis fort longtemps.

Luc fut un précurseur pour l'emploi de l'inox dans la construction des chaudières.

Il rendit d'innombrables services à bien des modélistes, et encore aujourd'hui, il se complait à vous conseiller, de sa voix douce et assurée. Affable, modeste, discret, apaisant, n'hésitez pas à aller le saluer si vous venez sur le circuit de Forest. Il y vient agréablement quand la météo n'est pas trop mauvaise et que sa santé le lui permet.

Le coin des débutants

Ces notions élémentaires s'adressent bien entendu aux néophytes, ayant acquis de petites machines-outils, et désireux d'entreprendre une première construction vapeur modèle réduit. Toutefois, les amateurs confirmés pourront y découvrir quelques détails ignorés, peu usités ou oubliés.

La rédaction.

USINAGE MÉCANIQUE

Extrait d'un cours d'usinage mécanique issu du livre « TECHNOLOGIE DES MECANICIENS – Apprentissage 1ème année » 1ère édition - tirage 1967, à l'usage de la formation des apprentis mécaniciens en mécanique générale de la SNCF.

---

1) GÉNÉRALITÉS

Obtention des pièces métalliques

La forme et les dimensions d'une pièce sont définies par les plans et dessins d'exécution (fig. 1 page 5).

Le plus souvent, les pièces doivent être usinées pour obtenir les cotes exigées ou pour leur donner les qualités de fini nécessaires à leur emploi.

Les pièces brutes comportent alors, en tout ou en partie, des dimensions supérieures à celles des pièces finies.

Les pièces brutes peuvent provenir :

- soit d'ébauches obtenues par forgeage, moulage, soudage, etc.
- soit de barres laminées, étirées ou profilées.

Usinage d'une pièce brute

L'usinage d'une pièce brute consiste à enlever le métal en excès sur cette pièce pour lui donner les formes et dimensions définitives prévues par les plans.

L'excédent de matière existant sur la pièce brute par rapport à la pièce finie est appelé : surépaisseur d'usinage (fig. 2 page 5).

L'usinage mécanique d'une pièce s'effectue par l'intermédiaire de « machines-outils ».

L'enlèvement du métal est réalisé au moyen d'outils.

Différentes classes d'outils

Selon leur mode de travail, les outils peuvent être répartis en trois grandes classes :

- les outils tranchants (qui forment des copaux) (fig. 4 page 5)
- les outils cisaillants (fig. 5 page 5)
- les outils usants (fig. 6 page 5).

Conditions à réaliser

Travail mécanique des métaux à froid

Pour qu'un outil puisse enlever de la matière, il doit répondre aux deux conditions suivantes :

- être plus dur que le métal à travailler, afin de pouvoir l'entamer
- posséder un mouvement relatif, c'est-à-dire être mobile par rapport à la pièce ou, ce qui revient au même, que la pièce soit mobile par rapport à l'outil (fig. 3 page 5).

Fig 1

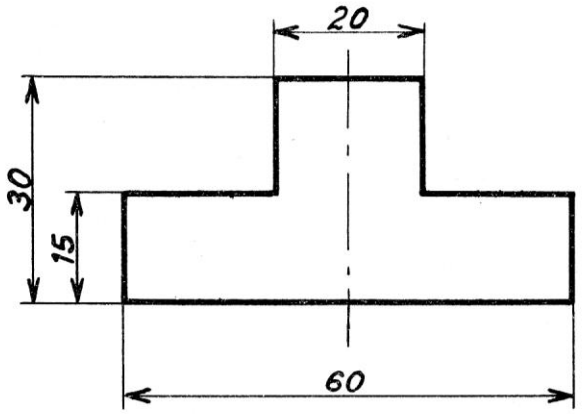


Fig 2 Surépaisseurs d'usinage

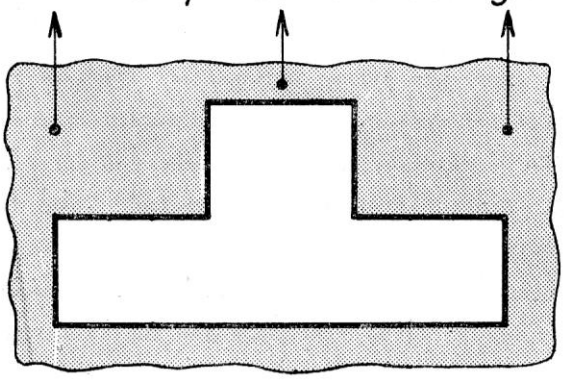


Fig 3 Mouvement relatif pièce-outil

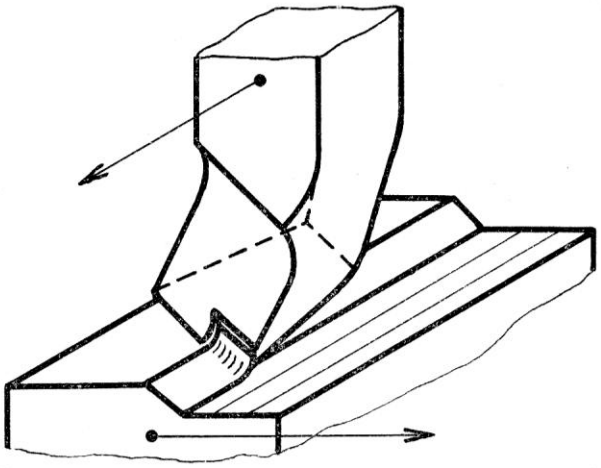


Fig 4 Outils tranchants

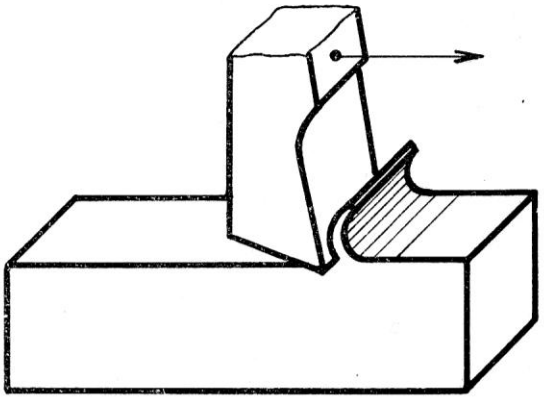


Fig 5 Outils cisaillants

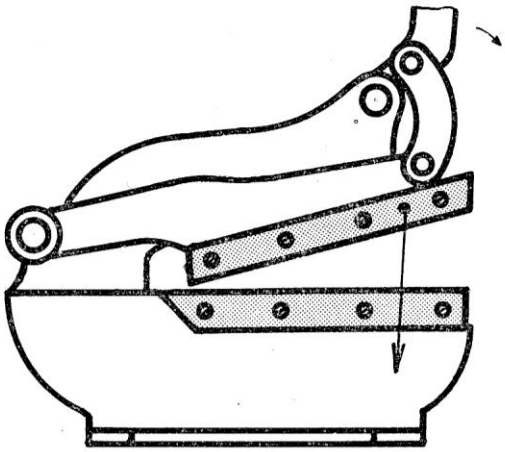
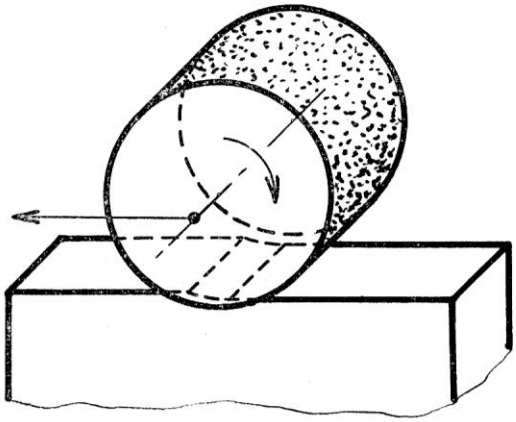


Fig 6 Outils usants



2) DIFFÉRENTS MOUVEMENTS OBTENUS SUR LES MACHINES

Mouvement de coupe

C'est le mouvement relatif outil-pièce, plus ou moins rapide, qui permet l'exécution d'un travail d'usinage, par enlèvement de copeaux par un outil tranchant.

Il peut être :
- rectiligne alternatif (fig. 1 page 7)
- circulaire continu (fig. 2 page 7).

Il peut être communiqué :
- à l'outil (fig. 1 page 7)
- à la pièce (fig. 2 page x7).

C'est le mouvement principal d'une machine-outil.

Mouvement d'avance

Dans la plupart des cas, il est impossible d'enlever en une seule fois la quantité totale de matière en excédent sur la pièce (puissance de la machine et résistance de l'outil insuffisante, état de fini à réaliser, etc.).

Il est alors nécessaire de procéder par passes successives.

On appelle **passe** l'opération qui consiste à enlever une certaine quantité de matière sur toute la surface à usiner (fig. page xx).

Supposons, pour fixer les idées, que le mouvement de coupe soit donné à l'outil (cas du travail à l'étau-limeur, fig. 3 page xx).

Dans l'exécution d'une passe, l'outil enlève le métal par tranches successives d'une certaine largeur, parallèles entre elles.

Lorsqu'une tranche est enlevée, il faut pour procéder à l'enlèvement de la suivante, un déplacement de la pièce par rapport à l'outil, d'où la nécessité d'un deuxième mouvement. C'est toujours un mouvement de translation. Dans cet exemple d'usinage, il est discontinu. Pour une opération de tournage, il est continu et appliqué à l'outil (fig. 4 page 7).

On nomme **avance** le déplacement de la pièce par rapport à l'outil, par **course** (fig. 3), ou de l'outil par rapport à la pièce, **par tour** (fig. 4 page 7).

L'avance *(a)* caractérise la largeur de chaque tranche enlevée par l'outil d'étau-limeur ou bien l'épaisseur de la bande continue de métal découpée par l'outil de tour.

Remarque : le mouvement de coupe et le mouvement d'avance sont réglables. Les machines-outils possèdent des dispositifs qui permettent de leur donner une valeur plus ou moins grande, selon les besoins.

Profondeur de passe

Avant chaque passe, il faut déplacer l'outil dans un mouvement de pénétration par rapport à la pièce, afin de déterminer l'épaisseur de la couche de métal à enlever, c'est-à-dire la **profondeur de passe *p*** (que l'on nomme encore **serrage** (fig. 5 page 7).

Pour un travail périphérique, la profondeur de passe (p) représente la quantité de matière prise sur le rayon (fig. 6 page 7).

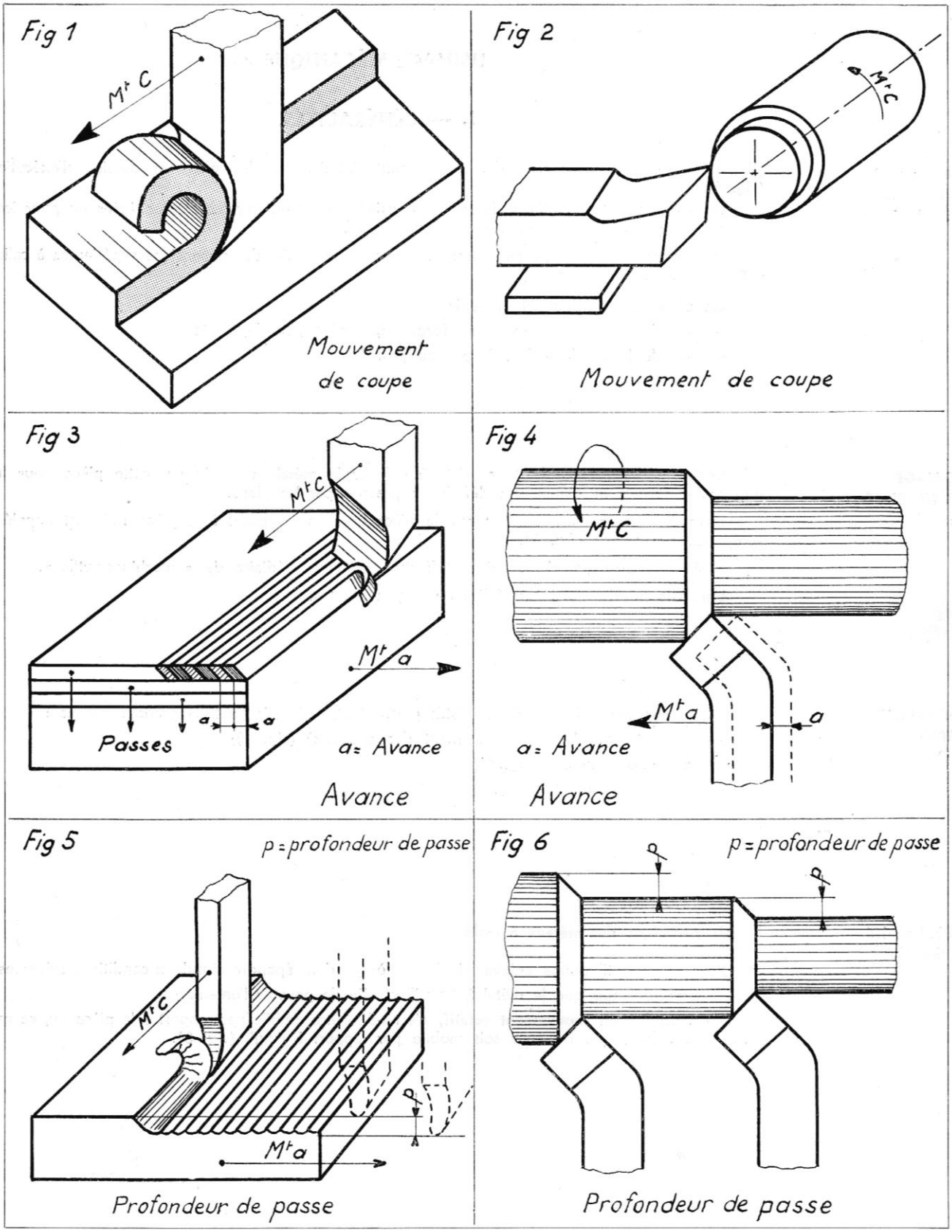


Fig 1
Mt C
Mouvement de coupe
Fig 2
Mt C
Mouvement de coupe
Fig 3
Mt C
Mt a
a
a
Passes
a = Avance
Avance
Fig 4
Mt C
Mt a
a
a = Avance
Avance
Fig 5
p = profondeur de passe
Mt C
p
Mt a
Profondeur de passe
Fig 6
p = profondeur de passe
p
p
Profondeur de passe

3) VITESSE DE COUPE - AVANCE - PROFONDEUR DE PASSE

Vitesse de coupe

C'est la vitesse à laquelle se fait le déplacement relatif outil-pièce, autrement dit la vitesse du mouvement de coupe.

Elle s'exprime généralement en **mètres par minute** et donne la valeur du chemin parcouru :

- par la pièce, si l'outil est fixe et la pièce mobile (fig. 1 *b* et 2 page 9)
- par l'outil, si la pièce est fixe et l'outil mobile (fig. 1 *a* et 3 page 9).

La vitesse de coupe dépend :

- de la dureté du métal travaillé
- de la dureté des outils utilisés
- du degré de fini recherché.

De nombreux essais pratiques ont permis de définir, pour un métal et un outil donnés, quelle était la vitesse de coupe maximale admise pour obtenir le meilleur rendement compatible avec la qualité du travail exigé et la bonne tenue des outils. Des tableaux ont été établis indiquant ces vitesses maximales. Il suffit de s'assurer que la vitesse de coupe de la machine ne dépasse pas la vitesse de coupe maximale admise pour un travail donné.

La vitesse de coupe se désigne par le symbole **V**.

Avance

L'avance s'exprime toujours en millimètres :

- soit en millimètres par tour
- soit en millimètres par course utile.

Ebauche :

Le mouvement d'avance est souvent conditionné par le degré de fini à obtenir.

Chaque course de l'outil (ou chaque tour) se traduit par un sillon dans la pièce.

Dans les opérations **d'ébauche**, l'avance est grande, les sillons sont espacés, l'outil produit de fortes rugosités sur la pièce (fig. 4 page 9).

Pour la **demi-finition**, on utilise une avance moins grande, les sillons laissés sur la pièce sont moins importants (fig. 5 page 9).

Finition :

Pour la finition, on utilise une petite ou très petite avance (fig. 6 page 9) ; la hauteur des sillons est presque imperceptible et difficile à déceler au toucher.

L'avance est désignée par le symbole *a*.

Profondeur de passe

La **profondeur de passe** ou « serrage » s'exprime en millimètres. Elle se règle avant la passe.

Pour les opérations d'ébauche, on travaille avec forte profondeur de passe.

Le produit des deux nombres représentant l'avance a et la profondeur de passe p donne la section s du copeau :

$$s\ (mm^2) = a\ (mm) \times p\ (mm)$$

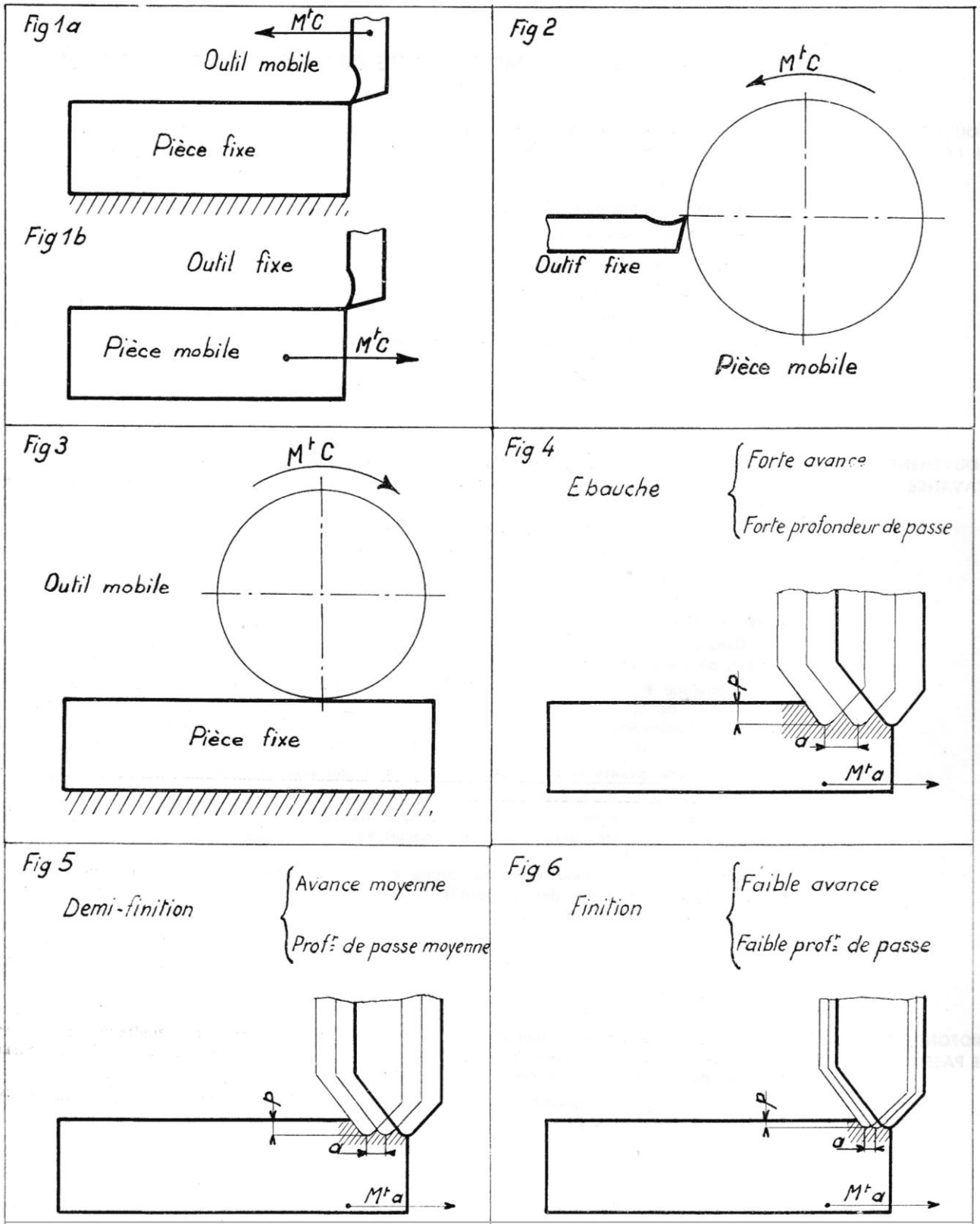


Fig 1a
M^t C
Outil mobile
Pièce fixe
Fig 1b
Outil fixe
Pièce mobile
M^t C
Fig 2
M^t C
Outif fixe
Pièce mobile
Fig 3
M^t C
Outil mobile
Pièce fixe
Fig 4
Ebauche
Forte avance
Forte profondeur de passe
p
a
M^t a
Fig 5
Demi-finition
Avance moyenne
Prof^r de passe moyenne
p
a
M^t a
Fig 6
Finition
Faible avance
Faible prof^r de passe
p
a
M^t a

GÉNÉRATION DES SURFACES USINÉES

Génération des surfaces

Les surfaces obtenues sur les machines-outils peuvent être :
- soit prismatiques
- soit de révolution.

Génération d'une surface prismatique

Une surface prismatique peut être considérée comme engendrée par une ligne plane AB droite, brisée ou quelconque se déplaçant parallèlement à elle-même en s'appuyant sur une droite fixe CD, perpendiculaire au plan de la ligne AB (fig. 1 page 11).
Elle peut être obtenue par la combinaison de deux trajectoires : celle d'un outil se déplaçant suivant CD (mouvement de coupe) et celle de la pièce animée d'un mouvement d'avance suivant AB.

Génération d'une surface de révolution

Une surface de révolution peut être considérée comme engendrée par une ligne plane AB, dite génératrice, tournant autour d'un axe situé dans son plan (fig. 3 page 11).
Elle peut être obtenue par la combinaison de deux trajectoires : celle de la pointe de l'outil suivant la ligne AB (mouvement d'avance) et celle de la pièce en rotation (mouvement de coupe).

Travail d'enveloppe

Ainsi qu'on l'a vu précédemment, les surfaces à usiner sont généralement telles que l'outil ne peut les « couvrir » en une seule fois (une seule rotation de pièce ou d'outil ou bien une seule trajectoire de coupe).

On est donc obligé de fragmenter le travail.

L'outil parcourt alors la surface à usiner **point par point** par la combinaison du mouvement de coupe et du mouvement d'avance (fig. 2 et 4 page 11).

La génération d'une surface parcourue de cette façon est une **génération ponctuelle**.

La surface engendrée sur la pièce par l'action de l'outil constitue la surface enveloppe contenant les positions successives occupées par l'outil.

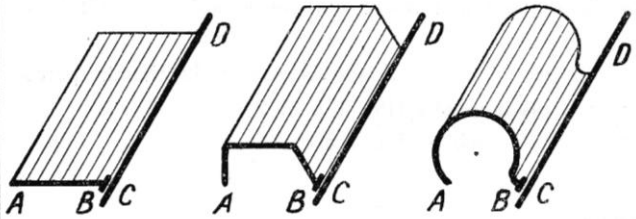
On dit alors qu'on a effectué un **travail d'enveloppe** (fig. 2 et 4 page 11).

Dans ce cas, on ne retrouve pas sur la pièce la forme de l'outil, et le mouvement d'avance de l'outil est parallèle à la surface de la pièce.

Travail de forme

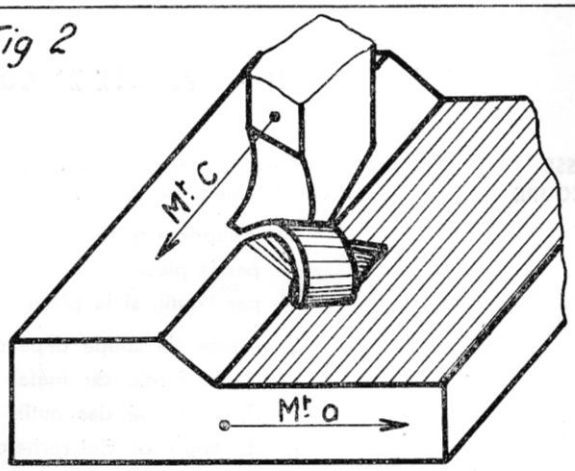
Dans certains cas, la surface usinée doit présenter le même profil que l'outil.
Le travail est alors exécuté par un outil de forme, qui reproduit son profil sur la pièce.
On considère alors qu'on a effectué un **travail de forme** (fig. 5 et 6 page 11).
Dans ce cas, le mouvement d'avance de l'outil est perpendiculaire ou oblique à la surface usinée.

Fig 1



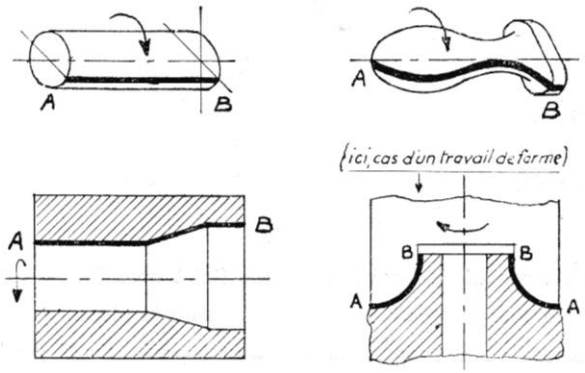
Génération des surfaces prismatiques

Fig 2



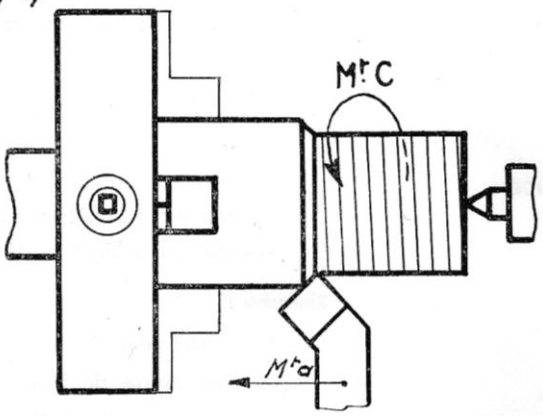
Travail d'enveloppe

Fig 3



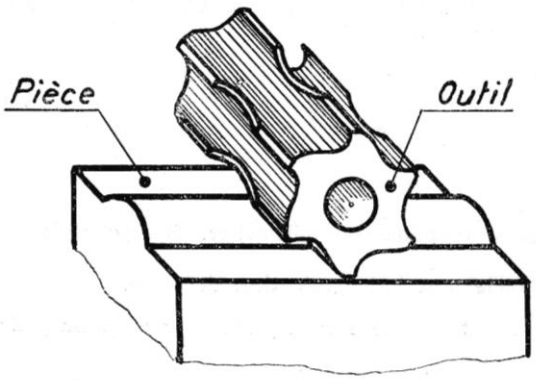
Génération des surfaces de révolution

Fig 4



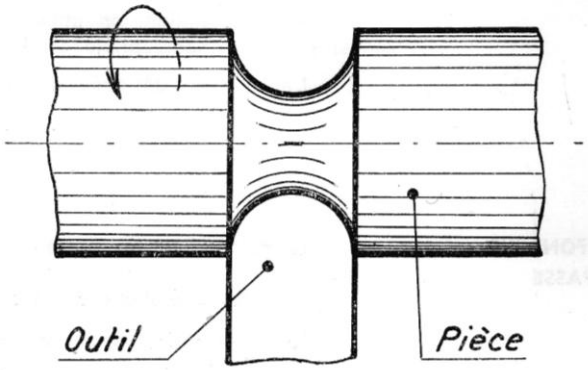
Travail d'enveloppe

Fig 5



Travail de forme

Fig 6



Travail de forme

CLASSIFICATION MÉTHODIQUE DES MACHINES-OUTILS

d'après leur mouvement de coupe

A titre indicatif, le tableau ci-après donne une classification des « principales » machines-outils permettant l'usinage des métaux, d'après la nature de leur mouvement de coupe.

A) Machines dans lesquelles le mouvement de coupe **rectiligne alternatif** est donné :

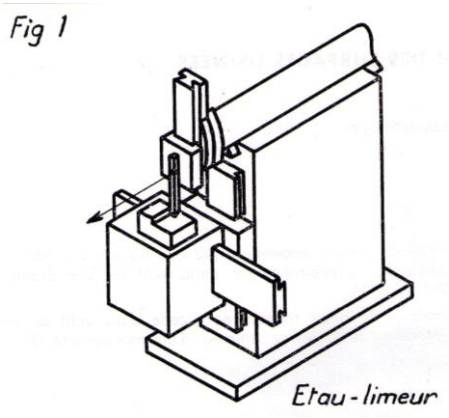
- **à l'outil :**
  dans un plan horizontal : étau limeur (fig. 1), machine à brocher.
  dans un plan vertical : mortaiseuse (fig. 3), machine à brocher.

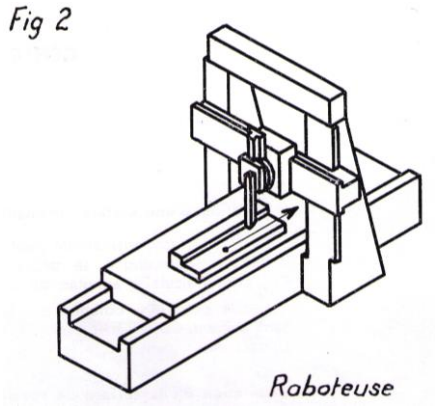
- **à la pièce :**
  dans un plan horizontal : raboteuse (fig. 2).

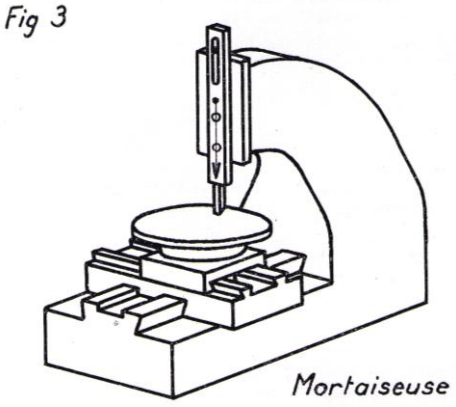
B) Machines dans lesquelles le mouvement de coupe **circulaire continu** est donné :

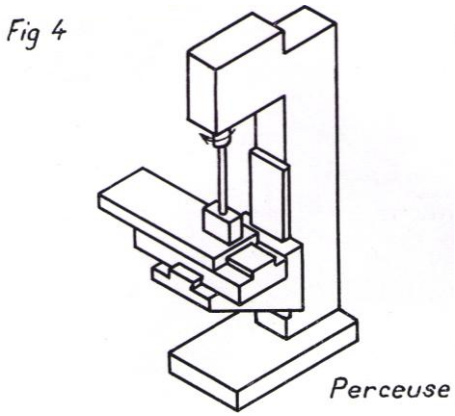
- **à l'outil :**
  perceuse (fig. 4), fraiseuse, machine à meuler (fig. 5), aléseuse.

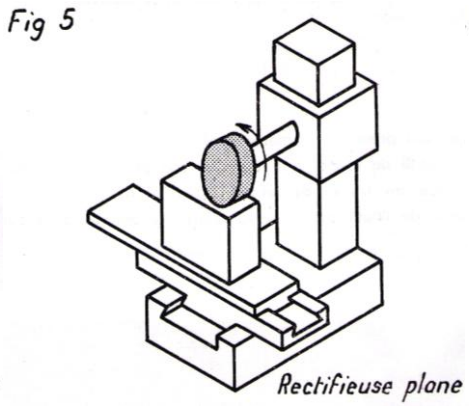
- **à la pièce :**
  tour horizontal à charioter et à fileter (fig. 6), tour vertical, tours spéciaux (en l'air, tours pour roues et essieux, tours revolvers).

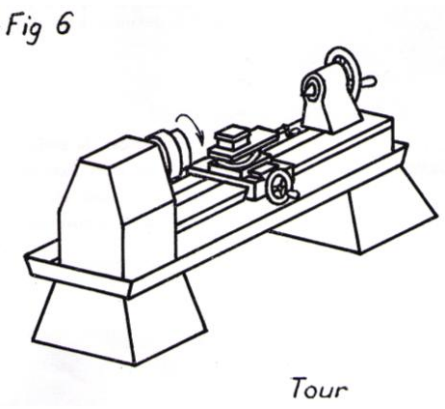












A suivre…

Musée en plein air de TACHKENT

Serges LAURENS nous a transmis les photographies ci-dessous. Ce sont une partie des matériels exposés au Musée de Tachkent, en Ouzbekistan. Sont exposées 13 vapeurs, 18 Diesel, 3 électriques. Ce musée, ouvert en 1989 est situé juste en face de la gare centrale de cette ville. Dommage que ces machines « pôts de fleurs » soient ainsi exposées aux intempéries et que certaines peintures couvrent désormais leurs belles pièces mécaniques…

Rappelons que l'Ouzbekistan est un état indépendant depuis le 31 août 1991, et qu'il faisait précédemment partie de l'ancienne république Soviétique. Si vous ne situez pas bien ce pays, pensez à la Mer d'Aral ; cette mer qui s'assèche dans des proportions catastrophiques de puis des décennies et qui n'existera bientôt plus… en Ouzbekistan.

Remarquez sur les machines à vapeur les abris de conduite bien fermés : climat oblige !

CALCULS THERMIQUES DANS LES CHAUDIERES A TUBES DE FUMEES

Application aux locomotives à vapeur

Etude de Pierre BERNARD, circa1995

- **Comment exprimer et calculer la chaleur :**

Si la chaleur est un phénomène perçu de façon évidente par nos sens, la réponse à une question simple mais globale ne semble pas très facile à calculer :

Combien d'eau et de charbon consommera une locomotive donnée dans des conditions de marche connues ?

Vaste problème que l'on se propose de résoudre en utilisant des formules générales théoriques exactes dont certains facteurs devront cependant être choisis arbitrairement ou à l'aide de formules relevant de l'expérience pratique. Tout le développement qui suit n'est valable qu'en marche supposée régulière et constante.

- **Symboles et unités utilisées**

symbole	désignation	unité
t	température	°C
	poids	kg
	longueur, surface, volume pour les gaz, on utilise le m³ « normal ou normo m³ » qui est le volume considéré à 0°C et à la pression atmosphérique moyenne *(1Nm³ d'air pèse 1.293 kg)*	m, m², m³ Nm³
P	pression effective	bar
	temps (en heures)	h
Q	quantité de chaleur (*1 kcal élève de 1°C 1 kg d'eau)*	kcal
E	chaleur nécessaire pour porter de 0 à t °C : 1 kg de matière 1 Nm³ de gaz	 kcal/kg kcal/Nm³
cpm	chaleur spécifique moyenne d'un gaz $cpm = \frac{E}{t}$ en abrégé, on notera : c.a pour l'air c.c pour la fumée théorique de charbon	kcal/Nm³ °C
Pci	pouvoir calorifique inférieur chaleur libérée par la combustion de 1 kg de charbon quand l'eau de combustion reste sous forme de vapeur	kcal/kg
A	coefficient de transfert de chaleur	kcal/m² h °C
L	conductibilité d'un corps	kcal/m h °C
W	débit d'un gaz	Nm³/s
di, de	diamètres inter. et exter. d'un tube	m

Au cours du développement théorique on utilisera l'exemple d'une mini-locomotive fonctionnant dans les conditions suivantes :

Machine SPEEDY 030 en voie de 5'' de LBCC
Vitesse constante : 9km/h
Diamètre de roue motrice : 0.125 m
Cylindrée totale par tour de roue : 267 cm³
Coefficient d'admission : 80% (dit aussi ***coupure*** *ou cut-off)*
Pression à la chaudière : 7 bars

Le problème est donc de créer un débit de vapeur de : $\frac{9000 \times 0.000267 \times 0.8}{\pi \times 0.125} = 4.9 m^3/h$ à la pression de 7 bars

- Conduite des calculs

Le développement suivant sera une succession de bilans. Comme rien ne se perd, il faudra savoir ce que devient la chaleur libérée par la combustion et vérifier que tous les échanges de chaleur rendus possibles par la conception de la chaudière conduisent à l'équilibre du bilan thermique.
La chaleur peut passer d'un endroit à un autre par trois modes de transmission :

Le rayonnement : un endroit « chaud » enverra de la chaleur à un endroit « froid » sans qu'ils soient en contact à condition que le milieu qui les sépare soit transparent au rayonnement.
Par exemple le vide dans le cas du soleil ou l'air pour un poêle.

La conduction : dans une matière homogène et immobile (solide, liquide ou gaz) un endroit chaud envoie sa chaleur vers un endroit plus froid.

La convection : un fluide circulant le long d'une paroi lui donne ou en reçoit de la chaleur.

- Bilan thermique vapeur

La chaleur Ev contenue dans 1 kg de vapeur d'eau et la densité de cette vapeur dépendent de la température et de la pression. Quand la vapeur est en équilibre avec l'eau en ébullition (cas d'une chaudière à niveau d'eau) elle est dite saturée par opposition à une vapeur portée à température plus élevée appelée surchauffée. Tout ce qui suit ne concerne que la vapeur saturée. Le comportement physique de l'eau fait qu'à une valeur de pression P correspondent :

une température de saturation ts,
une chaleur contenue Evs dans la vapeur,
une densité de la vapeur, en kg/m³, (poids d'1 m³ occupé par la vapeur sous la pression de saturation)

Le tableau suivant donne les correspondances entre P, ts, Evs, d.
En complément figure également la chaleur E_{v+100} de la vapeur surchauffée à la température ts+100 °C sous la pression P.

Remarque : Evs a été mesurée en partant de l'eau à 0°C, elle varie relativement peu, en passant par un maximum sous 30 bars pour décroître ensuite (Evs à 75 bars ≅ Evs à 7 bars)

P	ts	Evs	d		E_{v+100}	*à t*
bar	°C	kcal/kg	kg/m³		*kcal/kg*	*°C*
0	100	638.8	0.58		*686.6*	*200*
2	133	650.7	1.62		*700.3*	*233*
3	143	653.9	2.12		*704.3*	*243*
4	151	656.3	2.62		*706.7*	*251*
5	158	658.3	3.11		*709.7*	*258*
6	164	659.1	3.6		*711.7*	*264*
7	170	661.2	4.08		*713.5*	*270*

Chaleur à transmettre à l'eau, prise à 15°C, pour la transformer en vapeur saturée à 7 bars avec un débit de 4.9 m³/h :
La densité à 7 bars étant de 4.08 kg/m³, on calcule le débit massique : $4.08 \times 4.9 = 20 kg/h$
Cette quantité horaire de vapeur contient alors : $20 \times 661.2 = 13224 kcal/h$
Comme les 20 kg d'eau pris à 15°C apportent : $15 \times 20 = 300 kcal/h$, il suffit de transmettre :

$$\boxed{Qv = 13224 - 300 = 12924 kcal/h}$$

- **Bilan thermique du charbon**

Un combustible se caractérise par :
- son Pci
- ses débits théoriques, d'air (va) et de fumées (vf) lorsqu'on suppose la combustion complète sans excès d'air.

A ce stade, il faut faire une hypothèse de consommation de charbon. Pour estimer la qualité d'une chaudière on considère en général son rendement R qui est la part de la chaleur de combustion effectivement transmise à l'eau. Le reste de chaleur dégagée est perdu à la cheminée et un peu par l'extérieur de la chaudière.
Comme la chaleur Evs conserve une valeur relativement constante, cela revient aussi à parler de poids d'eau vaporisée par kg de charbon brûlé.
Le Pci des charbons allant de 7000 à 8000 kcal/kg, on peut prendre en première approximation :

Pci = 7500 kcal/kg et rendement R = 0.7

Il faut donc obtenir du charbon : $Qcharbon = \frac{Qv}{0.7} = \frac{12924}{0.7} = 18463 kcal/h$ et brûler : $\frac{18643}{7500} = 2.46 kg/h$, ce qui correspondrait au ratio : $\frac{20}{2.46} = 8.1$ kg de vapeur par kg de charbon

- **Combustion réelle**

L'analyse des charbons étant en général inconnue, on utilisera les formules moyennes suivantes :

$$volumeair.va = 1.01 \times \frac{Pci}{1000} + 0.5 \quad Nm^3/kg$$

$$volume\ fumée.vf = 0.89 \times \frac{Pci}{1000} + 1.65 \quad Nm^3/kg$$

Cependant il n'est pas possible de réaliser la combustion avec la seule quantité d'air théorique et l'on doit fournir un excès d'air de 40% à 80%. Faute de pouvoir préciser cet excès par l'analyse des fumées on utilise la valeur moyenne de 60% qui conduit avec les valeurs suivantes :

$$va = 1.01 \times \frac{7500}{1000} + 0.5 = 8.08 \quad Nm^3/kg$$

$$vf = 0.89 \times \frac{7500}{1000} + 1.65 = 8.33 \quad Nm^3/kg,$$

à la combustion d'1 kg de charbon en produisant un volume de fumée de :

$$8.33 + 06 \times 8.08 = 13.18 \quad Nm^3/kg.$$

On trouverait dans cette fumée : $\frac{8.33}{13.18} \times 100 = 63\,\%$ de fumée théorique et 37% d'air qui laisse dans les fumées une portion d'oxygène = $37 \times 0.21 = 7.8\,\%$ (0.21= proportion d'O_2 dans l'air)

- Température théorique de combustion

Les 7500 kcal du kg de charbon sont maintenant contenues dans 13.18 Nm³ de fumées chaudes. On peut écrire l'équation d'équilibre thermique où « tc » serait la température de combustion :

$$7500 = (0.63 \times E_{fumée} + 0.37 \times E_{air}) \times 13.18 \times tc$$

t	c.a (air)	c.c (fumée théo.)
°C	Kcal/Nm³°C	Kcal/Nm³°C
200	0.312	0.336
400	0.316	0.346
600	0.321	0.355
800	0.328	0.363
1000	0.334	0.371
1200	0.341	0.379
1400	0.347	0.387
1500	0.350	0.391

Le calcul est possible si on dispose de tables donnant $E_{fumée}$ et E_{air} en fonction de la température ; mais il est plus précis d'utiliser les chaleurs spécifiques moyennes cpm de l'air et de la fumée théorique données par le tableau ci-contre.

Par exemple 1.293 kg d'air, c'est-à-dire 1 Nm³ à 800 °C contient :

$$E_{AIR.800°C} = 800 \times 0.328 = 262.4 kcal$$

Le calcul de tc se fait en extrapolant c.a et c.c entre les valeurs du tableau, jusqu'à ce que la température calculée soit égale à celle de la 1ère colonne. Dans le cas considéré on trouve :

$$tc = \frac{7500}{13.18 \times (0.63 \times 0.392 + 037 \times 0.35)} = 1512°C$$

- Température de sortie des fumées

La combustion des 2.46 kg/h de charbon produit 18463 kcal/h dont seulement 12924 sont destinées à l'eau pour générer 4.9 m³/h de vapeur. Parmi les pertes de chaleur une assez faible partie correspond au refroidissement de la chaudière par l'air ambiant.
Selon le niveau d'isolation le coefficient d'échange est compris entre 1000 et 2000 kcal/h m² (en supposant une température de paroi vers 100° C)

En prenant 0.3 m² de surface extérieure on peut estimer :

$$Q_{perte} = 0.3 \times 1500 = 450 kcal/h$$

Les fumées contiennent en sortie : $18463 - 12924 - 450 = 5089 kcal/h$

qui sont incluses dans un débit en volume de : $2.46 \times 13.18 = 32.42 Nm^3/h$, d'où :

$$E_{fuméesortie} = \frac{5089}{32.42} = 157 kcal/Nm^3$$

En se reportant au tableau précédent, la température des fumées se calcule de la même façon que celle de combustion, et on trouve : $ts = \frac{157}{0.63 \times 0.349 + 0.37 \times 0.318} = 465°C$

- TRANSMISSION de la CHALEUR

Dans le cas d'un échange de chaleur avec paroi, la chaleur Q à transmettre doit :

a/ Quitter la source et atteindre la paroi (par rayonnement et/ou convection
b/ Traverser la paroi par conduction
c/ Quitter la paroi et aller vers le fluide à chauffer par convection

On doit avoir : Q=Qa=Qb=Qc, Il faut calculer chaque étape avec des facteurs qui peuvent se rattacher à l'étape précédente ou à la suivante.

Considérant l'étape (b), on écrit : $Q_b = \frac{S \times \Delta t \times L}{e}$

Q_b est proportionnel à la surface (S), à l'écart de température (Δt) et à un facteur (L) propre au matériau, appelé conductibilité. L'épaisseur à traverser joue un rôle inverse.
Quand l'échange se fait entre surfaces planes identiques on a : $S_{\text{côté a}} = S_{\text{côté b}}$. Mais dans le cas des tubes les surfaces externe et interne sont différentes : $S_{exter} = S_{\text{inter}} \frac{de}{di}$ et on utilisera la valeur moyenne.

Contrairement aux idées reçues la conduction joue, dans notre cas, un rôle négligeable (voir plus loin), et la conductibilité (L) est presque constante.

Dans l'étape (c), on écrit : $Q_c = S \times \Delta t \times A$,

Où Δt est la différence de température entre la paroi et l'eau en ébullition, (A) étant le coefficient de transfert de la paroi à l'eau. Il apparaît ici une complication car (A) varie très vite en fonction de (Δt) comme le montre le tableau ci-contre :

A, kcal/m² h °C	Δt, °C
1000	3
2000	8
4000	11
8000	13
16000	18
32000	20

L'intensité du flux de chaleur et sa variation avec (Δt) en cas d'ébullition sont telles que l'on pourra supposer une température de paroi de l'ordre de seulement 10°C au dessus de la température de l'eau sans introduire d'erreur dans le calcul d'échange entre fumée et paroi intérieure du tube.

Revenons à l'étape Qa du passage de la chaleur de la fumée vers les parois
Il fait appel à 2 modes distincts, le rayonnement et la convection.

Pour **la partie convection**, la formule reste : $Q_c = S \times \Delta t \times A$, où (S) représente de la surface « léchée » par les flammes et (Δt) une valeur variable. A cause des turbulences, on admet que (Δt) reste constant pour les parois du foyer alors que dans les tubes la fumée en se refroidissant réduit le (Δt).
Le facteur (A) intègre l'influence de la vitesse de la fumée, la forme et les dimensions des tubes et la nature de la fumée. Lorsqu'on peut définir une vitesse à l'intérieur d'un tube et une forme de paroi constante (tube circulaire de diamètre fixe), la part relative à la nature de fumée peut être négligée et la valeur de (A) considérée constante. La variation de (Δt) peut alors s'intégrer d'un bout à l'autre du parcours dans le tube.
Avec :

Te = température des fumées à l'entrée
Ts = température des fumées à la sortie
Tp = température de paroi (constante)

On a : $$\Delta t_{moyenutile} = \frac{(te - ts)}{LN\left(\frac{te - tp}{ts - tp}\right)}$$ avec *LN* = logarithme Népérien

Ce qui traduit assez bien la réalité car les premiers cm de tube conduisent 2 à 4 fois plus que les derniers, côté cheminée.
Quand on ignore la vitesse des fumées, on peut utiliser A = 20 kcal/m² h °C
Pour des déperditions extérieures on pourra prendre A = 12 à 15 kcal/m² h °C

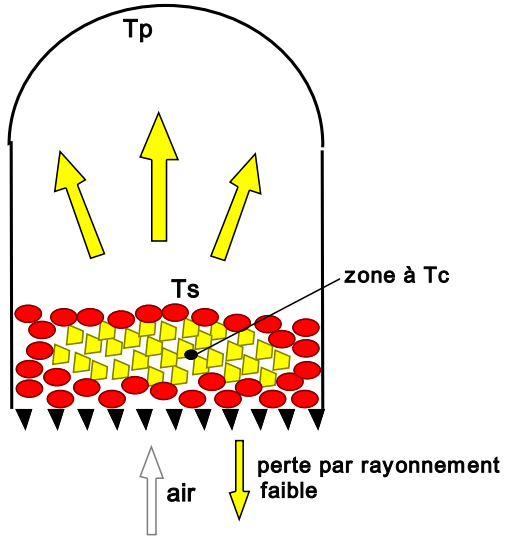
L'échange de **chaleur par rayonnement** est plus délicat à calculer, à partir de la formule de base du rayonnement entre corps solides « noirs » :

$$Qr = S \times \left[\left(\frac{te + 273}{100}\right)^4 - \left(\frac{tp + 273}{100}\right)^4\right] \times 4.96 kcal/h$$

Avec :

te = température de surface du corps qui rayonne en °C
tp = température de surface du corps qui reçoit en °C
S = Surface qui rayonne en m²

Cette formule est valable à condition que tout le rayonnement issu de la surface S aille vers la paroi réceptrice. Pour comprendre cette limite, il faut imaginer une surface plane en matière isolante dont un petit élément, de surface (S) est porté à (te), et une coupole sphérique qui recouvre l'ensemble. (S) ne rayonne pas sur la surface plane puisqu'il appartient à son plan. D'autre part la surface autour de (S) étant parfaitement isolante ne provoque aucune perte, on voit que tout le rayonnement va à la surface du bol sphérique.
L'appellation de « corps noir » signifie qu'il émet ou reçoit sur tout le spectre de radiations et en particulier qu'il n'a pas d'effet « miroir » sur les radiations infrarouges.
En pratique il n'y a pas de corps vraiment noir et on doit minorer le coefficient de *4.96 à 4.5*.
La surface rayonnante (S) doit recevoir la chaleur qu'elle émet et dans le cas qui nous concerne c'est principalement la surface incandescente du charbon en combustion.



Cette surface utile du lit de combustion est constituée par la partie libre supérieure et par les flancs en contact avec la chambre d'eau.
Elle est portée à la température Ts par le rayonnement interne des grains de charbon à la température Tc de combustion et par la convection des gaz de combustion à la même température Tc.
Les flancs du foyer sont alors portés à la température Tp.
La perte par rayonnement au travers de la grille reste relativement faible.

- Chaleur échangée au foyer

Données dimensionnelles :
Surface intérieure du foyer léchée par les fumées = 0.06 m²
Surface supérieure du lit de combustion = 0.147x0.071 = 0.0105 m²
Surface latérale avec une hauteur de charbon de 3 cm, dont on ne prend que 80% en estimant la partie basse peu efficace, soit 0.0104 m²
La surface totale de référence est alors = 0.021 m².

L'eau en ébullition sous 7 bars étant à 170°C, on admet la paroi de chaudière à 185°C
En écrivant l'égalité des flux entre charbon du cœur et surface S et entre surface S et parois de chaudière, il est possible d'estimer la température Ts :

$$\left(\frac{Tc+273}{100}\right)^4-\left(\frac{Ts+273}{100}\right)^4=\left(\frac{Ts+273}{100}\right)^4-\left(\frac{Tp+273}{100}\right)^4$$

Avec Tc = 1512°C et Tp = 185°C, on calcule Ts = 1230°C

En prenant cette valeur comme température de surface du lit de charbon, on obtient la chaleur transmise par rayonnement :

$$\boxed{Qr=4.5\times\left[\left(\frac{1230+273}{100}\right)^4-\left(\frac{185+273}{100}\right)^4\right]\times 0.021=4780\,kcal/h}$$

La fumée produite (32.42 Nm³/h) lèche toute la surface intérieure du foyer. En estimant sa température moyenne à 1150°C et le coefficient A de convection à 20 kcal/m² h C; on estime la transmission par convection à :

$$\boxed{Qconv = 0.06 \times (1150 - 185) \times 20 = 1158 kcal/h}$$

Donc, avant l'entrée dans les tubes, il reste dans la fumée :

$Qcharbon - Qr - Qconv$ soit : $18463 - 4781 - 1158 = 12524 kcal/h$

Ce qui lui donne une température (calculée avec le tableau des c.a et c.c) :

$$t_{entréetubes} = \frac{12524}{32.42 \times (0.63 \times 0.376 + 0.37 \times 0.34)} = 1064°C$$

Remarque : On peut maintenant calculer une température moyenne dans le foyer $\frac{1064 + 1230}{2} = 1147°C$, qui confirme le bon choix de 1150°C utilisé pour calculer la transmission par convection des parois du foyer

- **Chaleur échangée par les tubes**

La fumée entre à1061°C et devrait sortir à 465°C dans les tubes dont la paroi est supposée à 185°C

Données dimensionnelles :
Diamètre extérieur = 11.1, diamètre intérieur = 9.7, épaisseur = 0.7
Surface intérieure totale = 0.322 m²
Section totale de passage = 0.002766 m²

On calcule un Δt moyen : $$\Delta tm = \frac{1061 - 465}{LN\left(\frac{1061 - 185}{465 - 185}\right)} = 522°C$$

Le coefficient d'échange étant fonction de la vitesse d'écoulement, celle-ci s'exprime en m/s :

$$W = \frac{32.62}{0.002766 \times 3600} = 3.26 m/s$$

Le coefficient (A) des gaz en circulation peut, (entre autres formules), être établi par les expressions suivantes :

$$A(air) = \frac{W^{0.75}}{di^{0.25}} \times \left[3.55 + 0.26 \times \frac{t}{100} - 0.0066 \times \left(\frac{t}{100}\right)^2\right] kcal/hm^2°C$$

$$A(fumée.théo.charbon) = \frac{W^{0.75}}{di^{0.25}} \times \left[3.6 + 0.26 \times \frac{t}{100} - .0076\left(\frac{t}{100}\right)^2\right] kcal/hm^2°C$$

Avec : di = diamètre intérieur en m ; W en m/s ; t = température du gaz °C

On peut ensuite choisir la valeur moyenne proportionnelle aux volumes d'air et de fumée théorique. Ces formules, qui ont une longue sanction d'expérience, possèdent l'avantage d'être assez simples.

Les calculs sont faits avec la température moyenne : $tmoy = \frac{1061 + 465}{2} = 763°C$

Il vient alors : *A (air) = 36.27* *et A(fumée théo. Charbon) = 39.75, et*

$$A(moyen) = 0.37 \times 36.27 + 0.63 \times 39.75 = 38.46 kcal/hm^2°C$$

On peut alors estimer l'échange dans la partie tubulaire :

$$\boxed{Qtubes = A \times S \times \Delta t = 38.46 \times 0.322 \times 522 = 6470 kcal/h}$$

Mais on a vu que les pertes à l'extérieur avaient été estimées à 450 kcal/h, que l'on répartit : 250 pour le corps cylindrique et 200 pour la zone du foyer, et finalement on peut dire que l'eau a du recevoir :

Par le foyer	4780+1158-200	5738
Par les tubes	6470-250	6220
total		**11958 kcal/h**

On observe que le faisceau tubulaire fournit 50% de la chaleur et que le rayonnement du foyer est beaucoup plus efficace que sa convection.
Le besoin exprimé au départ était : **12924 kcal/h.**
Avec un écart inférieur à 10%, on pourrait s'estimer satisfait. Mais il faut calculer le rendement. Comme il est différend de l'hypothèse initiale les calculs doivent être repris entièrement avec une nouvelle valeur jusqu'à ce que les 2 valeurs du rendement soient assez proches.

- **Conclusion**

En brûlant 2.46 kg/h de charbon on a engendré 18463 kcal/h
Le foyer a transmis à l'eau 5738 kcal/h (dont 80% par rayonnement)
Les tubes de fumée ont transmis à l'eau 6220 kcal/h
La perte est 18463-5738-6220 = 6505 kcal/h dont 90% par la cheminée
Le rendement serait : $\frac{11958}{18463} \cong 0.65$

Comme on est parti de 0.7 l'équilibre de tous les calculs doit conduire à une valeur comprise entre 0.65 et 0.70 (avec le logiciel XL. « chaudière » on peut relancer le programme pour atteindre une valeur « juste », (voir aussi « chaudière Crampton).
En simplifiant, on a: 1/3 à la cheminée, 1/3 à l'eau par le foyer et 1/3 par les tubes. C'est l'indication d'une surface de tubes faible (ratio : S tubes / S grille = 30.6)

- **Différence entre chaudière cuivre et chaudière acier inox ?**

Dans les tables de conductibilité on trouve en kcal/m h °C :

Air	0.03
Laine de verre	0.05
Verre, béton	1
Acier inox	15
Acier ordinaire	40
Cuivre	330

Dans cette chaudière l'échange porte sur 6221kcal/h au travers de 0.06 m²
En reprenant la formule de conduction : $Q_b = \frac{S \times \Delta t \times L}{e}$, on calcule le Δt dans les 2 cas avec une épaisseur des parois de chaudière de 2 pour le cuivre et 1.5 pour l'inox.

$$\Delta tcuivre = \frac{6471 \times 0.002}{330 \times 0.06} = 0.65°C \quad \text{et} \quad \Delta tinox = \frac{6471 \times 0.0015}{15 \times 0.06} = 10.8°C$$

Dans le faisceau, avec des tubes d'épaisseur 0.71 on aurait :

$$\Delta t.tubecuivre = \frac{5738 \times 0.00071}{330 \times 0.322} = 0.04°C \quad \text{et} \quad 0.87\,°C \text{ pour l'inox}$$

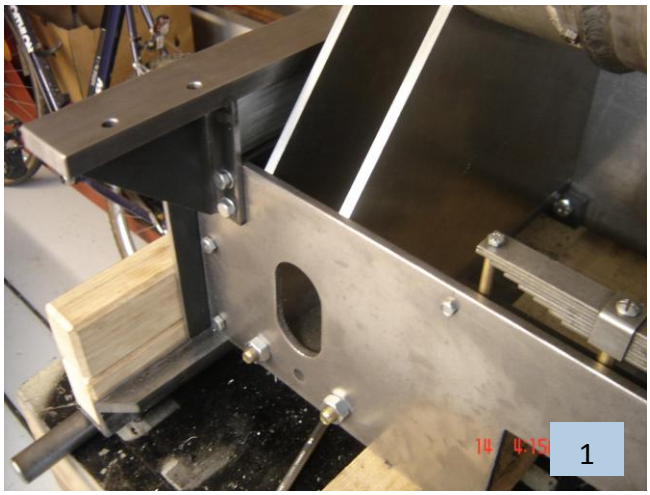
Ces écarts sont inférieurs aux approximations nécessaires aux calculs et ne sont donc pas significatifs.

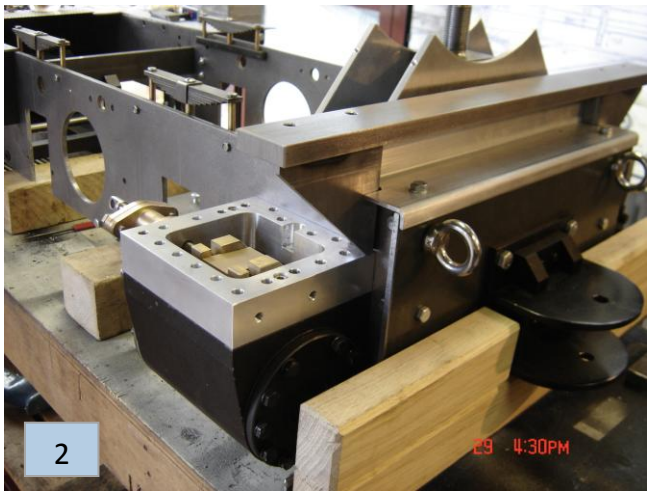
❖

Texte et photos
Jean-Marie LEMAIRE

Le tour d'«ETEL» en 80 photos

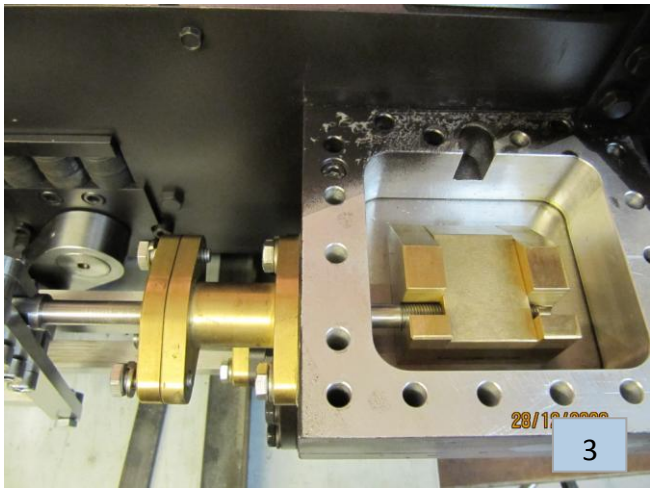
« **ETEL** » est une locomotive à vapeur de type 021 construite par DECAUVILLE en 1900 pour le tramway de la TRINITE à ETEL (TTE) *(voir article de Marc-André DUBOUT dans LA VOIE DES CHANTERAINES n°164 de septembre 2011).* Voici l'histoire de la construction de son modèle réduit à l'échelle 1/3 pour voie des 7 pouces ¼ soit 184 mm d'écartement.

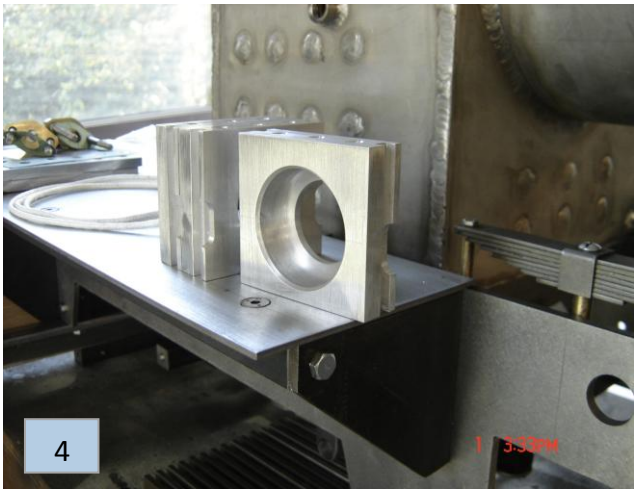




1 : Une étude minutieuse aidée en cela par Daniel LEGUILLOUX, Daniel CHEVALIER, Christian DUBOIS et Pol KARPINSKI fût concrétisée par l'élaboration de plans informatiques. Les premiers éléments du châssis en découpe laser sont assemblés. Les longerons sont en tôle d'acier XC48 de 6 mm d'épaisseur.

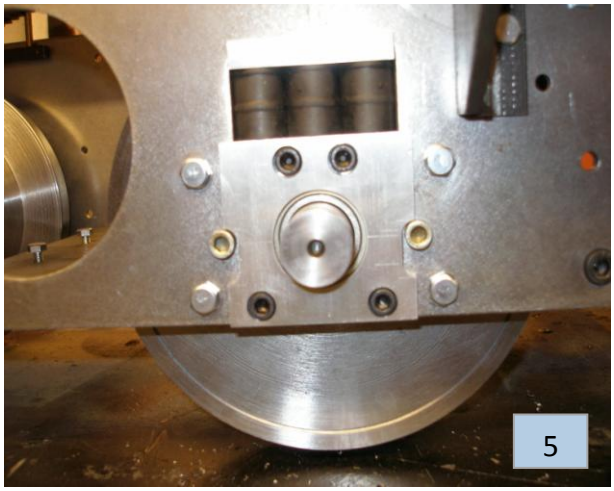
2 : Puis vient la mise en place des moteurs réalisés en fonte chemisée inox pour les cylindres et en aluminium AU4G pour les boites à vapeur. Tous les couvercles sont en inox. L'usinage des moteurs a été réalisé sur machines numériques chez Pol Karpinski.





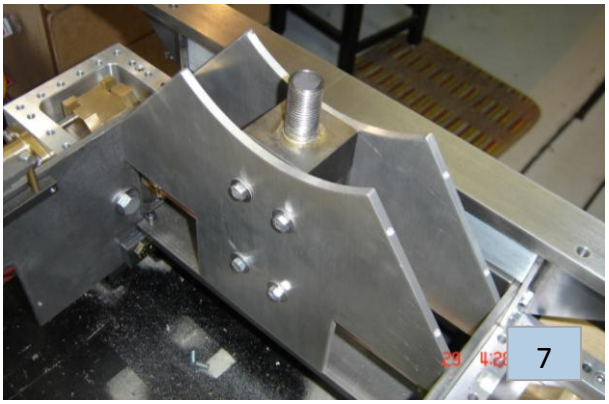
3 : Afin de faciliter le réglage des tiroirs en bronze, les boites à vapeur sont fixées sur les moteurs par des vis prisonnières indépendantes des couvercles. Un long guidage de la tige du tiroir garantit une bonne stabilité de celle-ci et assure un excellent maintient du joint presse étoupe. Le réglage fin du tiroir se fera grâce au filetage de la tige du tiroir dans la partie centrale du tiroir.

4 : Les boites d'essieux en aluminium AU4G recevront les roulements à billes (2 par boite) et vont coulisser sur le longeron du châssis grâce aux rainures usinées dans les boites.

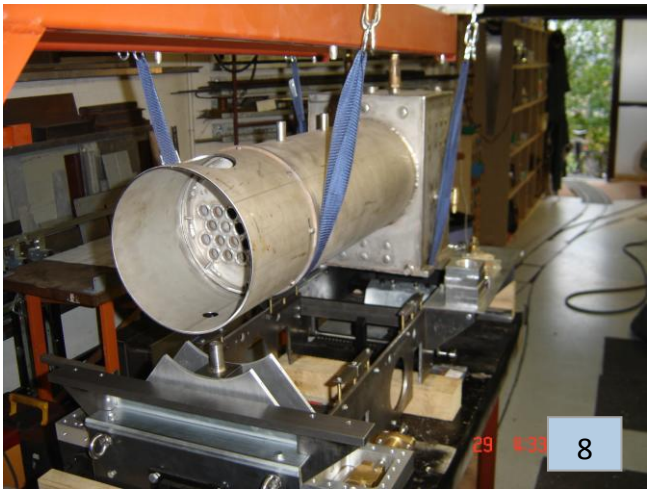


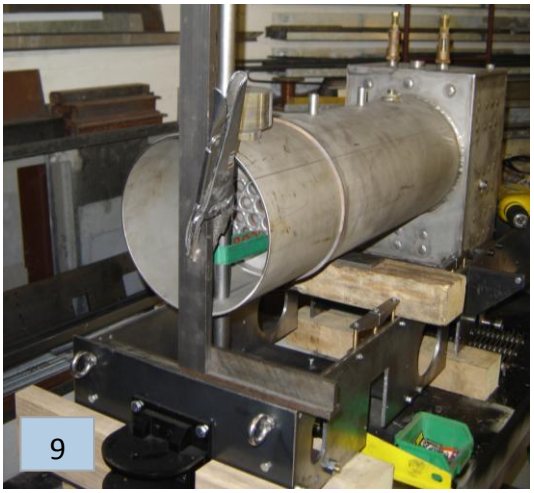
5 : La liaison boite-châssis est réalisée par l'intermédiaire de plots élastiques Paulstra (3 par boite) qui assureront la suspension de la machine. Les deux vis 6 pans creux latérales assurent le maintient de la boite lors des levages.

6 : Les roues ont été tirées dans du rond de Ø220 mm en acier XC 38 découpé en rondelle de 40 mm directement chez le fournisseur. Les moyeux ont été usinés indépendamment et soudés sur les roues avant finition pour obtenir une parfaite concentricité. Le disque du frein à disque ainsi que l'excentrique de pompe sont également usinés.



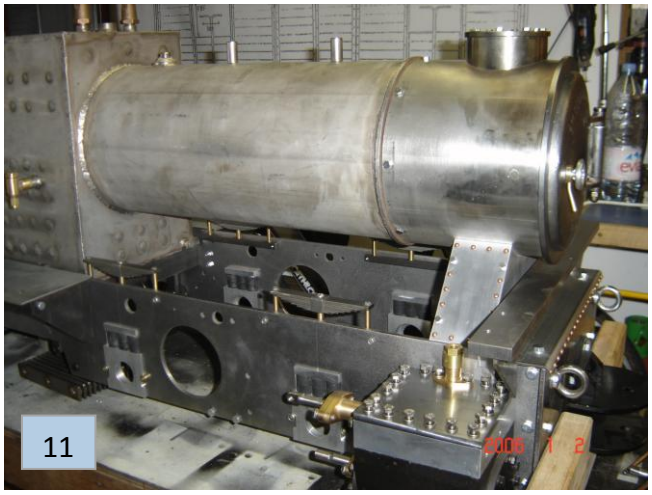
7 : La selle de chaudière est constituée d'éléments assemblés. Les faces de la selle sont en aluminium AU4G de 6 mm. L'échappement est en acier.





8 : La chaudière est de type BELPAIRE ce qui présente l'avantage d'une grosse réserve de vapeur au dessus du foyer. Elle est entièrement en inox austénitique de 6 mm soudée au TIG avec 26 tubes à fumée et 46 entretoises. La boite à fumée est démontable. Son volume total est de 19 litres. La face coté gueulard est sans lame d'eau et démontable pour permettre un accès facile aux tubes à fumée lors du soudage ou intervention ultérieure. Les deux soupapes sont à charge directe à échappement libre tarées à 6.5 et 7 bars.
La conception de la chaudière est l'œuvre de Christian DUBOIS, la fabrication a été réalisée par Pol KARPINSKI en Belgique.
La petite grue fabriquée à cet effet est bien pratique pour la mise en place de la chaudière sur le châssis.

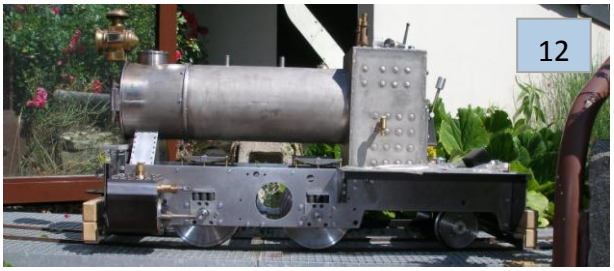
9 : L'ensemble chaudière/boite à fumée et support de cheminée doit être parfaitement positionné verticalement sur le châssis. La photo montre le petit montage pour obtenir le résultat recherché.

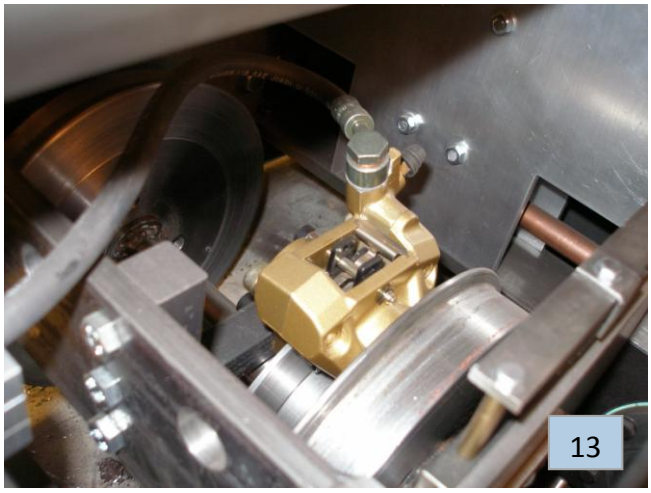


10 : La porte de boite à fumée est en fonte moulée et est solidaire de son support par une ferrure. L'ensemble porte/support de porte est complètement démontable de la boite à fumée pour permettre un accès sans gêne aux tubes à fumée (notamment pour ramoner). Le petit volant de manœuvre de la porte est réalisé en AU4G et son levier en laiton.

11 : A ce stade, la chaudière est parfaitement positionnée et fixée, le support de cheminée est soudé sur la boite à fumée, la selle de chaudière est terminée et a reçu les habillages en tôle d'aluminium munie de rivets cuivre de 6 mm pour la décoration, les boites d'essieux sont terminées.

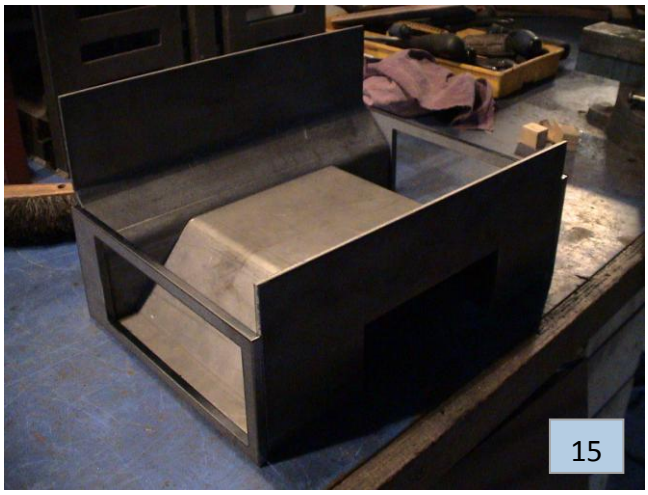
12 : L'étape suivante est la mise en place des roues fixées sur les essieux et c'est le premier essai de roulage. La masse de la machine commence à se dessiner. C'est encourageant.

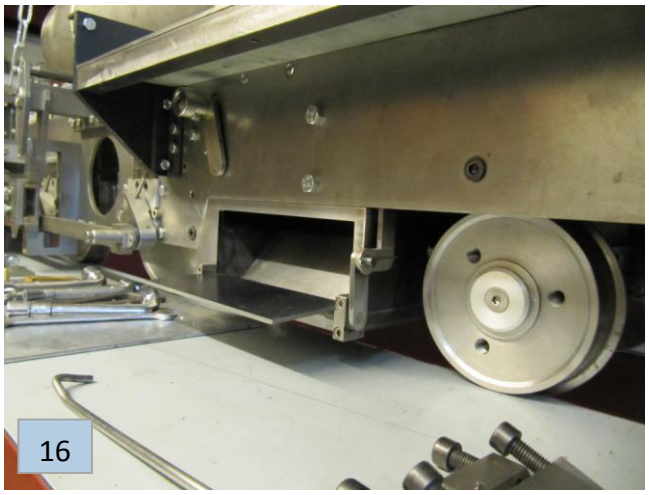




13 : Puis vient le long travail de tout ce qui est nécessaire au fonctionnement de la machine et qui ne se voit pas. Ici c'est l'installation du frein de sécurité à disque qui est puisé dans la mécanique moto et adapté à la machine. Indispensable pour rouler sûr. Le frein à sabots manœuvré par une vis ne servira que pour le frein de parking.

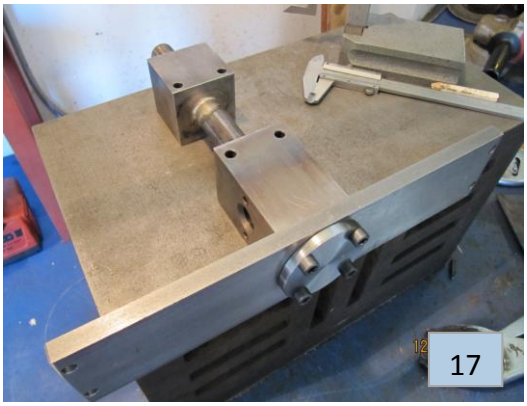
14 : Après la mise en place des roues, il faut mettre en place les supports de coulisses découpés laser et les manetons callés à 90°. Une première présentation de la bielle de liaison permet de s'assurer que les usinages de dégagement sur les coulisses sont bien dimensionnés. A l'avant, sur la traverse, les supports des bâches à eau sont installés. Une simple goupille permettra la tenue ou le retrait de celles-ci.



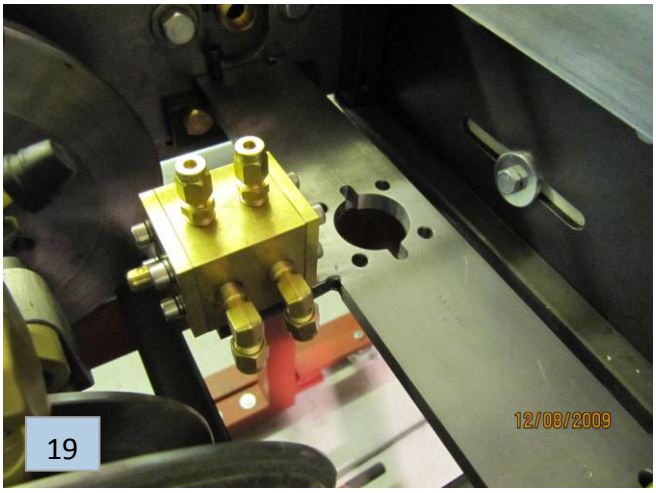


15 : Tout le principe de conception de la machine est l'utilisation de modules, ce qui permet un usinage et un assemblage simple. Ici, c'est le module cendrier que l'on découvre, dont les supports de portes sont également découpés laser. L'ensemble est soudé de l'intérieur pour dissimuler les cordons.

16 : Le cendrier est maintenant en place sous le châssis et les portes de réglage du débit d'entrée d'air sont installées. La commande se fera depuis le plancher en cabine par la manette que l'on aperçoit sur la photo.

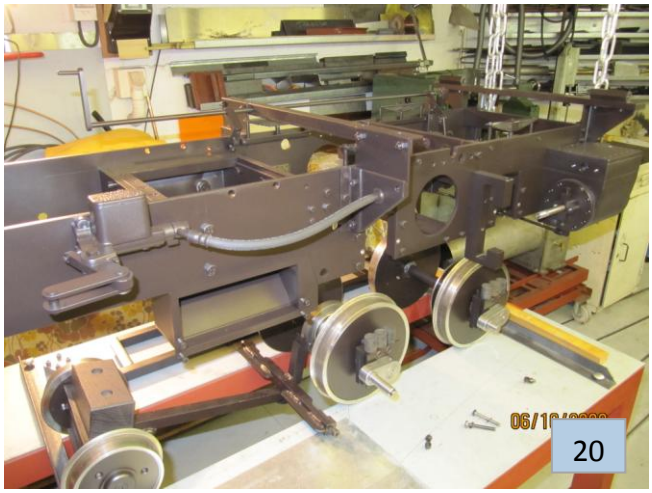


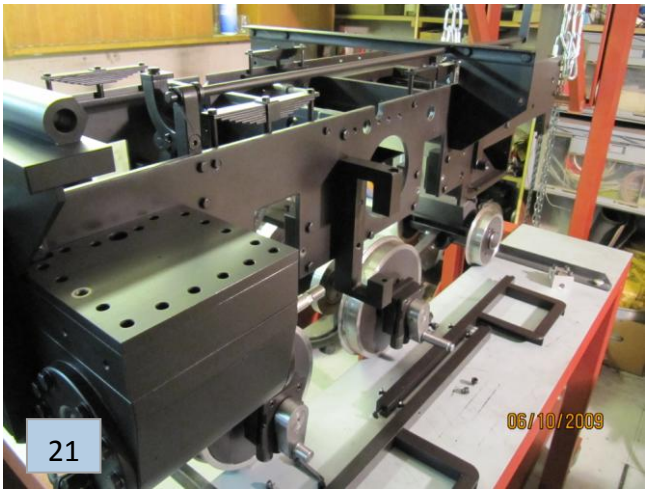
17 : Il est venu le moment de la mise en peinture des principaux éléments du châssis pour ne pas avoir à redémonter trop de pièces ensuite. On en profite pour terminer l'échappement par la réalisation d'un déflecteur de dérivation démontable. (Pratique pour le nettoyage)



18 : Voici le déflecteur fait en AU4G dont la goupille évite à celui-ci de tourner dans l'échappement.

19 : L'ensemble du châssis est peint avec de la peinture résistante à haute température de marque Rustoléum en bombe. On peut maintenant installer des équipements que l'on ne redémontera plus. Là on peut voir le dispositif de purge des cylindres au centre du châssis, ce qui évite d'avoir des petits robinets sous les cylindres qui sont en première lignes en cas de déraillement. (C'est une invention de Pol Karpinski qui fonctionne à merveille).



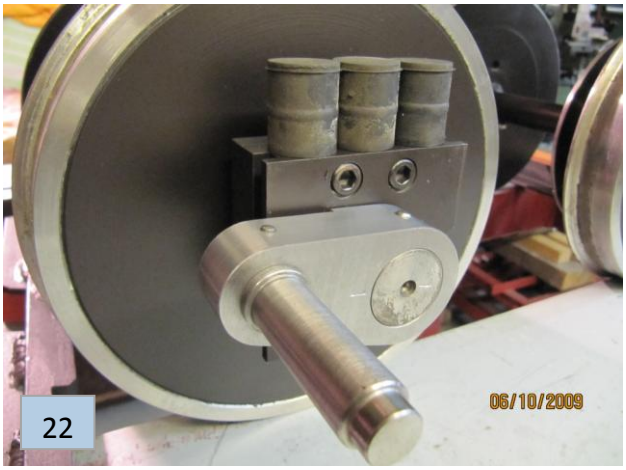


20 : Le maître cylindre est installé sur le longeron et le couvercle sera accessible depuis le plancher de cabine pour une mise à niveau éventuelle du liquide de frein commandant le frein à disque. La mise en place des essieux, du bissel, du cendrier, des moteurs et supports divers est maintenant définitive.

21 : Une lente descente du module châssis suspendu à la grue permet de s'assurer de la bonne place de tous les éléments. Comme un vrai levage.

22 : Mise en place des blocs de suspension Paulstra et goupillage définitif des manetons et des axes destinés à recevoir les roulements à billes des bielles. Cette disposition est due au fait que les roues sont intérieures au châssis. Cela se présente bien.

A suivre…



CONSTRUCTION D'UN FOUR

La base est un volume intérieur de 20x20x20 cm. L'isolation est en matelas fibreux, épaisseur environ 125 mm, moitié au moins en fibre résistant à 1150°C (ce que j'avais), ou plus qui ne coûte guère plus cher. Le reste est en laine de roche (pas de laine de verre : trop fusible). Densité à choisir 128 kg/m³. Une densité moindre serait trop fragile.

Il ne faut pas que l'intérieur du four "voit" le dehors ; la sortie de la fumée (flèche jaune) doit se faire en zigzag (20 cm² environ).

Pour le brûleur, quelques raccords en fonte conviennent. L'air est fourni par un vieil aspirateur, et le réglage au gré de chacun. Pour le gaz (propane ou butane) la bouteille est munie d'un détendeur réglable, le gaz arrive dans le coude par un trou d'environ 1 mm pour fonctionner à 100/300 g/cm².

Il vous faut du béton réfractaire, vendu au kg, dénommé aussi sous le nom de « chamotte ». Le nez du brûleur exposé à la température du four (1100°C pour le bronze) est à couler en béton réfractaire sur une longueur de 4 ou 5 cm dans un tube en inox (qui peut être comme ici une tôle roulée) comportant des trous matérialisés par des bouts de crayons à bille (pas de ronds pleins pour pouvoir démarrer). Le nez du brûleur peut ainsi supporter la température du four.

Au démarrage, il faut laisser la porte du four entre-ouverte pendant quelques minutes, puis, la chaleur aidant, la combustion est totale à l'intérieur. En opérant dans un lieu sombre, on voit une légère flamme à l'échappement qui permet de régler le rapport air/gaz.

Durée de la chauffe : 30 minutes environ.

Fournisseur possible :
Nappe 7320x610x25 128 kg/m³ 1150°C
106 euros HT

Idem mais pour 1430°C 117 euros HT

Creuset graphite H 127 mm (3,8 kg bronze)
ARZALAO à Rohan (Morbihan) Tél. 0297515535

Pour les moules il y a plusieurs solutions :

- Le sable noir pour des pièces grossières ou ébauches
- Le plâtre, avec modèle en cire perdue.

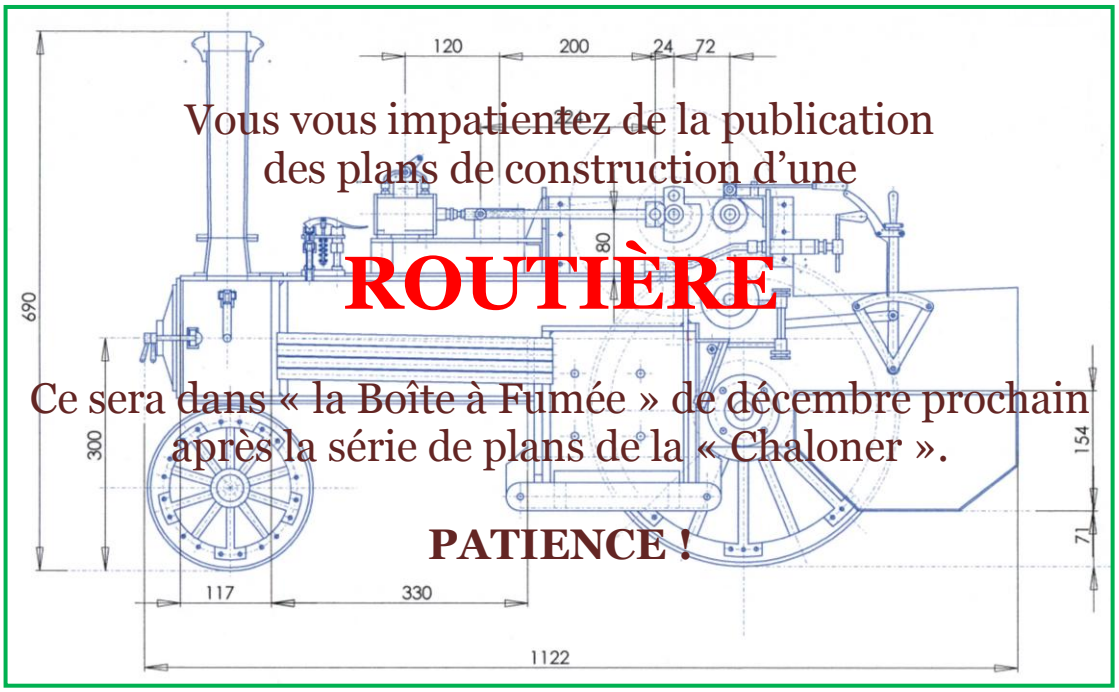
Une variété vendue par Saint-Gobain, « FORMULA », 50 €/25 kg, doit donner de bons résultats. Il faut le chauffer pour faire disparaître et brûler toute trace de cire sinon le moule explose.

- Le sable CRONING. Voyez sur Internet. C'est très pratique mais il faut trouver une fonderie qui veuille bien vous en vendre.

Photos page suivante : la roue, la bielle, la clé ont été moulés au sable CRONONG. Les grenouilles ont été moulées en cire perdue.

Plus de détails sur demande.
(contactez « La Boîte à Fumée »)

Pierre BERNARD.



Vous vous impatientez de la publication
des plans de construction d'une

ROUTIÈRE

Ce sera dans « la Boîte à Fumée » de décembre prochain
après la série de plans de la « Chaloner ».

PATIENCE !

AUTOMOBILES avant Cugnot

Charles Wakefield Bishop - 1984
Traduit de l'anglais par Madame Grazela Bazin

Remerciements à Monsieur West Peterson, éditeur AACA.

Bien que l'on soit maintenant d'accord sur le fait que les travaux de Nicolas Joseph CUGNOT aient donné au monde la première automobile, beaucoup d'efforts antérieurs à son succès limité méritent une place dans l'histoire du mouvement.

Malheureusement, leur histoire est quelque peu embrouillée, parfois délibérément. Le progrès des pionniers arrivant au point où l'industrialisation fut rendue possible, les heureux survivants commencèrent à réécrire l'histoire contre un arrière-plan de protestation dans lequel les prétentions de Duryeas, de Haynes, d'Appersons et de Winton sont familières.

Des distorsions de la préhistoire de l'automobile ont également donné lieu à une importante désinformation, comme nous allons le voir dans certains cas.

Cet essai n'a pas le moins du monde l'intention de ternir, ni la réputation, ni la gloire de Nicolas Joseph Cugnot, mais l'effort pour produire un véhicule qui pourrait s'auto-propulser a débuté des siècles avant que Cugnot n'atteigne cet objectif, il y a plus de 200 ans.

Au début des années 1900, quelques auteurs imprudents ont soutenu que la première référence à une automobile datait de 2500 ans, selon le prophète Nahum (2 : iii) :
" les chariots feront rage dans les rues, ils se bousculeront les uns les autres dans les grandes artères, ils paraîtront tels des flambeaux, ils courront comme des éclairs ".

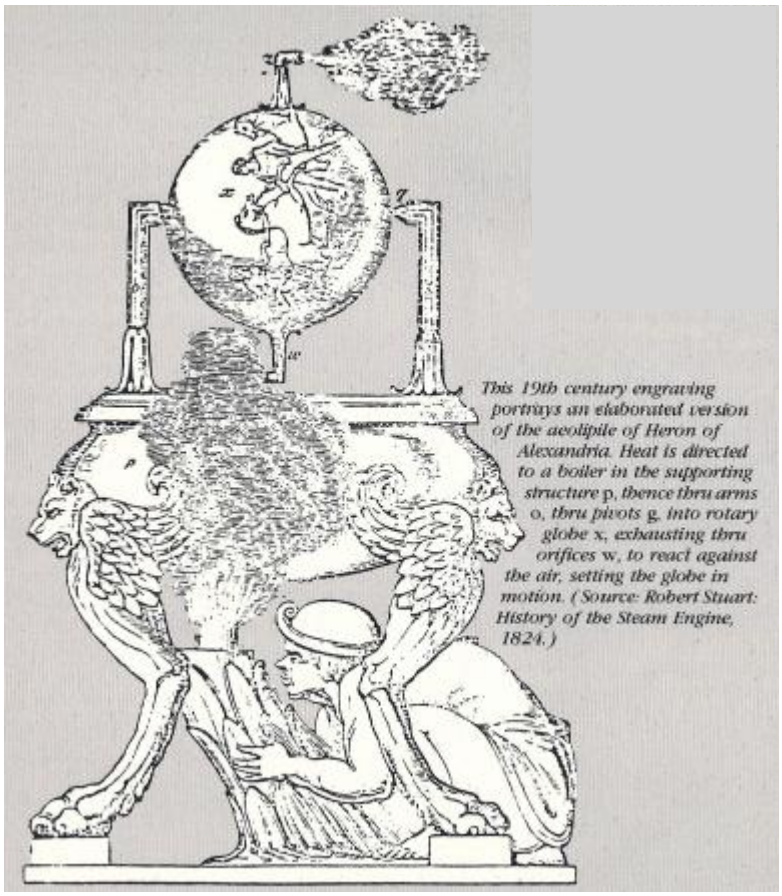
Cette description pourrait être appropriée à la circulation moderne mais nous nous contenterons de débuter par un événement qui eut lieu plusieurs siècles plus tard.

HERON d'ALEXANDRIE a probablement disparu des textes d'aujourd'hui, mais dans la décennie ingénue de 1920, les livres élémentaires de physique ont montré un **éolipile** avec ou sans roues.

HERON démontre son éolipile aux sages de l'Ecole d'Alexandrie (source : Figuier – Merveilles de la Science, 1875).

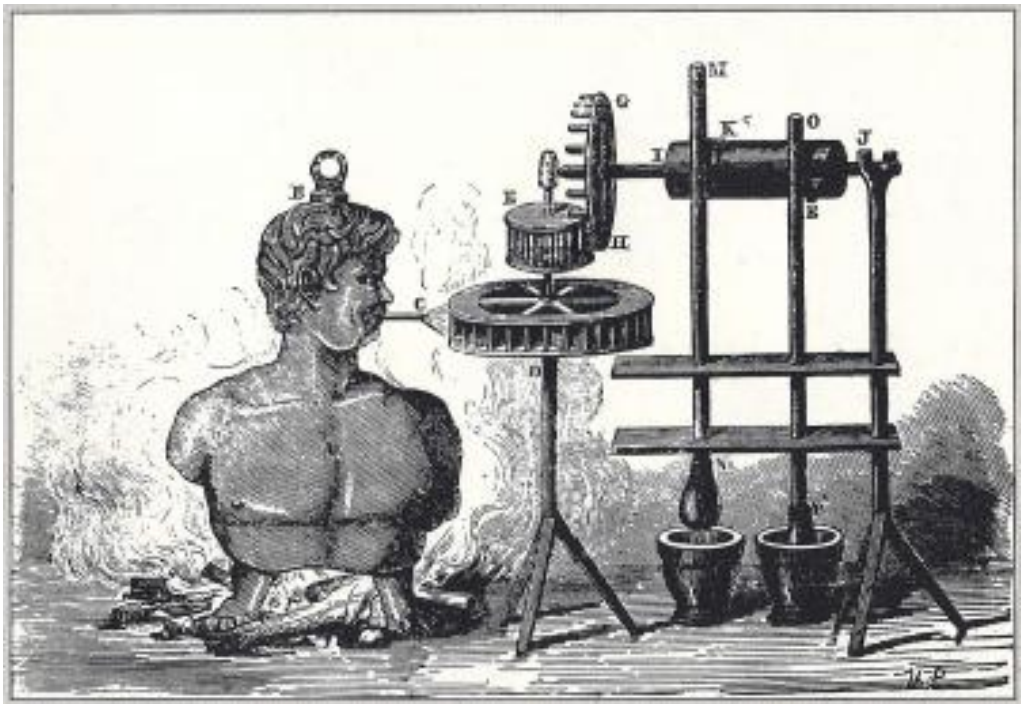
Ceux qui n'ont pas le privilège de cette éducation plus précoce pourront remarquer un globe sur pivots avec des coudes perpendiculaires à l'axe de rotation et un foyer au-dessous. Lorsque l'eau contenue dans le globe atteignait le point d'ébullition, la vapeur émise faisait tourner le globe.

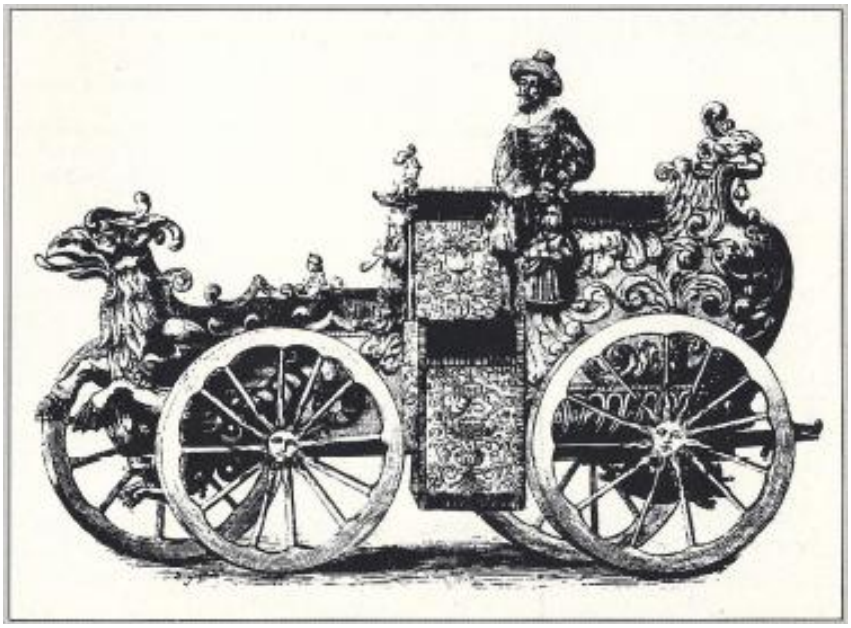
Parmi les propagateurs du culte de l'éolipile se trouvaient : Philo de Byzantium, Vitruvius Pollo, Pappus d'Alexandria, Gerbert d'Aurillac (le Pape Sylvestre II), Roger Bacon, les constructeurs inconnus d'un vaisseau de guerre coréen en 1592, Branca en Espagne, Ramsay en Angleterre, les Jésuites Verbiest et Grimaldi en Chine (1678), Somerset et Newton en Angleterre pour ne citer que les plus fréquemment mentionnés. La distribution géographique est impressionnante.



Cette gravure du 19ème siècle montre une version élaborée de l'éolipile de HERON d'Alexandrie. La chaleur est dirigée vers une chaudière dans la structure à décor animal. Puis la vapeur est conduite vers le globe tournant à travers les bras verticaux et ses pivots. La vapeur s'évacue par les orifices coudés et réagit contre l'air, faisant tourner le globe.
(source : Robert Stuart – History of the Steam Engine, 1824).

Ci-dessous, l'éolipile amélioré de BRANCA. La turbine entraîne un moulin à fouler par un engrenage de type lanterne. Il a renié modestement son invention en disant que les composantes avaient été inventées par des gens dont il ne connaissait pas les noms. Son importance réside dans l'emploi de la vapeur pour faire du travail utile.
(source : Figuier – Merveilles de la Science, 1875).

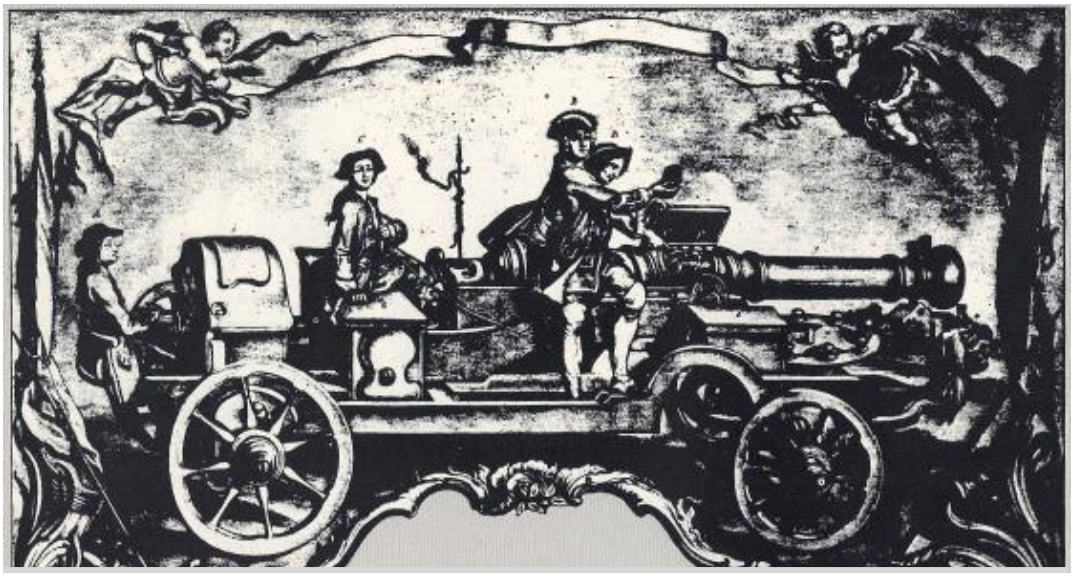




Un autre véhicule antérieur à CUGNOT et fréquemment cité fut construit par Jean HAUTSCH et roula dans la région de Nuremberg vers 1619. La puissance musculaire des hommes à l'intérieur, utilisant des manivelles, produisit la remarquable cadence de 3000 pas à l'heure. On peut remarquer les premiers spécimens connus de chapeaux de moyeux et d'ornementation du capot (source : Journal de voyages de Monsieur de Monconys, 1663).

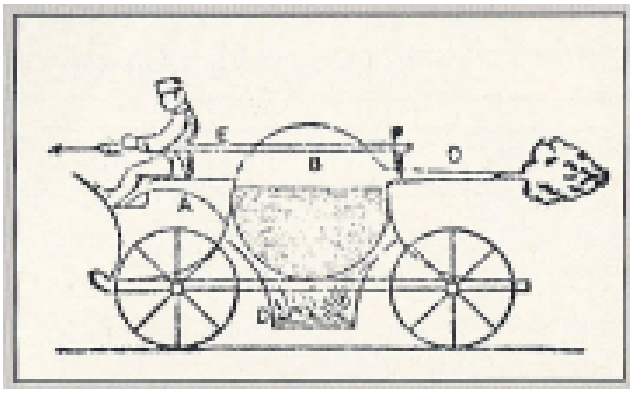
HERON avait également fait référence à une automobile propulsée par des poids. Celle-ci fut réinventée par le chinois Chu Chhi Thu Shwo en 1627. Tandis que l'Europe médiévale passait des clepsydres des anciens aux systèmes actionnés par des ressorts, il était inévitable que l'on essaierait des ressorts (pourtant inadéquats) sur les automobiles.

Jean THESON a fait breveter une petite voiture à quatre roues en 1645, qui pouvait effectuer le trajet Paris-Fontainebleau aller et retour en une journée, et Jean HAUTSH de Nuremberg en construisit une autre qui pouvait atteindre 2000 pas à l'heure. Celui-ci en vendit une autre au roi du Danemark, atteignant 3000 pas à l'heure, dans laquelle il abandonna le système à ressorts en faveur de deux hommes et de manivelles.
Dans cette dernière catégorie se trouve la voiture d'AUGSBURG (ci-dessous) qui est un monument de l'incompréhension des limites de la puissance musculaire.



La voiture d'AUGSBURG. L'intérêt principal de ce véhicule est qu'il fut considéré dans le début de l'époque de l'automobiliana comme avant coureur du véhicule de Cugnot. Sa vitesse fut estimée à 5000 pas à l'heure. Des deux hommes situés derrière le premier essieu, celui situé côté gauche " faisait fonctionner la machine à l'aide d'un axe qui tournait ". La légende de la gravure disait " qu'elle avançait grâce à deux personnes assises sans inconvénient, au dessous de la carrosserie ". Certains auteurs disent qu'il s'agissait d'une machine à vapeur. Circa 1760.

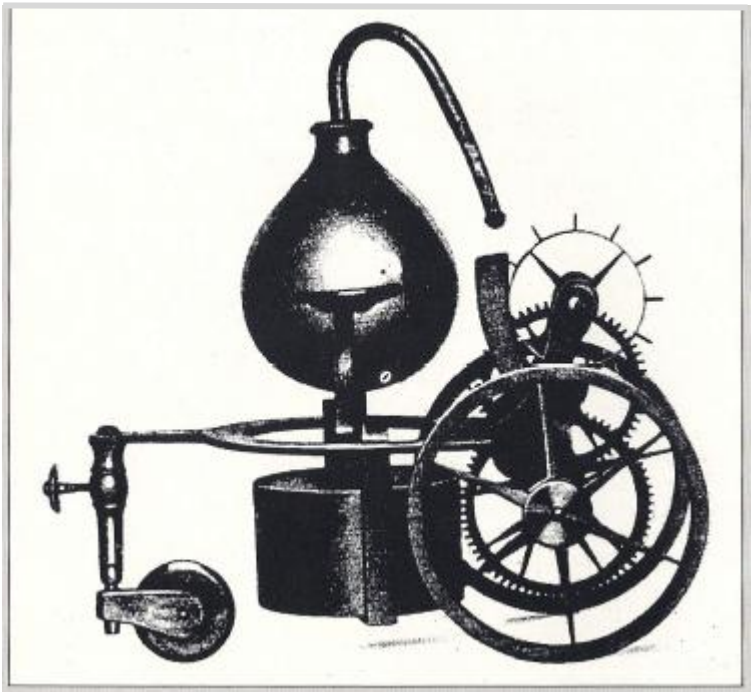
Une attention excessive a été portée sur l'invention de NEWTON (1660) (ci-dessous). Il utilisa un jet de vapeur, sans aucune transmission, mais ce jouet a été cité par tous les historiens de l'automobile du 19ème siècle, avec habituellement une illustration réalisée par un artiste. Il est vrai qu'un système grandeur nature n'était jamais construit pour l'usage public mais Frite OPEL utilisa ce principe de réaction dans une automobile propulsée par des fusées, expériences qui ont apporté des fruits amers pour les britanniques pendant la seconde guerre mondiale mais qui, depuis, ont ouvert l'univers aux voyages dans l'espace.



La voiture à réaction, souvent citée, d'Isaac NEWTON. C'était un projet non réalisé qui fut réinventé par quelques autres. Estimé à 1680. (source : Bishop files).

Dans cette étude, la chose importante est que le concept de HERON est revenu maintes fois dans beaucoup de pays, au fil des siècles.

L'éolipile est, comme le moteur, mieux illustré dans les travaux de GRIMALDI et de VERBIEST, décrit en détail dans « La Science et la Civilisation en Chine » de Needham.
Une maquette du véhicule de Grimaldi (ci-dessous) a été construite par CANESTRINI avec trois roues, tandis que le texte de J.B. Du HALDE : « Description Géographique, Historique etc. » (1770 – volume 3, page 270) décrit une construction à quatre roues avec une extrémité de wagon se terminant par une roue (en contact avec le sol) pour guider la maquette dans un cercle. Le même principe a été utilisé plus tard par GURNEY pour l'un de ses omnibus à vapeur des années 1820. Grimaldi et Verbiest construisirent également une maquette de bateau à vapeur utilisant le même système de propulsion.



Cette réalisation, construite par G. Canestrini il y a une cinquantaine d'années, montre le principe de la maquette d'un véhicule à vapeur faite par le Père Grimaldi, et attribuée d'ordinaire à son partenaire le Père Ferdinand Verbiest. L'original était un véhicule à quatre roues décrit par J.B. Duhable, une autorité en histoire chinoise ancienne. Son importance principale est qu'il est le véhicule le plus cité avant Cugnot. Le fait qu'il s'agissait d'une maquette de 60 cm de long a été passé sous silence pour diminuer le succès de Cugnot aussi bien que l'antériorité de Papin.

Certains savants croient que ces deux jésuites furent influencés par les expériences du bateau à vapeur de BRANCA (ca. 1629), une spéculation hors du sujet de cette étude. Le fait important pour nous est que la propulsion de véhicules terrestres à l'aide de turbines à vapeur était encore lointaine de 260 ans et donc réservée aux applications ferroviaires. Les expériences de 1678 n'ont eu aucun effet réel sur le développement de l'automobile, bien que beaucoup d'auteurs aient exagéré l'importance de leurs travaux pour d'autres raisons.

Le lecteur peut s'apercevoir qu'Otto de GUERICKE n'a aucun lien avec cette histoire, en l'absence de toute invention véhiculaire ; néanmoins, on peut se souvenir que l'une des publications de VERBIEST inclut un chapitre : « PNEUMATIQUE ».

GUERICKE captiva l'attention de la communauté scientifique du 17ème siècle avec son invention de la pompe d'aspiration et de ses expériences suivantes avec le vaccum, desquelles les "sphères de MAGDEBURG" eurent une manifestation dramatique.

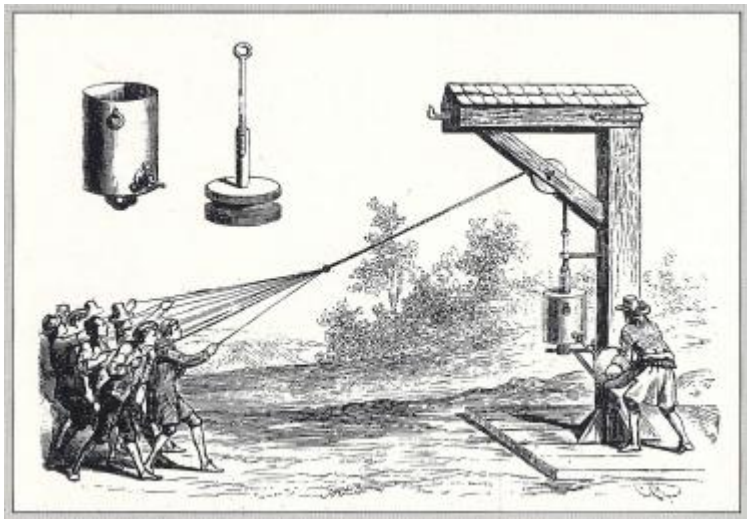
Les pneumatiques devinrent le champ d'intérêt principal de la physique. La machine à poudre de HUYGENS était un procédé dérivé de la production de la dépression. Au-delà des aides conceptuelles fournies par les illustrations, il est suffisant de statuer que la concentration précoce sur les moteurs atmosphériques qui était due au travail de GUERICKE, a eu un effet inhibiteur sur le développement de l'automobile : les moteurs étaient trop volumineux.

Otto de GUERICKE

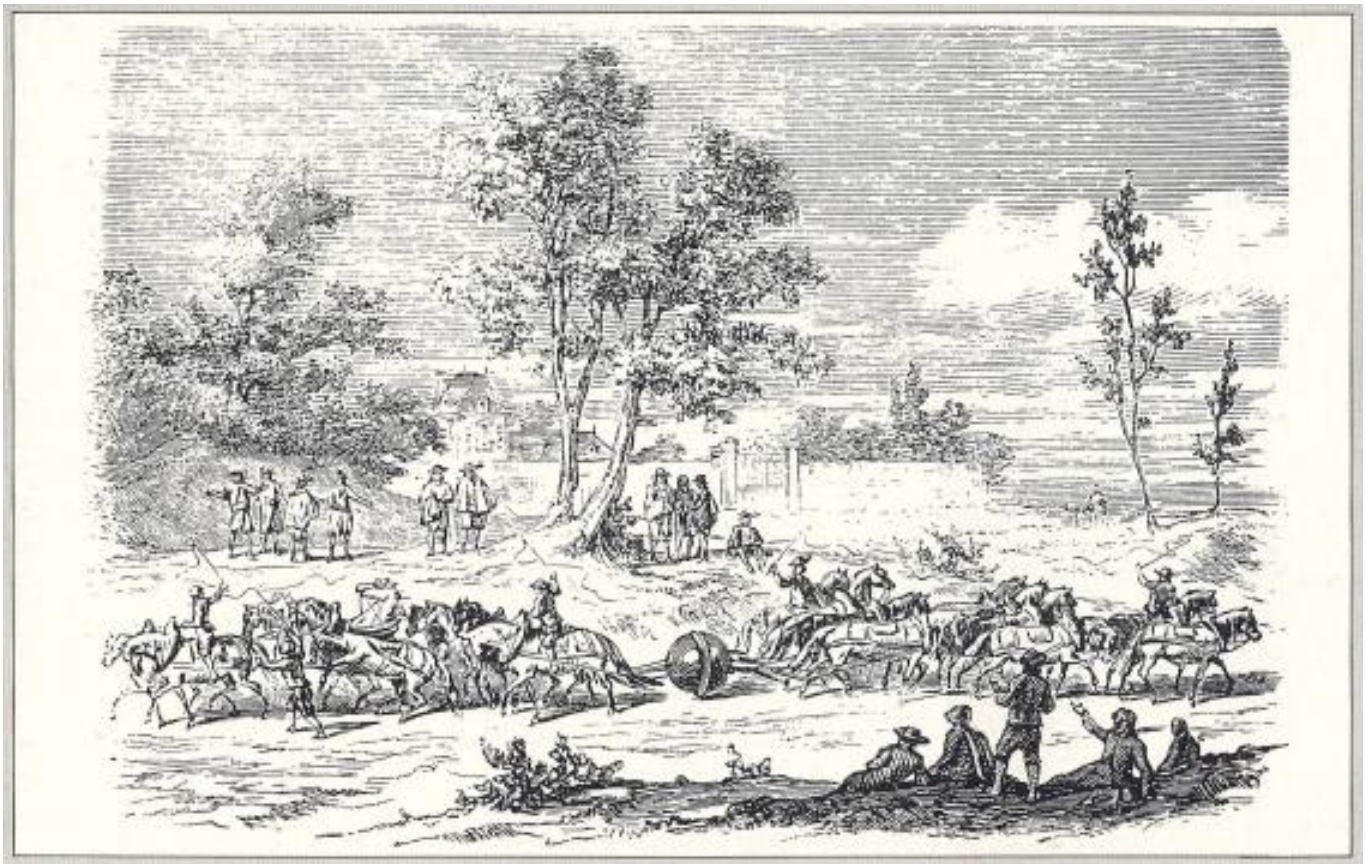
Il a découvert les effets mécaniques de la pression atmosphérique et il a ouvert le chemin à la philosophie du moteur atmosphérique, le moteur à poudre de Huygens et Papin, et aussi la multitude de machines à vapeur avec condenseurs, qui ont retardé pendant longtemps la venue des machines pratiques à vapeur à haute pression (source : Figuier – Merveilles de la Science, 1898).

———

A droite, les hémisphères de MAGDEBURG qui supportent un poids de 1218 kg (source : Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio 1672, l'opus de Guericke qui a révolutionné les idées scientifiques).



La démonstration faite par GUERICKE pour le prince d'Auerburg à Ratisbonne en 1654. Vingt hommes n'ont pas pu vaincre la pression atmosphérique. On doit remarquer l'utilisation du cylindre et du piston qui ont montré le chemin à la technologique des machines.
(source : Guericke, Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio 1672).



Le diamètre de la sphère de Ratisbonne était de 0,900 m et elle a résisté aux efforts de deux équipages de huit chevaux qui essayaient en vain de la diviser. Une sphère nouvelle de diamètre 1,190 m a réussi à résister à vingt-quatre chevaux, comme on peut le voir dans cette illustration. Les sphères ont été construites en cuivre, avec un joint mou d'étanchéité en peau (source : Guericke, Experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio 1672).

La personnalité suivante en scène est l'homme dont la contribution est indubitablement la moins comprise, la moins appréciée et, néanmoins, la plus avancée de tous les prédécesseurs de CUGNOT.

La distinction entre la médecine, profession pour laquelle Denis PAPIN était accoutumé, et la physique, était presque négligeable en 1669, année où PAPIN obtint son diplôme à Angers.

Il alla à Paris où il devint associé de Christian HUYGENS.

L'une de leurs co-expériences était la machine à poudre, quelquesfois citée comme signe avant-coureur du moteur à combustion interne.

A la suite des expériences de GUERICKE, employant des chevaux et des sphères de Magdeburg, l'un des mots en vogue de l'époque était « dépression » ; donc il était naturel d'appliquer ce nouveau principe employant la pression atmosphérique.

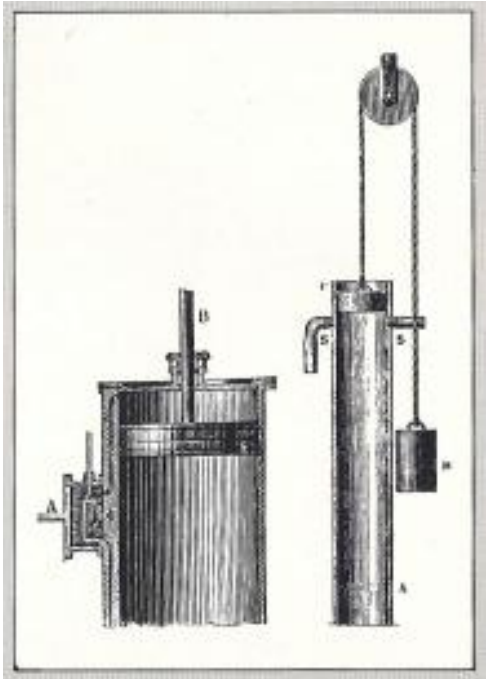
Leur appareil était un cylindre dans lequel la poudre avait explosé ; la dépression en résultant créait une sous-pression et le mouvement du piston. Une corde attachée au piston et passée à travers une poulie hissait un ouvrier, à la stupéfaction des courtisans ébahis.

Cette notion de dépression visant à obtenir une source de puissance s'imposera pendant de nombreuses années, même dans des applications automotrices auxquelles elle était particulièrement inadaptée. En fin de compte, elle fut abandonnée. PAPIN discernera de bonne heure son inutilité.

A ce moment là, en France, une vague d'intolérance força PAPIN, calviniste, à quitter Paris en 1675, qui était alors le principal centre d'activités scientifiques.

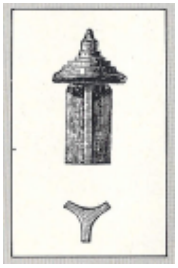
Il alla à Londres, collaborant avec BOYLE à d'autres travaux de dépression, et il inventa la cocotte-minute qu'il nomma le « digesteur ». La famine était toujours présente et PAPIN chercha à l'alléger par un procédé qui amollissait les os et qu'un label de nourriture pour chiens appelle par euphémisme « sous-produits carnés » (viande trop dure pour être mangée).

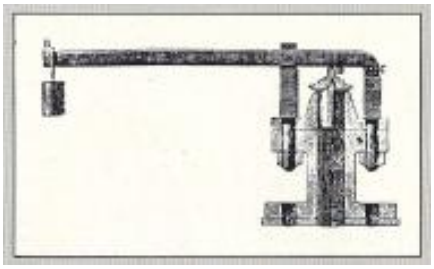
Christian HUYGENS, le mentor de PAPIN à Paris.
(source : Figuier – les grandes inventions 1867).



L'illustration schématique de la machine à poudre et un détail montrant la façon dont le principe devait être modifié pour créer une machine à vapeur par l'addition d'une soupape à tiroir (source : Figuier – les grandes inventions 1867).

Denis PAPIN répète l'expérience de la machine à poudre pour les professeurs de l'Université de Marburg en 1687. La caractéristique la plus importante est l'utilisation du piston et du cylindre. En contradiction aux dénigrements répétés, l'ajustement était suffisant et supportait le poids.
Ci-dessous, soupape de sûreté Papin et élément de dispersion à trois cellules.
(source : Figuier – Merveilles de la Science, 1898).





La pertinence du « digesteur » dans le cadre de notre histoire nécessite une explication. En 1680, le seul progrès concernant l'éolipile d'Héron, à présent âgé de quelques siècles, avait été la publication de 1601 par BATTISTA, et 62 ans plus tard par le Marquis de WORCESTER, de méthodes d'élévation d'eau par la vapeur. Celle de BATISTA était une anticipation de SAVERY, et ni l'un ni l'autre de ses appareils n'a été utilisé dans le développement automoteur. Cependant, dans le digesteur de PAPIN, deux éléments d'importance transcendantale à l'automobile à vapeur sont présents : une chaudière à haute pression, et son accessoire essentiel : une soupape de sécurité.

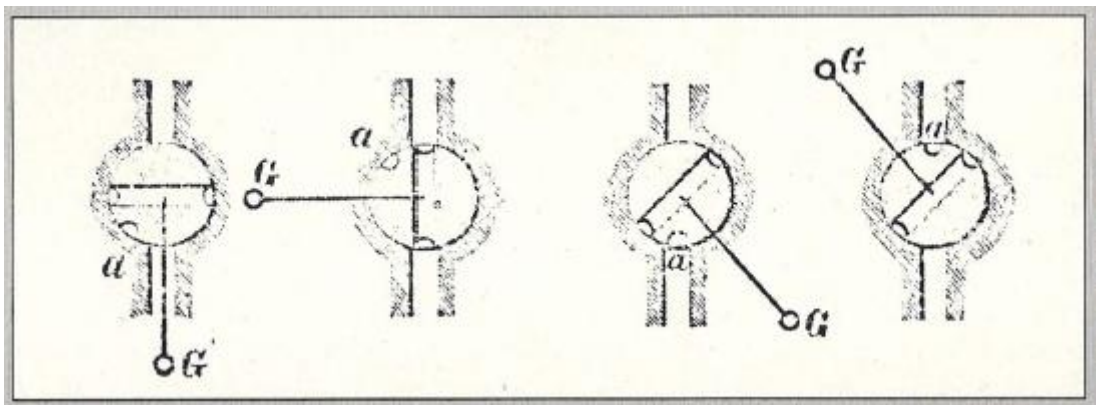
Avec le « digesteur », la technologie de la vapeur a quitté la phase de la bouilloire et est arrivée au stade des pressions de plusieurs atmosphères. En bref, Denis PAPIN a introduit au monde le concept de la vapeur haute pression, alors qu'il n'y avait pas une seule machine à vapeur existante, excepté un éolipile qui faisait tourner une broche, ou ayant des fonctions similaires. Le moteur de PAPIN n'était pas encore arrivé, bien sûr, ni ne serait arrivé sans obstacles et détours, mais le générateur ou chaudière était maintenant un fait.

Parce que l'on ne reconnaît pas PAPIN aujourd'hui, une citation de l'encyclopédie Britannica (1948) sur la machine à vapeur est justifiée : *" les travaux de Watt sont en suite naturelle à ceux de Newcomen, et ceux de Newcomen à ceux de Papin et Savery ".* La place de Savery dans la saga sera discutée ci-dessous et, chronologiquement, WATT vient après CUGNOT.

L'anglais Robert BOYLE, homme de science célèbre (la loi de Boyle), adhérent à la Royal Society, le mentor de Papin dont il a dit : " plusieurs machines que nous utilisons, en particulier la pompe pneumatique de deux cylindres.... Sont ses inventions, construites en partie de ses propres mains."

A droite : « la marmite de PAPIN ».

Récipient assimilateur ou « marmite de Papin », dessiné pour servir de cocotte minute. Le but humain était l'amélioration de la nourriture des pauvres. Elle est l'ancêtre de l'autoclave. Son importance est fondée sur la présence d'une soupape de sûreté, la caractéristique vitale pour l'utilisation de vapeur à haute pression.
On ne doit pas oublier que James Watt reconnaissait qu'elle lui a donné le concept de la machine à vapeur utilisant un piston. Il a dit : " en 1761 ou 1762 j'ai fait des essais avec un élément de dispersion Papin, transformé en machine à vapeur par l'addition d'une seringue ". Voici un exemple excellent de l'absence d'un langage technique, une seringue comporte un cylindre et un piston (source : Bishop collection).



La soupape quadrilatérale de Papin, qui a donné naissance aux techniques sophistiquées pour les machines à vapeur. Il n'y eut pas d'équivalent pendant plusieurs décennies.
(source : Ernst Gerland - Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881).

A Paris, Denis PAPIN a travaillé intimement avec HUYGENS ; à Londres il collabora avec deux personnalités : BOYLE et HOOKE. Il travailla sur les pneumatiques avec le premier, fournissant ainsi une pompe à vacuum (pompe à vide) ; le second patronna la démonstration de son « digesteur » à la "Royale Society" en 1679, aboutissant ainsi à son élection comme membre, l'année suivante.

A ce moment là, Denis PAPIN fit ce qui fut probablement la plus grosse erreur de sa carrière ; il accepta l'invitation d'un italien à l'accompagner à la République de Venise pour y établir une société scientifique qui pourrait rivaliser avec celle de Londres. Trois années plus tard (1684), il rentra à Londres et fut nommé en avril Conservateur Temporaire des Expériences, poste moins assuré que son poste antérieur. Les intérêts de BOYLE avaient changé, et HOOKE travaillait désormais avec SAVERY. La Société sembla moins réceptive aux étrangers et PAPIN, peut-être découragé, était moins productif.

Charles LANDGRAVE de HESSE renouvela son invitation à PAPIN à devenir professeur de mathématiques à l'université protestante de Marburg, un poste qu'il a tenu brièvement avant d'aller à Londres pour la première fois, et où il inventa un robinet à quatre voies, un appareil très utile pour la direction des fluides (vapeur comprise).

Denis PAPIN quitta Londres à la fin de 1678 et les huit années suivantes furent parmi ses plus productives, pour les expériences, les inventions et les publications. Parmi les dix-sept remarquées par GERLAND, la plus importante pour cette étude est la description de la maquette d'une voiture à vapeur, décrite dans une lettre adressée à LEIBNITZ en 1698. Rhys JENKINS, ingénieur et chroniqueur pionnier du

mouvement de la voiture à vapeur en Angleterre récapitula l'événement : *" PAPIN, à Cassel, a construit une petite maquette d'une voiture à vapeur, la première avec piston et cylindre, décrite dans une lettre adressée à LEIBNITZ, datée du 25 juillet 1698 ".*

Le livre écrit par JENKINS : « Power Locomotion on the Highways » (1896), qui est arrivé 200 ans après l'événement, avait largement circulé parmi les pionniers de la renaissance de l'automobile. Il était non seulement fourni en données utiles au sujet des développements en vapeur, mais aussi comportait la bibliographie la plus extensive des écritures appropriées.

La lettre à LEIBNITZ citée ci-dessus ne manque pas d'ironie ; l'état épouvantable des routes d'Hessian a entravé le désir de PAPIN à poursuivre le développement d'une voiture à vapeur, fondé sur sa maquette réussie. La France avait alors quelques routes assez bonnes pour permettre des progrès supplémentaires pour les véhicules, mais PAPIN était exilé à cause de la position implacable de Louis XIV contre les protestants, ce qui a précipité deux guerres pendant cette époque de fécondité de PAPIN : la guerre de neuf ans (1689 – 1697) et la guerre de la succession espagnole (1701 – 1714).

La lettre ci-dessous était un élément important dans le chapitre par Charles DOLFUS, dans le livre monumental « Histoire de la Locomotion Terrestre », mais il a choisi de s'arrêter avant une section très importante :

La méthode par laquelle j'utilise le feu pour élever de l'eau est toujours basée sur le principe de la raréfaction de l'eau [c'est-à-dire en fabriquant de la vapeur]. J'y parviens maintenant d'une façon beaucoup plus simple que dans ma publication antérieure : outre la succion, j'utilise également la pression que l'eau exerce sur les autres corps en se dilatant par la chaleur, alors qu'auparavant je ne me servais que de la seule succion dont les effets sont bien plus limites.

Donc, je crois que cette invention, si on y donne suite comme il faut, produira des résultats considérables. Pendant que Monseigneur [Carl, électeur ou landgrave de Hesse-Kassel] ait l'air d'être assez content de mes résultats, je ne comprends pas pourquoi Son Altesse ne m'a pas donné l'honneur de dessiner les pompes pour élever l'eau de la Fulda à la tour du château et, néanmoins je peux dire, sans prétention, que ce n'est rien en comparaison de ce que je pourrais faire. Je peux avec cette invention faire beaucoup de choses en dehors de l'élévation de l'eau. J'ai construit une petite maquette d'un chariot propulsé par la vapeur. Il a produit dans mon poêle (*) l'effet que j'espérais mais je crois que les inégalités et les détours des grandes routes rendront très difficile le perfectionnement de ce véhicule sur terre.

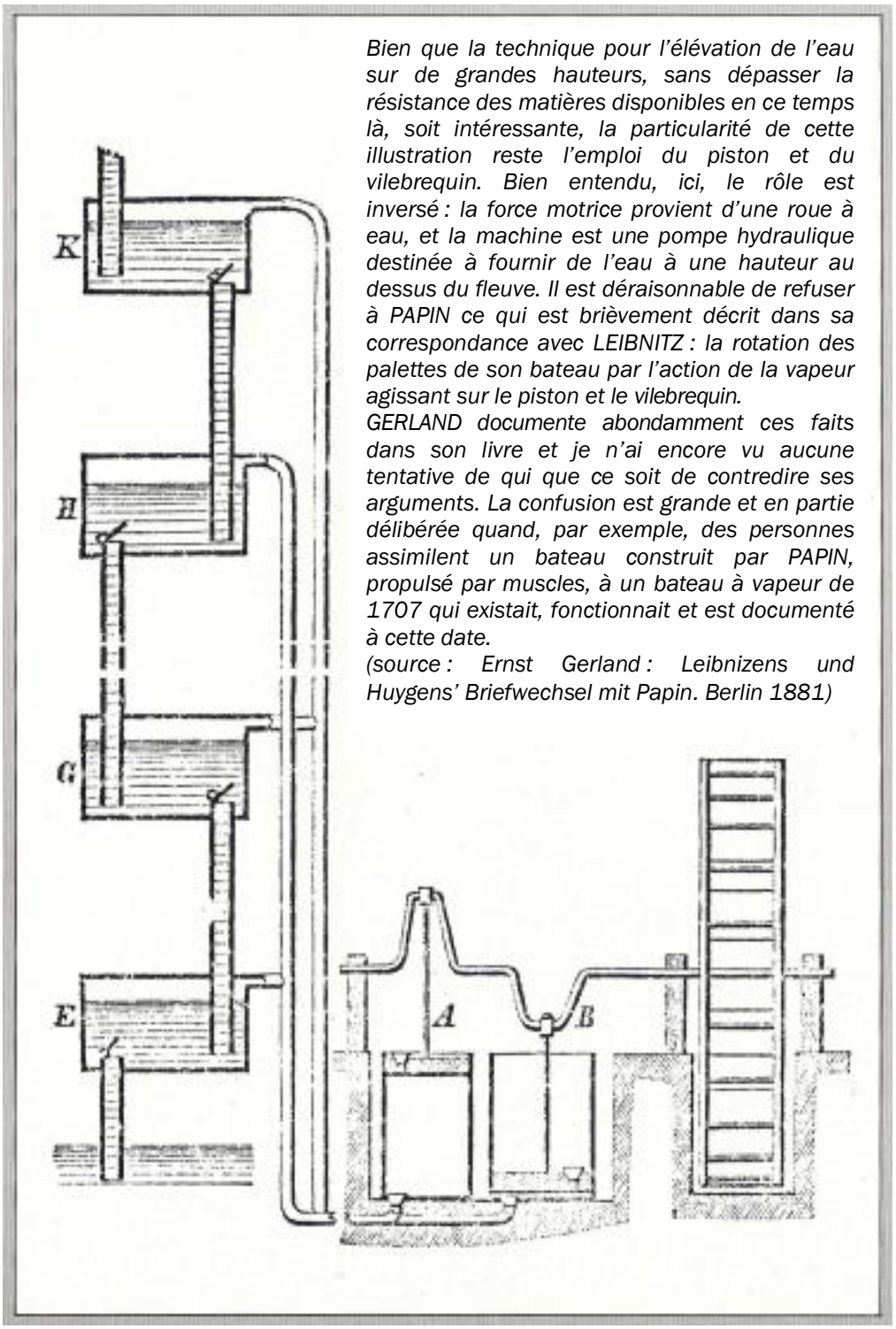
Dollfus s'est arrêté à ce point. Le reste de la lettre ouvre une nouvelle perspective pour l'expérience.

Mais, pour les récipients d'eau, je me flatte que le succès sera à moi, si j'obtiens plus d'aide (financière) que je n'ai eu. J'ai la raison d'espérer que son Altesse se résoudra à m'aider plus qu'il ne l'a fait antérieurement.

(*) L'expression " dans mon poêle " n'aurait pas troublé un lecteur du 18ème siècle. Denis PAPIN n'avait pas construit de foyer ; il avait placé directement la maquette sur le poêle de chauffage, dont la chaleur était utilisée pour transformer l'eau en vapeur. Ainsi il a fait fonctionner sa machine. La capacité de PAPIN dans ces affaires est attestée dans une lettre à la Royal Society en proposant un foyer amélioré.

Durant les années suivantes, l'Electeur a imposé à l'inventeur une variété de projets, y compris une commande humiliante : la construction d'une pompe suivant les principes de SAVERY, plutôt que suivant les dessins de PAPIN. Denis PAPIN avait en plus ses obligations d'enseignant à l'Université de Marburg. Des problèmes maritaux, des querelles avec les flagorneurs de la cour ont fait leurs effets, mais cependant, PAPIN a complété son bateau à vapeur. Suite à des désaccords caractériels, sa situation devint difficile, et il adressa une requête à son protecteur afin d'obtenir la permission de partir pour Londres, où il espérait y présenter son bateau à vapeur dans le grand port.

Le bateau ayant démontré au Landgrave et à toute la cour sa capacité à naviguer à contre-courant sous sa propre puissance, il fut accordé à PAPIN la permission de partir.



Bien que la technique pour l'élévation de l'eau sur de grandes hauteurs, sans dépasser la résistance des matières disponibles en ce temps là, soit intéressante, la particularité de cette illustration reste l'emploi du piston et du vilebrequin. Bien entendu, ici, le rôle est inversé : la force motrice provient d'une roue à eau, et la machine est une pompe hydraulique destinée à fournir de l'eau à une hauteur au dessus du fleuve. Il est déraisonnable de refuser à PAPIN ce qui est brièvement décrit dans sa correspondance avec LEIBNITZ : la rotation des palettes de son bateau par l'action de la vapeur agissant sur le piston et le vilebrequin.
GERLAND documente abondamment ces faits dans son livre et je n'ai encore vu aucune tentative de qui que ce soit de contredire ses arguments. La confusion est grande et en partie délibérée quand, par exemple, des personnes assimilent un bateau construit par PAPIN, propulsé par muscles, à un bateau à vapeur de 1707 qui existait, fonctionnait et est documenté à cette date.
(source : Ernst Gerland : Leibnizens und Huygens' Briefwechsel mit Papin. Berlin 1881)

Le vaisseau avait à peu près dix mètres de long. PAPIN et sa famille ont embarqué avec leurs biens et leurs effets. Ils ont navigué vers l'aval aussi loin que Münden, là où la confluence de la Fulda et de la Wetta devient la Weser. Malheureusement, la navigation sur celle-ci était réservée aux corporations de bateliers.

PAPIN avait sollicité, via son ami Leibnitz, un laissez-passer nécessaire. Il fut avancé par le maire que les syndicats des bateliers faisaient valoir leur inquiétude quant à cette invention (le bateau à vapeur de PAPIN) qui pouvait détruire leur gagne-pain. Donc, pendant que PAPIN passa à l'hôtel de ville pour essayer de gagner son sauf-conduit, les bateliers débarquèrent sa famille et leurs affaires, et ensuite détruisirent systématiquement le premier bateau à vapeur du monde.

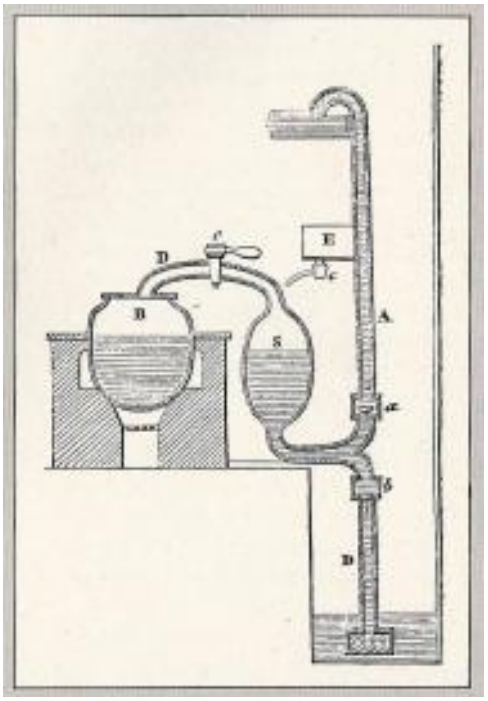
Pour conclure l'histoire de ce pionnier notable, il faut savoir que la destruction de son bateau à vapeur l'a bien évidemment laissé abattu. Il a réussi à se rendre à Londres où il reprit son poste à la Royal Society, la majorité des membres lui étant inconnue.

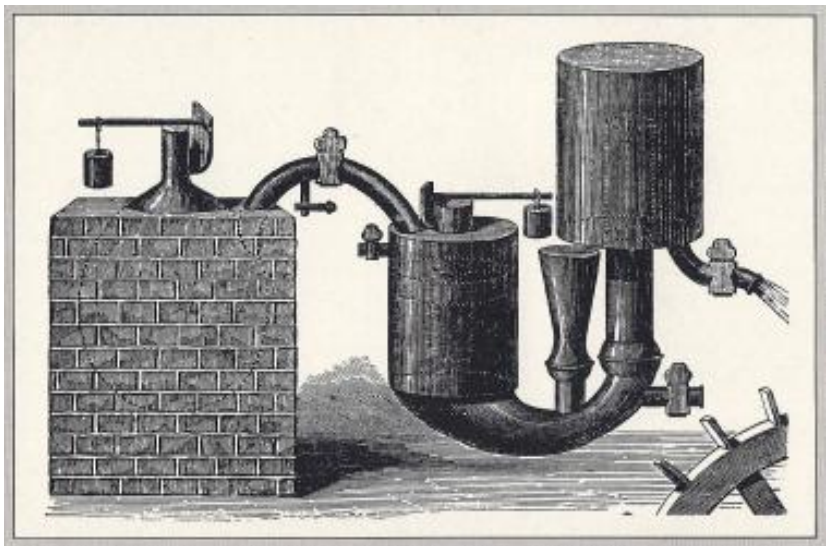
Sa famille est restée en Europe. PAPIN perdit son dynamisme, et il paraît que ses membres associés ne firent pas d'efforts pour utiliser sa percée historique. Il fut le premier à utiliser la force expansive de la vapeur pour donner mouvement à une machine. Bien entendu, la technologie de l'époque imposa de grandes limitations à ce qu'il pourrait achever, mais le fait incontestable est qu'il avait réussi à construire un bateau ayant la capacité de naviguer à contre-courant, sans dépendance des possibilités limitées de la pression atmosphérique, solution habituelle des machines à vapeur pendant encore un siècle.

Deux conceptions d'artiste :

- *à gauche, la confrontation entre PAPIN et les bateliers selon les exposés contemporains. (source : Figuier – Merveilles de la Science, 1867). Mais cette confrontation n'a jamais eu lieu ; PAPIN était à l'hôtel de ville, tentant d'y obtenir un sauf-conduit de navigation.*
- *Pendant ce temps, les syndicats des bateliers détruisent son bateau à vapeur (gravure de droite). Il est intéressant de noter qu'une machine à poudre ambulante est représentée sur le pont du bateau. Ce dérivé du type Newcomen aurait été familier à l'artiste qui n'avait probablement jamais vu la disposition des vilebrequins de PAPIN (source : Hachette – Histoire des machines à vapeur, 1830).*

Illustration de la pompe de SAVERY n'utilisant pas de piston (source : Figuier – Merveilles de la Science 1867).





Ci-dessous, la deuxième machine à vapeur de PAPIN. La pression de la vapeur de la chaudière, à gauche, envoie l'eau du récipient intermédiaire à l'autre de plus haute pression (à droite). L'eau tombe ensuite par gravité sur les palettes et ainsi donne la rotation.
La persistance de cette identification avec la machine de 1707 (pour le bateau) est un mystère, parce que c'est une contradiction directe avec la lettre de PAPIN n°106 du 20 mars 1704.
Le tableau de Hachette (daté de 1830) montre une machine avec piston. Figuier refuse de voir cette caractéristique et dépeint la machine comme l'appareil moteur du bateau (source : Figuier – Merveilles de la Science 1867).

Pour résumer, Denis PAPIN a construit une maquette de voiture à vapeur propulsée par piston et cylindre, et il a démontré au monde un bateau à vapeur qui fonctionnait, pouvant ainsi porter des passagers et du fret.

Il a influencé d'autres inventeurs avant et après CUGNOT.

James WATT a reconnu son débit à PAPIN dans ces mots rapportés par Ernouf : *" … en 1761 ou 1762 il* (Watt) *a fait des expériences avec in digesteur Papin transformé en type de moteur à vapeur par l'addition d'une seringue. "* Les deux éléments d'une seringue étant bien entendu le cylindre et le piston.

En lisant ces écritures il y a des pièges parce que le langage n'était pas encore stabilisé. Pendant longtemps, les moteurs à vapeur étaient appelés les " machines à feu ", et cela a introduit une confusion, car il y avait aussi des machines à feu (des autopompes) pour éteindre les incendies. Les réquisitions pour les cylindres pour les chariots de CUGNOT les appelaient " pompes ". Et nous avons vu ci-dessus que la vapeur était décrite comme la " raréfaction de l'eau ".

L'écrivain cherche depuis longtemps un lien entre les travaux de PAPIN et CUGNOT. Séparés par 60 à 70 ans, tous deux ont utilisé la vapeur à haute pression quand d'autres ne l'ont fait. En conséquence, il me semble que la connexion est inévitable.

Pendant la préparation d'une dissertation devant être livrée à l'Université Libre de Bruxelles, j'ai rencontré une savante à la Bibliothèque Royale : Madame Lemoine-Isabeau. La Bibliothèque Royale lui avait renvoyé les questions que j'avais posées à cette même bibliothèque, car elle avait aussi étudié Joseph Cugnot. Madame Lemoine-Isabeau m'a transmis des exemplaires des recherches faites par des tiers durant une longue période. L'ensemble était diffusé dans des publications régionales. La plupart de ces publications n'existent plus, mais elles avaient source dans la région d'origine de Joseph Cugnot, la Lorraine. Celles-ci n'avaient pas beaucoup attiré l'attention, parce que les français ont tendance à refuser de voir ce qui ne vient pas de Paris.

Un de ces articles avait présenté des faits manquants dans ce qui était connu de l'éducation première de CUGNOT, dont les biographes et encyclopédies écartent ces précisions avec des phrases comme " *peu connu* " ou " *en Allemagne* ".

Un autre article parlait du progrès de la vapeur en Lorraine pendant le 18ème siècle, sujet dont on n'a pas tenu compte. Les morceaux s'emboîtent si bien qu'ils sont offerts ici comme reconstruction raisonnable de l'époque et du témoignage d'un lien entre le grand pionnier Denis PAPIN, et l'inventeur du premier véhicule terrestre à porter des hommes et du fret avec sa propre propulsion, Joseph CUGNOT.

Chaque prétention est unique : PAPIN sur l'eau et CUGNOT sur terre, tous les deux par vapeur à haute pression.

Nicolas Joseph CUGNOT eut deux conseillers lorrains.

* Le premier était **Philippe Vayringe** qui fut envoyé en Angleterre par Léopold, Duc de Lorraine, pour acquérir des compétences technologiques utiles. Ce sage technicien a cherché des moyens pour améliorer l'industrie et le commerce. Sa mission de treize mois débuta en 1720, six ans après la mort de PAPIN, et cinq ans avant la naissance de CUGNOT. Un des mentors de Vayringe était l'homme de science Désagnilliers, et cette relation était d'importance car celui-ci avait amélioré un moteur de SAVERY par l'addition d'une soupape de sécurité du type PAPIN. On manque de détails sur la collaboration entre SAVERY et Désagnilliers, mais l'information fait la soudure Marburg – Londres – Nancy dans la technologie de la vapeur.

Les influences politiques sur l'histoire de la technologie sont inévitables. Stanislas, Roi de Pologne, chassé de son trône par les polonais, s'était établi dans la principauté de Zweibrücken en Lorraine, toujours avec le titre de Roi de Pologne, en habitant en Wissembourg, pratique pour être à la cour de Léopold.

Comme beau-père de Louis XIV, Stanislas avait une vie assurée et le temps de se prêter à son penchant pour la technologie.

En 1725, il ordonna à Philippe Vayringe, maintenant professeur de sciences à Nancy, de construire une machine ayant la capacité de propulser un bateau *" en amont "* (contre le courant). Stanislas dirigea lui-même les essais du bateau à vapeur sur la Vezouse et le Grand canal aussi loin que Lunéville, *" sans chevaux, perches ou rames."* La destinée éventuelle du bateau n'est pas connue. Une fin possible aurait été de continuer à naviguer sur le fleuve jusqu'à la résidence du roi à Weissembourg, et là, le démontage du moteur aurait eu lieu afin de l'utiliser à une tâche plus importante : celle d'assurer l'approvisionnement en eau du château. Cette solution fut offerte par plusieurs experts qui furent consultés quelques années après, à l'égard des emplois pour le moteur CUGNOT.

Plus tard, Stanislas repartit en quête de son trône, échoua encore une fois, et lors de son retour remplaça Léopold qui était persuadé d'accepter le Grand Duché de Tuscany. Philippe Vayringe accompagna Léopold à Florence. Il y avait dans l'entourage de Vayringe un jeune cadet âgé de douze ans, qui prenait vraisemblablement des cours scientifiques donnés par Vayringe. Il s'appelait… Nicolas Joseph CUGNOT.

Ce cadet servit dans les armées de Marie-Thérèse, Reine de Hongarie, Impératrice du Saint-Empire Roman, et il atteint le rang d'ingénieur à l'âge de 18 ans (1743). Les auteurs de l'étude sur la famille Cugnot, d'où la plupart de ces faits ont été puisés, mettent en doute cet âge en pensant qu'il est nécessaire d'ajouter dix ans de plus. Leur conclusion est discutable sur deux points : 1) il était assez normal au 18ème siècle pour les jeunes hommes de faire leur service militaire à 12 ans, ou plus jeune, et d'émerger avec un rang plus élevé que CUGNOT, et, à 28 ans, CUGNOT était à Bruxelles, ou pas très loin de Bruxelles. La guerre était finie et il paraît qu'il avait établi contact avec Marshal Maurice, Comte de Saxe, châtiment des armées autrichiennes.

Pour conclure, les changements politiques durant la jeunesse de CUGNOT expliquent le mystère de sa vie avant-automobile, parce que chacune des ces entités avait sa propre identité, et l'on doit sauter de l'une à l'autre pour établir une suite.

Dans son premier livre (au sujet des fortifications) CUGNOT a utilisé le titre « Ancien Ingénieur de sa Majesté Royale et Impériale ». Pour ceux qui sont perturbés par la multiplicité des titres, sachez que la France avait refusé de reconnaître Marie-Thérèse comme l'Impératrice du Saint Empire Roman ; pour la France elle était la Reine d'Hongarie.

Bien que nous ne connaissions pas l'endroit où se trouvait CUGNOT d'une année à l'autre, il est certain qu'il était présent en Lorraine de temps en temps, jusqu'à la défaite de son armée en 1750.

Il inventa une carabine. L'argent de la carabine était peut-être la source des fonds pour ses expériences avec une charrette à vapeur à Bruxelles en 1763, probablement un exemplaire modèle réduit.

Il existe des documents montrant que CUGNOT fut Lieutenant des Ingénieurs aux Pays-Bas dans la décennie de 1760.

** Le deuxième lorrain qui pouvait servir de mentor à CUGNOT était l'Abbé Gauthier, qui présenta une dissertation à l'Académie de Nancy en 1755 au sujet de la propulsion d'un bateau par des " rames à vapeur " en supplément des voiles. Les galères dont il parle avaient besoin de 400 rameurs (en deux équipes), les avantages étaient donc évidents. On peut supposer que CUGNOT était peut-être stimulé par ce projet, et était encouragé à poursuivre ses propres rêves à Bruxelles, mais il est vrai que la liaison est moins directe qu'avec Vayringue.

Les activités technologiques expérimentales en Lorraine, à Lunéville, Nancy, Pont-à-Mousson et en d'autres lieux, étaient connues et accessibles sans difficultés. Donc des communications furent plausibles, soit directement par CUGNOT, soit indirectement par des intermédiaires. Ainsi ont doit tenir compte des étudiants qui étaient à Marburg quand PAPIN résolut ses problèmes de vapeur. On ne peut retrouver trace de ces communications, mais il est difficile de concevoir que de jeunes étudiants de cette époque puissent rester indifférents aux exigences de la vapeur.

Pour poursuivre la saga de PAPIN à CUGNOT, nous ne devons pas omettre de citer Edouard SOMERSET, Marquis de Worcester, qui publia son « Siècle des Inventions » en 1663. Parmi les 100 inventions citées était un appareil pour le relèvement d'eau par la vapeur, décrite par l'Encyclopédie Britannica comme « *obscure, pas de dessins* ».

La parade des inventeurs qui ont lutté avec le problème, avant CUGNOT, se termine ici.

Pendant les quatre décennies suivant immédiatement l'abandon par le gouvernement français des efforts de CUGNOT, il y eut beaucoup d'activités dans le domaine de la recherche pour une automobile.

Il y eut l'exemple de William MURDOCK qui suivit le chemin de CUGNOT en 1786.

SYMINGTON construisit un bateau à vapeur qui a fonctionné, et il continua avec une voiture à vapeur fonctionnelle à Edinburgh en 1786.

Le Capitaine TREVITHICK a utilisé une voiture à vapeur en Cornouaille, et par la suite c'est son chemin de fer qu'il présenta à Londres en 1803. Sa voiture autopropulsée a voyagé sur les 500 kilomètres de routes publiques, de Camborne à Londres.

DALLERY a construit une voiture amphibie au début du 19ème siècle.

FOURNESS, en Angleterre, a construit une voiture à vapeur en 1788.

A Hartford, Connecticut, Apollos KINSLEY a paru dans les rues de sa ville dans sa voiture à vapeur.

EVANS a réalisé ses rêves frustrés durant vingt années, avec son « Oruktor Amphibolos ».

JOUFFROY a employé un bateau à vapeur près de Lyon en 1785.

Robert FULTON a vu les bateaux à vapeur de SYMINGTON et de JOUFFROY (et peut-être de DALLERY ?) pendant ses voyages en Europe, avant son retour et la construction de son « CLERMONT », bateau fameux sur l'Hudson.

La toile enchevêtrée continuait ; il paraît que SYMINGTON avait conscience du travail d'EVANS et du livre de celui-ci.

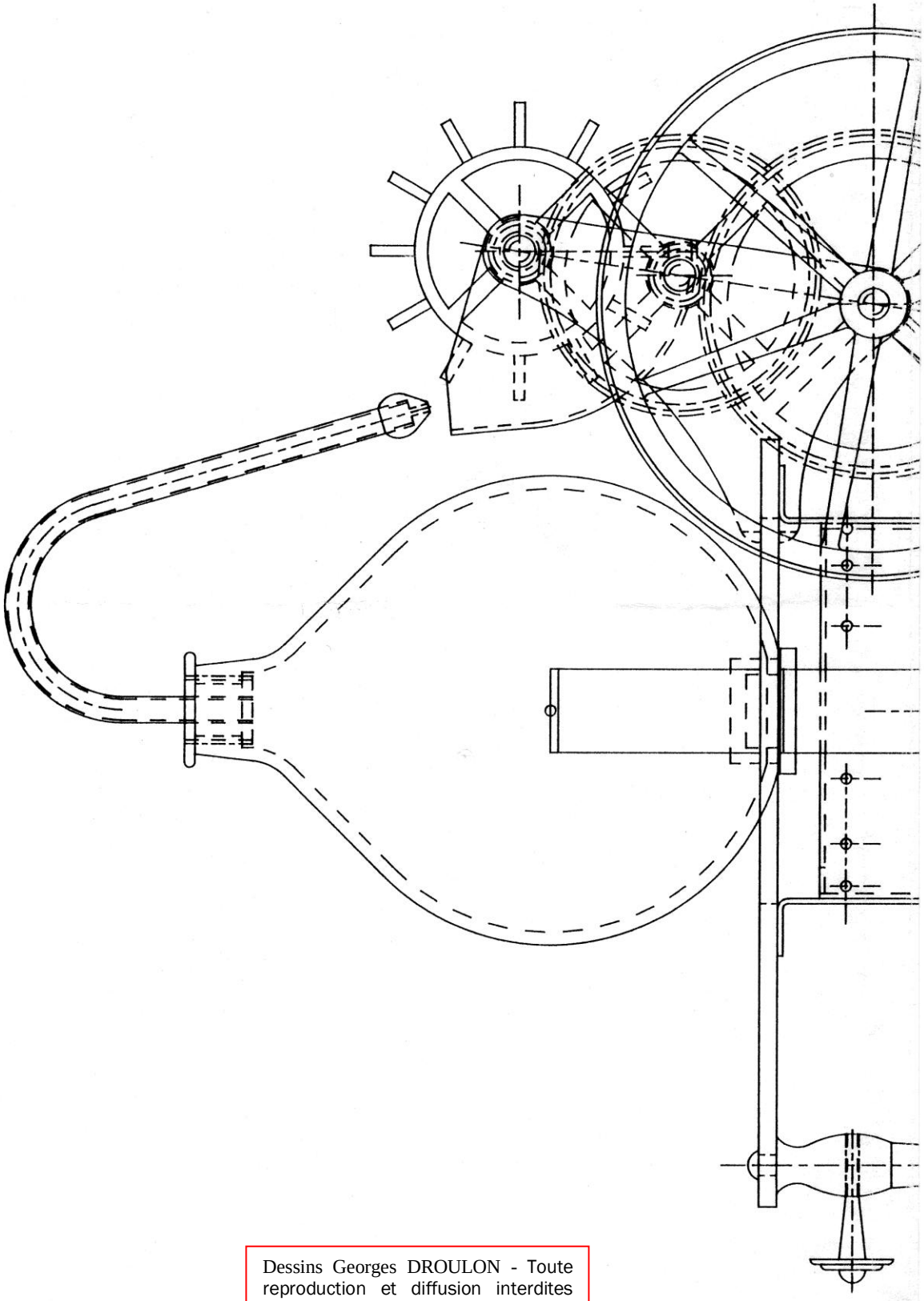
Le fil commun de tous ses essais était l'utilisation de la vapeur à haute pression, cadeau au monde de PAPIN et de CUGNOT, que l'éditeur du premier journal de l'automobile (1832) a nommé : « La locomotion élémentaire ». Pour eux, c'est une autre histoire.

❖

PAPIN finit sa vie dans la misère, résidant dans les bas quartiers de Londres. La date exacte de sa mort n'est pas connue.

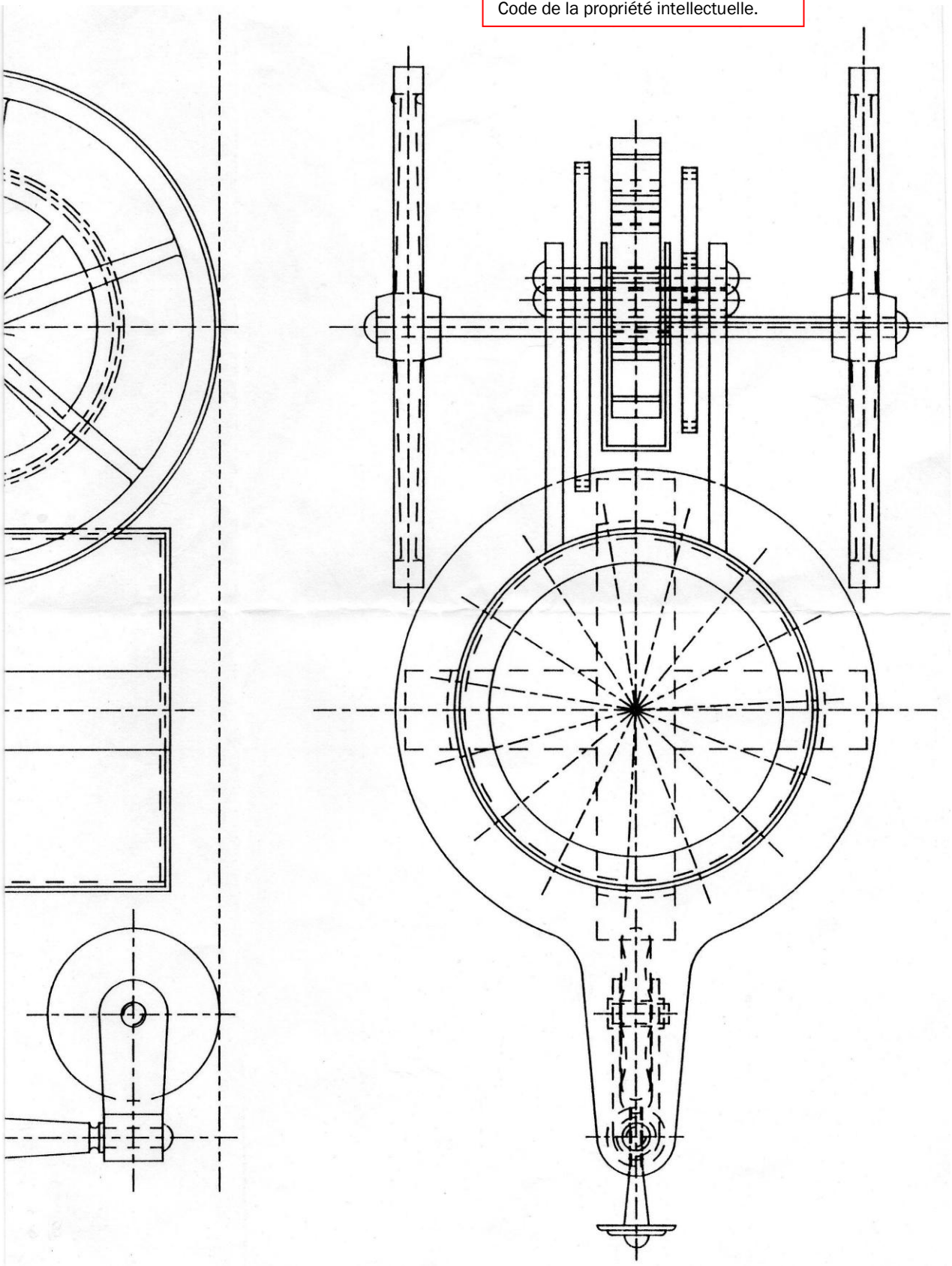
L'artiste évoque la tragédie de la vieillesse et de la misère de PAPIN, en citant sa complainte : « Je suis obligé de placer mes machines dans le coin de mon foyer malheureux. »
(sources : Figuiers, MERVEILLES de la science, 1867).

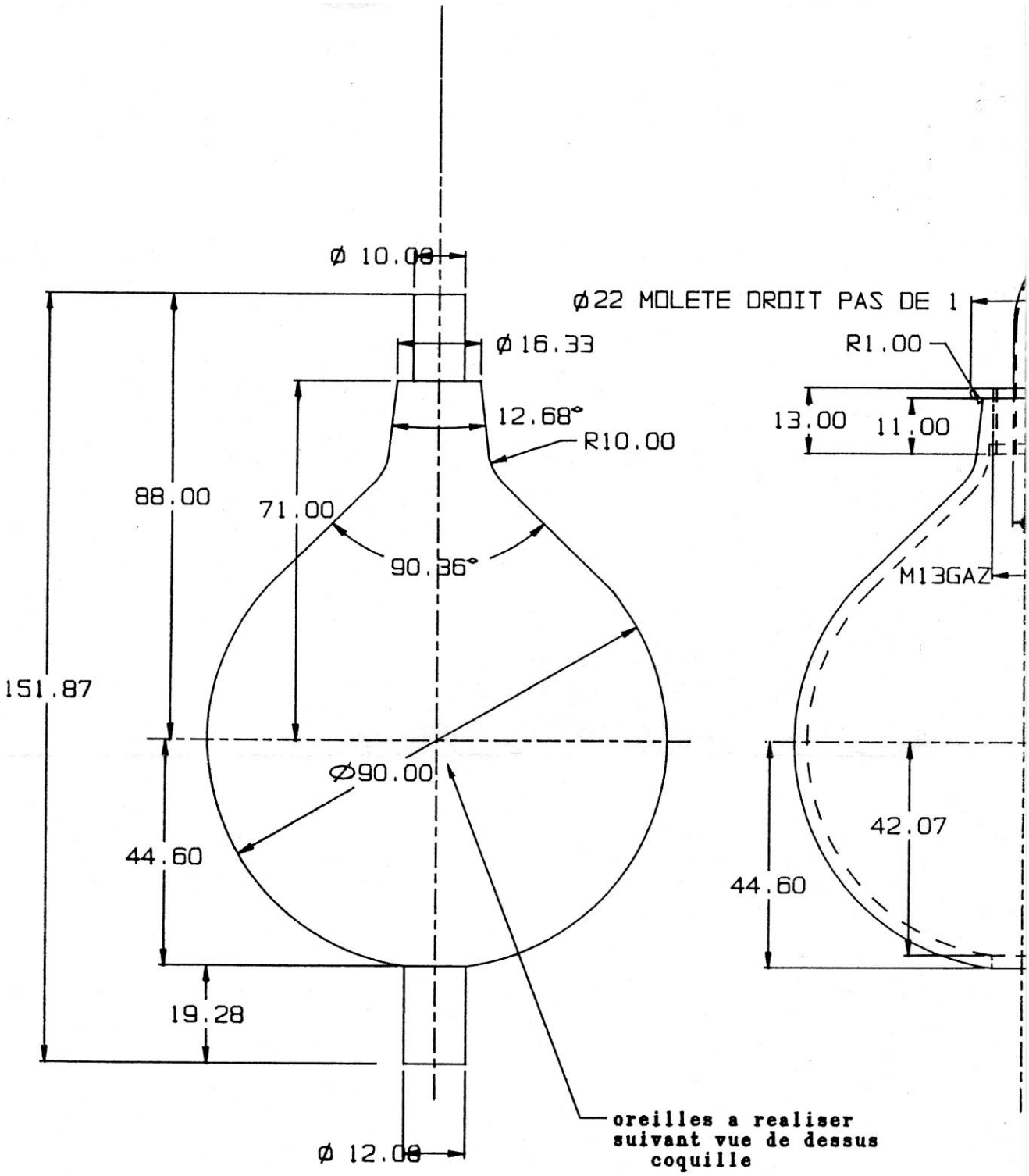
CHARIOT DU BELGE FERDINAND VERBIEST REALISE EN 1672



Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.





CHARIOT DU BELGE FERDIN

MODELES DE FONDERIE

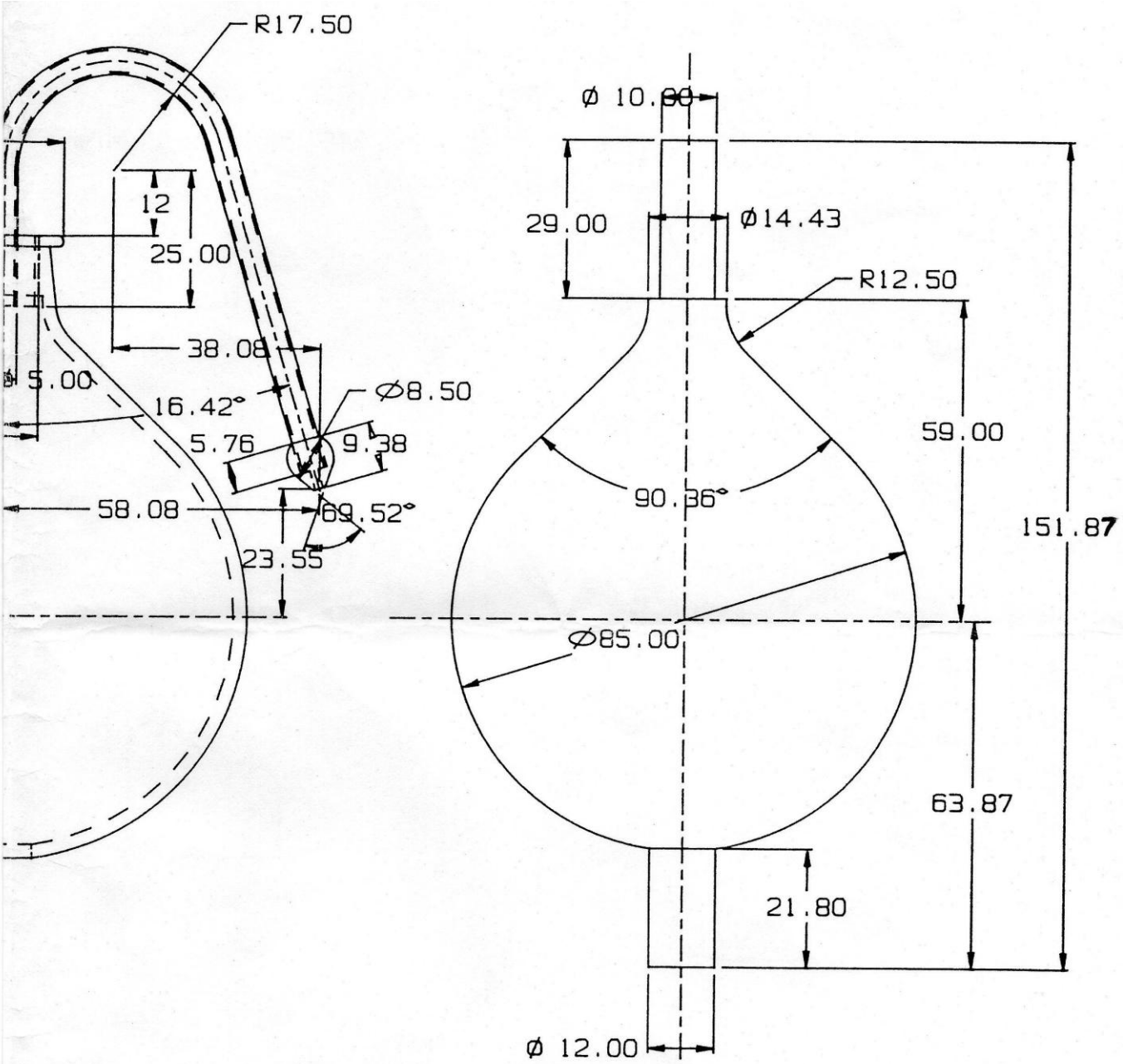
CHAUDIERE,BOUCHONS EN BRONZE,TUBE

G. DROULON Le 19 J

PLAN REALISE EN CAO / INFORMATIO

G:\USERS\GD\V4/EA C.251,252,25

Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



AND VERBIEST 1672

EN ALUMINIUM

: EN CUIVRE EMBOUT LAITON

ANVIER 1993

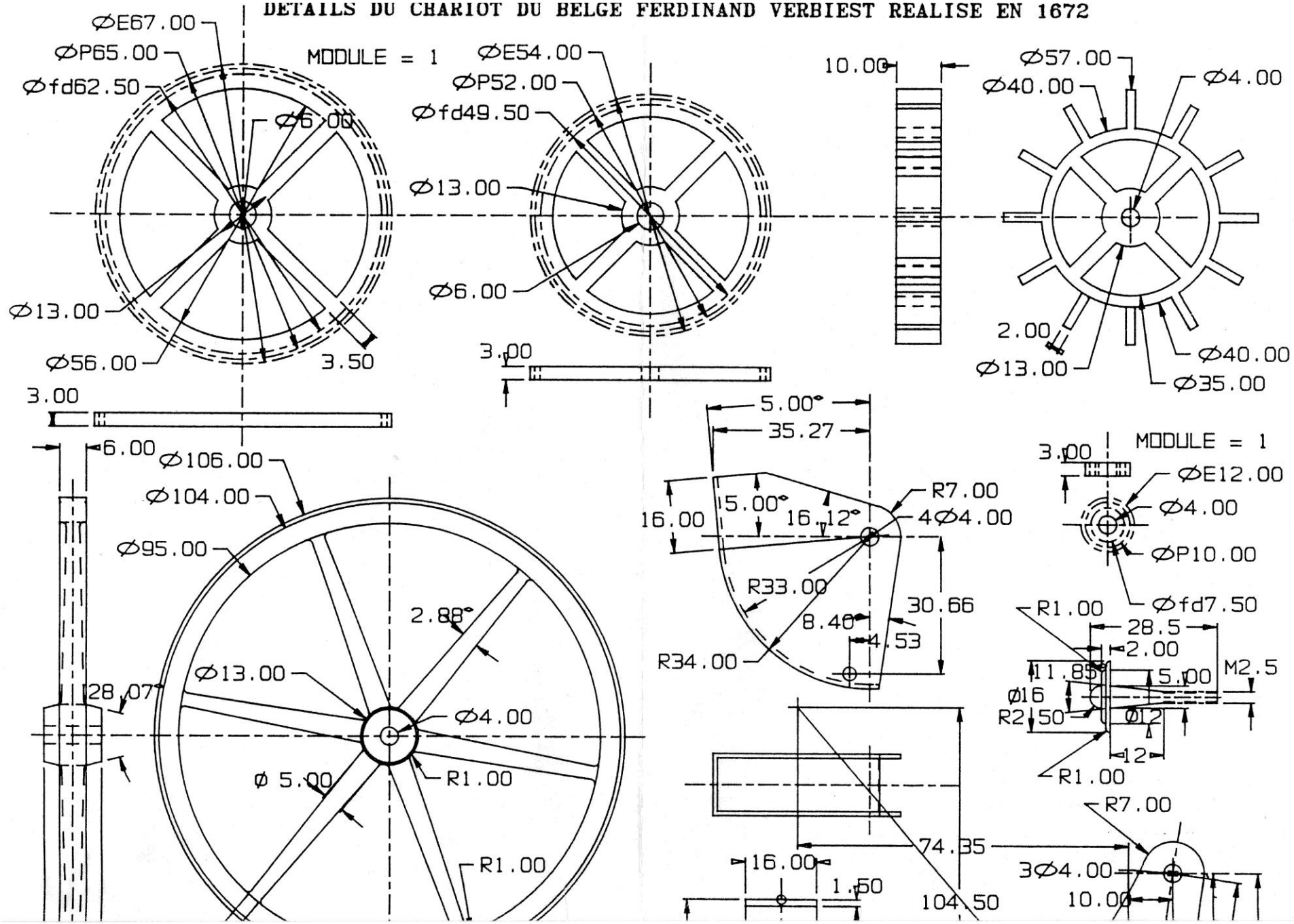
N SOUS FORME NUMERIQUE

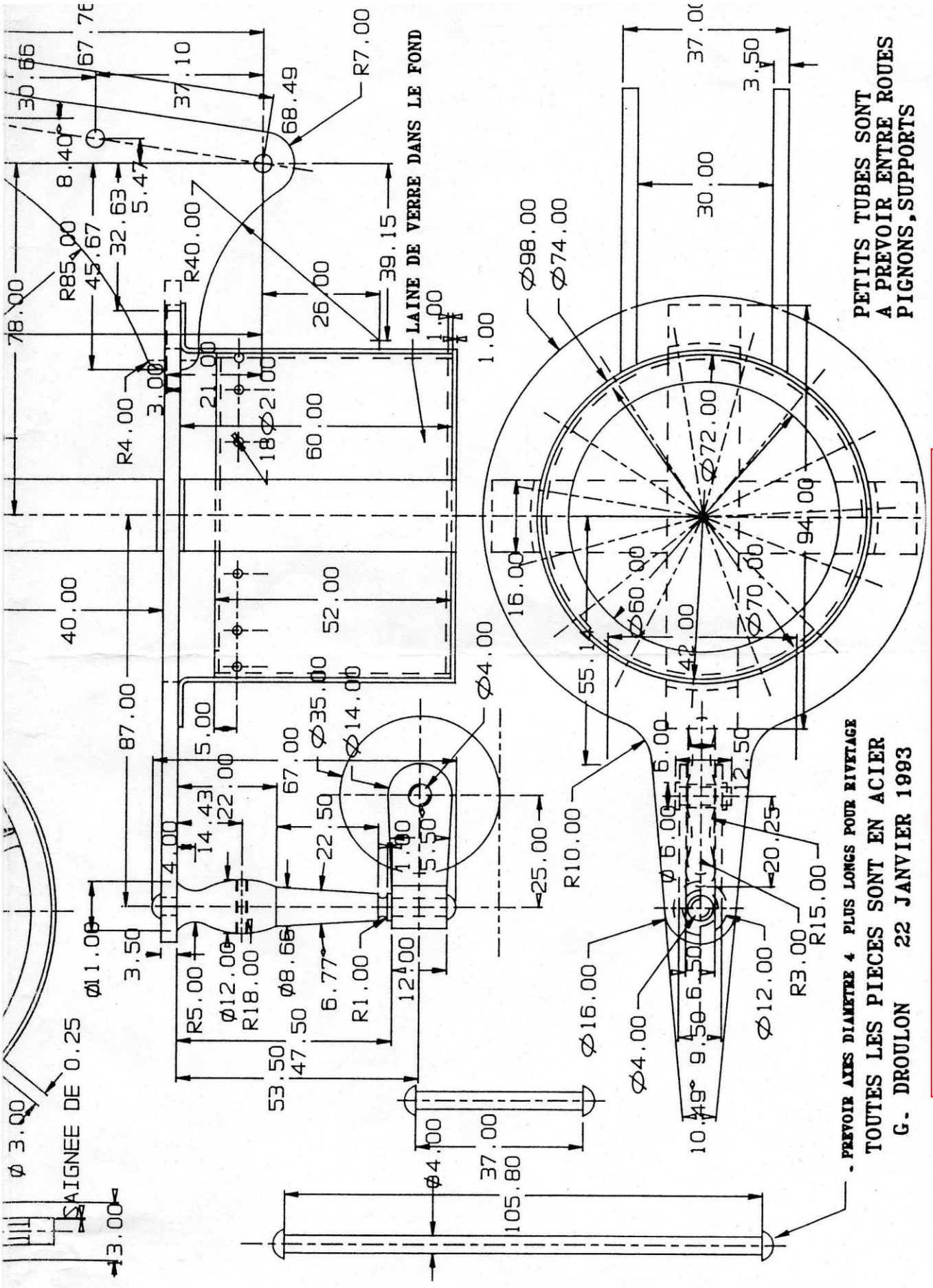
3,254 B:VERBIEST

Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

DETAILS DU CHARIOT DU BELGE FERDINAND VERBIEST REALISE EN 1672





Dessins Georges DROULON - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Notre Voyage au Pays-de-Galles

Voyage vaporotouristique proposé
par « La Boîte à Fumée ».

Cette année « La Boîte à Fumée » avait proposé un programme de choix pour son voyage vaporotouristique ; pas moins de quatre chemins de fer à vapeur à découvrir, un chaque jour.

Les participants se sont regroupés à Arras, et chacun a pu admirer l'architecture de son magnifique beffroi, de son Hôtel de Ville, et les façades style baroque-flamand des 155 maisons (XVIIIème siècle) qui entourent la grand place (Place des Héros). Pas moins de 345 colonnes de grès soutiennent ces façades.

Place des Héros, de nuit, à Arras.

Une heure de route après, nous nous retrouvions sur le site d'Eurotunnel pour emprunter les navettes transmanche. La majorité des participants n'avait jamais utilisé avec leurs automobiles ce lien vers l'Angleterre, et la curiosité était au rendez-vous. La traversée de très courte durée nous amena sur le site de Folkestone, qui a l'avantage de n'être situé qu'à quelques kilomètres du célèbre chemin de fer à vapeur à voie de **15 pouces** (381mm), le « Romney Hythe and Dimchurch Railway ». Les participants n'avaient jamais visité cette merveille qui est pourtant le plus rapidement accessible pour les amateurs français.

Il ne pleuvait pas, mais un vent froid côtier balayait la région. C'est donc avec plaisir que nous nous sommes blottis dans les petites voitures du train qui nous emmena au terminus, à Dungeness, pour nous restaurer d'un célèbre « Fish and chips » ! Bien évidemment, avant départ et à l'arrivée, notre machine de remorque fut détaillée, photographiée, assaillie, et son flegmatique mécanicien anglais répondit de bonne grâce à nos questions. Il nous avoua qu'il était ancien conducteur de trains des British Rail, et qu'il était là maintenant, de 08h00 à 17h00, pour son unique plaisir. Heureux homme, nous l'avons tous envié. Avoir entre les mains un si beau jouet qui galope, en service régulier, à travers cette modeste partie du Kent ; quelle chance !

British Rail, et maintenant RH&DR pour le plaisir.

Retour ensuite vers New-Romney, pour la visite du petit musée ferroviaire situé à l'étage de la gare, mais surtout pour assister aux nombreuses évolutions et mises en tête de différentes machines sur leurs trains respectifs.

Fish and chips pour tous !

Rapide Historique du Romney, Hythe and Dimchurch Railway

Le RH&DR est l'aboutissement des rêves de deux hommes richissimes. Pilotes de courses automobiles tous deux, millionnaires, le capitaine Jack Howey et le comte Louis Zborowski étaient passionnés de chemin de fer et de modélisme ferroviaire.

Le comte Louis Zborowski désirait construire une voie ferrée en écartement **15 pouces** (381mm) et y faire circuler des trains. Howey adhéra à ce projet.
Deux locomotives Pacific furent conçues par l'ingénieur Henry Greenly et construites à Colchester par « Davey, Paxman and Co ».

Hélas, le compte Zborowski se tua durant la course de Monza, lors du Grand Prix d'Italie. Howey restait donc seul avec ses deux locomotives commandées, avec la lourde tâche de trouver un endroit pour les faire fonctionner. Il sollicita l'aide de Greenly, qui lui proposa cette zone marécageuse de Hythe à New-Romney. L'ouverture de la ligne eut lieu le 16 juillet 1927.

Jack Howey envisagea rapidement l'extension de la ligne jusqu'à Dungeness. Elle fut réalisée en 1928.

Les années de guerre mirent un coup d'arrêt à l'exploitation de la ligne, réquisitionnée par le Ministère de la Guerre. Un train blindé miniature circulait afin de protéger cette zone côtière contre les avions ennemis cherchant à freiner la construction du pipe-line devant alimenter en carburant les forces alliées prévues de débarquer sur les plages de Normandie (opération PLUTO – Pipe Line Under The Ocean).

La paix revenue, la ligne ouvrit à nouveau ; d'abord en 1946 de Hythe à New-Romney, puis un an plus tard jusque Dungeness. Pour cette dernière occasion, ce furent Laurel et Hardy qui vinrent couper le ruban inaugural.

Jack Howey, propriétaire du RH&DR, décéda en septembre 1963.

Plusieurs propriétaires successifs ont tenté de faire vivre ce chemin de fer. Mais le matériel roulant était vieillissant, les locomotives étaient très coûteuses en entretien, et les infrastructures au sol demandaient beaucoup de travaux.

Un nouveau consortium vit le jour en 1973, sous la direction de Sir William Mac Alpine. Beaucoup d'investissements eurent lieu dans les années qui suivirent, et la « RH&DR Association » joue un rôle clé dans le soutien à ce chemin de fer, à la fois financièrement et pratiquement grâce à un personnel bénévole tout au long des années.

Le RH&DR, encore une merveille des chemins de fer miniatures au monde.

***

Nous avions pas mal de route à faire vers Birmingham, et il fallut bien repartir à Hythe, y marquer une nouvelle pose à la boutique souvenirs, mais surtout fouiller dans les très nombreux anciens ouvrages ferroviaires mis en vente sur place à des prix très modiques.

Après une première nuit d'hôtel à Birmingham (et un petit déjeuner typiquement "british"), c'est vers le nord/ouest que nous nous sommes dirigés. Notre ville de destination : Porthmadog, lieu de départ des célèbres chemins de fer touristiques « Ffestiniog Railway » et « Welsh Highland Railway ».

La route fut longue et pimentée par une panne de démarrage d'un des véhicules, après un ravitaillement en carburant. Pas de panique : nos connaissances vapeur ne nous ont pas aidés, mais nous avons tous un esprit technique pratique. La solution fut rapidement trouvée. Ouf !

Nous sommes arrivés à destination, sans courir, par les routes montagneuses difficiles de fin de voyage. Et qui nous attendait à Porthmadog, au bord de mer ? La pluie !

Après de longues années de travail pour rétablir ces deux chemins de fer à voie de **23,5 pouces** (596,6mm – allez, disons voie de 60 !), les deux lignes (Ffestiniog et WHR) voient maintenant leur origine à Porthmadog en une seule et même gare. Mais il n'en fut pas de même par le passé…

Le train vapeur de début d'après-midi était fin prêt pour notre ballade de **27 miles aller/retour** (plus de 43km), avec en tête une 020+020 « Fairlie double », au timbre pour grimper jusque la gare de Blaenau-Ffestiniog, située 700 pieds (213m) au dessus du niveau de la mer.

Haletante, la « Fairlie double » 020+020 à son terminus, en gare de Blaenau Ffestiniog.

Historique du Ffestiniog Railway

Dans les années 1700, quand Porthmadog et Blaenau Ffestiniog n'éxistaient pas, cette partie du Pays de Galles était une zone montagneuse isolée.

A cette époque, un certain WA Madocks avait acquis bon nombre de terres, juste en face de l'estuaire de la rivière Glaslyn. Madocks avait des projets, et c'est littéralement la création d'un port, appelé « Port Madoc » (aujourd'hui Porthmadog) qui vit le jour.

Dans les dernières années de ce siècle, tout en haut dans les montagnes, près de Blaenau Ffestiniog, des gisements d'ardoise sont exploités en petites quantités. La production est laborieusement transportée par animaux de bât et charrettes sur des routes déplorables. Ces ardoises sont ensuite chargées sur des bateaux fluviaux naviguant sur la rivière Dwyryd, et enfin sur des navires de mer. Ce système était très coûteux du point de vue financier mais aussi en temps. Les quantités d'ardoises cassées pendant ces transports étaient notablement conséquentes.

En 1832, la promotion d'un chemin de fer Ffestiniog était décidée par une loi du Parlement. L'écartement de **23,5 pouces** (596,6mm) fut choisi car correspondant à celui utilisé dans les carrières.
Les wagons devaient être assez petits afin d'être chargés facilement par les ouvriers des carrières, et manœuvrés à bras dans les carrières et au port.
Les wagons chargés descendaient par gravité, tandis que des chevaux étaient utilisés pour remonter les wagons vides et les wagons « dandy » transportant les ouvriers.

Comme le trafic d'ardoise augmentait, la traction animale et le système par gravité furent mis à rude épreuve. On pensa alors à la machine à vapeur !
Mais en 1840, on pensait impossible la circulation de locomotives à vapeur sur un écartement si étroit. En fait, de par les lois de l'époque, le transport de passagers sur des voies ferrées d'un écartement

inférieur à l'écartement à la norme britannique de 4 pieds 8,5 pouces (1435,10mm) était illégal. Ces facteurs ont retardé l'introduction de locomotives à vapeur sur cette ligne.

En 1856, Charles Easton SPOONER prit le contrôle de ce chemin de fer. Il était bien au fait de la question des locomotives à vapeur, et signa contrat pour quatre petites locomotives. Il fallut attendre encore juillet 1863 pour voir la livraison de « La Princesse » et de la « Mountaineer » ; elles entrèrent en service en octobre de la même année. Puis les deux autres machines, « Le Prince » et « Palmerston » arrivèrent en 1864.

Locomotive « La Princesse » en 1880 (document FR).

Dans la même année, la Chambre de Commerce donna la permission aux chemins de fer à voie étroite de faire circuler des trains de voyageurs en Grande Bretagne.

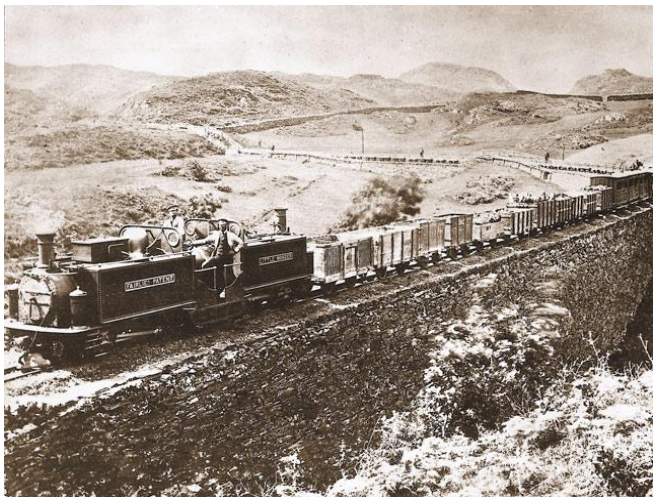
En 1867, le trafic ayant doublé, deux machines plus puissantes furent livrées : les « Pony Gallois » et « Little Giant ».

Les quantités d'ardoises transportées étant toujours en augmentation, une loi autorisant l'installation en double voie fut adoptée en 1869. Ce doublement de la ligne aurait été extrêmement coûteux, donc ce chemin de fer se tourna vers l'ingénieur **Robert FAIRLIE**.

Robert FAIRLIE (document FR).

Celui-ci avait conçu une locomotive qui pouvait tirer des trains plus longs et plus lourds. Le problème avait été la façon de construire une machine plus puissante, mais qui pourrait néanmoins s'inscrire dans des virages serrés et sur de fortes pentes. La solution fut une machine à double bogie moteur, ressemblant à deux locomotives dos-à-dos, mais en fait équipée d'une longue chaudière rigide avec deux foyers centraux.

En 1870, la locomotive Fairlie « Little Wonder » a prouvé, devant une assemblée d'ingénieurs ferroviaires, qu'elle avait plus du double de la puissance des locomotives antérieures de ce chemin de fer. Le Ffestiniog fut donc l'un des pionniers des chemins de fer à voie étroite à travers le monde.



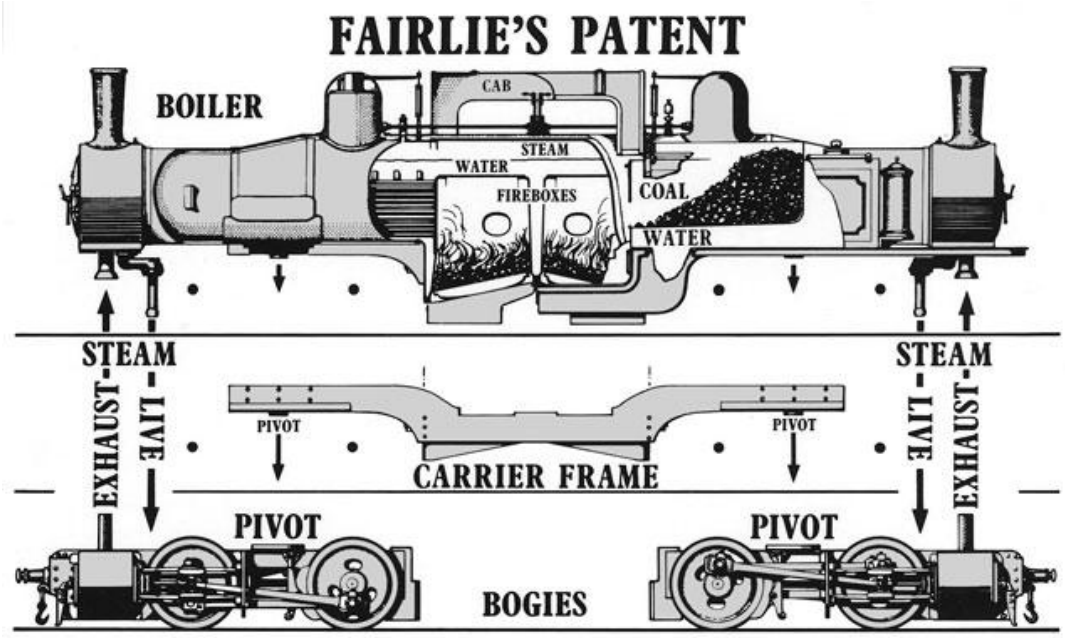
Première locomotive Fairlie 020+020 « Little Wonder ». (document FR)

Des moteurs améliorés furent ensuite introduits sur ces Fairlie en service. Boston Lodge (voir carte) devint aussi un atelier entièrement équipé pour la construction de nouvelles locomotives, dont certaines destinées à d'autres chemins de fer.

En 1873, le principe des bogies fut appliqué tant aux véhicules à voyageurs qu'aux wagons à marchandises. Les voitures 15 et 16 du Ffestiniog furent les premières au monde à être ainsi équipées de bogies. Elles sont toujours en service aujourd'hui !

En 1872, le transport d'ardoises commença à se faire depuis d'autres carrières, et par d'autres lignes à travers la Grande-Bretagne. A Blaenau Ffestiniog, les ardoises partaient maintenant par les voies à écartement standard du LNWR et GWR.

Beaucoup plus tard, alors que le chemin de fer à voie normale avait capturé une bonne partie du trafic d'ardoises, le développement de l'automobile, la popularité de nouveaux matériaux de couverture, et une série de grèves désastreuses précipitèrent le déclin de cette industrie ardoisière.



Principe du système Fairlie double avec longue chaudière à deux foyers (document FR).

En 1920, le chemin de fer Ffestiniog dépendait autant des estivants que de son trafic d'ardoise traditionnel. Le déclenchement de la seconde guerre mondiale a interdit la saison d'exploitation lors des vacances d'été en 1939. En septembre 1939 le trafic voyageurs cesse.

En 1945, après la guerre, les espoirs d'un renouveau dans le trafic d'ardoises ne se sont pas confirmés. Le chemin de fer Ffestiniog n'avait pas les finances nécessaires pour remettre en état la voie et le matériel. De plus, les carrières se sont tournées vers le transport routier plus polyvalent.

Le 1er août 1946, la ligne ferme. Aucunes dispositions n'avaient été prises dans la loi originale du Parlement en ce qui concernait un abandon de l'activité ! Tout fut donc laissé là où il se tenait, exposé à la météo, aux vandales et chasseurs de souvenirs…

En 1951, un petit groupe de personnes se réunit, sous l'impulsion de Leonard Heath-Humphrys, pour voir s'il est possible de tenter quelque chose afin de rétablir ce chemin de fer.

La longue chaudière à deux foyers ne laisse que très peu de place à l'équipe de conduite. D'un côté du corps cylindrique le mécanicien, de l'autre le chauffeur effectuant certaines contorsions pour alimenter en charbon. La disposition des appareils de commande sous l'abri est loin d'être ergonomique, mais comment faire autrement ? Remarquez sur ces photos que la forme et les ouvertures de l'abri laissent le dos des personnels largement à la merci des intempéries.

En 1954, après avoir trouvé certains capitaux, et guidé par un conseil d'administration tout-à-fait bénévole, les " sauveteurs " enthousiastes, ainsi qu'un petit nombre d'employés s'attellent à la tâche de la reconstruction de la ligne.

Le 23 juillet 1955, après inspection du ministère des transports, un service timide débute de Porthmadog à Boston Lodge, d'abord avec engin diesel, puis avec la locomotive vapeur « Prince », rénovée pour la circonstance.

En 1956 les voyages s'allongent jusque Minffordd et une Fairlie double effectue des courses d'essai.

En 1957 les trains atteignent à nouveau Penrhyn, puis Tan-Y-Bwlch début 1958.

Pendant ce temps, en 1954, le projet d'une centrale hydroélectrique à construire près de Tanygrisiau vit le jour. Mais les réservoirs créés par un barrage devaient inonder une partie de la ligne. A cette époque, l'administration des chemins de fer et ses partisans étaient considérés, pour cette ligne, comme de simples amateurs de trains jouets. L'acquisition forcée de la partie de ligne au niveau du tunnel Moelwyn allait de l'avant en 1956.

Faisant valoir la valeur commerciale et touristique de leur chemin de fer, la société et ses partisans ont alors annoncé leur volonté de construire un nouveau tracé de déviation, plus en hauteur, évitant le réservoir du barrage, et ceci dans une large mesure avec du travail bénévole. Les terrains ont été donnés par le Groupe Forestier Economique, et les travaux de cette déviation débutèrent en janvier 1965. Ces travaux durèrent de longues années. C'est seulement en 1978 que le nouvel itinéraire partiel fut inauguré. (*On peut s'étonner du nombre d'années nécessaires, mais il fallait déboiser, travailler sur des terrains en pentes raides, tailler le roc de la montagne, construire des ponts, etc. Et tout cela fait par des bénévoles, et des finances plus serrées que jamais pour ces travaux*).

Des voitures de plus d'un siècle ! Une longévité exceptionnelle grâce à un entretien très suivi.

1982, après des aides financières au niveau national et international de la Communauté Economique Européenne, les travaux étaient achevés et l'ouverture de la ligne complètement reconstruite eut lieu le 25 mai.

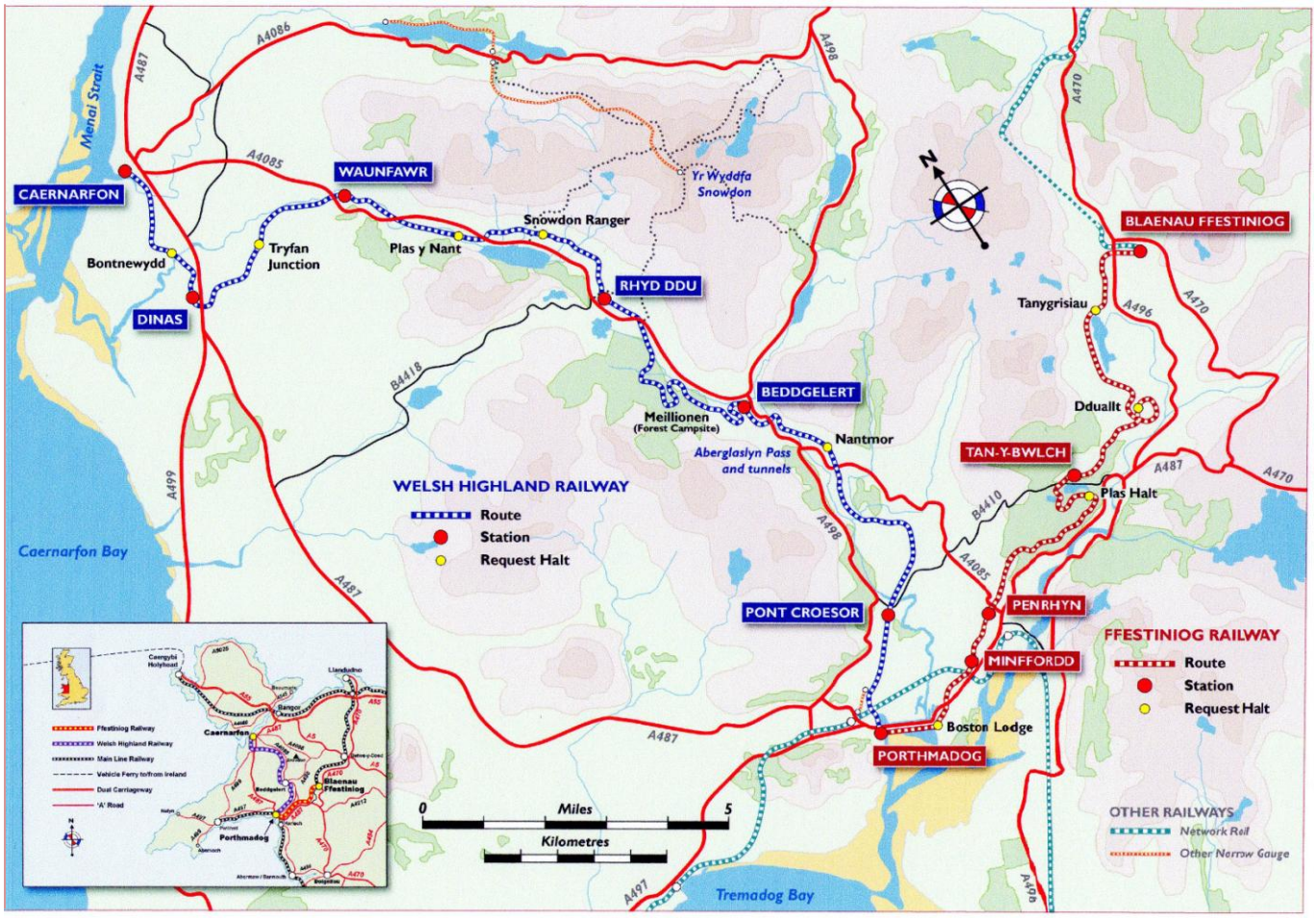
30 avril 1983 : inauguration officielle de la gare de Blaenau Ffestiniog, station conjointe aux emprises des chemins de fer British Rail.

Ensuite vinrent les travaux d'entretien du matériel roulant, d'amélioration des locomotives, d'installation de la signalisation et de modernisation des infrastructures au sol (automatisation des passages à niveau). Afin de provoquer un attrait plus important pour le public, une plus grande variété des livrées des locomotives et voitures fut appliquée et un effort de fleurissement des gares fut entrepris.

1990 : le Blaenau Ffestiniog Railway et le Weslh Highland Railway projettent un plan de connexion des deux lignes à Porthmadog pour créer un chemin de fer long de 40 miles (environ 65 km) de Caernarfon à Ffestiniog.

Ce chemin de fer est loin d'être achevé et il fait partie maintenant du meilleur patrimoine ferroviaire du Royaume-Uni si ce n'est du monde.

Le départ d'un « Ffestiniog » en gare de Porthmadog.



Notre ballade sur ce Ffestiniog fut merveilleuse malgré la faible pluie qui persistait. La montée à travers la forêt et la montagne nous offrit des paysages magnifiques (cascades, torrents, troupeaux de moutons, villages…).

Les voitures sont confortables, mais mieux vaut choisir un matériel avec de grandes baies vitrées pour mieux profiter du panorama. Les véhicules très anciens, au charme incontestable, ne sont souvent équipés que de petites fenêtres.

L'arrêt à la gare terminus de Blaenau Ffestiniog est de courte durée mais permet une correspondance avec les chemins de fer à voie normale. Au retour, juste avant de traverser le « Cob » de Porthmadog (remblai formant jonction routière et ferroviaire entre les deux rives de l'estuaire de la Glaslyn), il faut regarder à gauche dans le sens de la marche pour découvrir les ateliers de Boston Lodge. Sont-ils visitables ? La traversée du « Cob » permet de découvrir la baie de Trémadog. Le port de Porthmadog jouxte la gare et incite à une visite pédestre agréable.

Notre deuxième journée se termina sous un ciel qui s'éclaircissait, et après notre installation dans une maison d'hôte fort agréable, une bonne soirée dans un restaurant renommé de Tremadog nous enchanta. Une parenthèse au sujet de la gastronomie anglaise ; on s'en plaint souvent, mais si vous allez dans un établissement de qualité, vous y découvrirez des menus de choix qui vous raviront. Nous étions dans une région où l'élevage des moutons sous la formule du pastoralisme compte des millions de têtes, et le jarret d'agneau cuit à l'étouffée pendant quatre heures, presque confit, est une merveille. Les anglais boivent peu de vin. Nous avons découvert là-bas les vins argentins, qui somme toute sont assez honorables.

Au restaurant « The Square », à Tremadog, à 3 km de Porthmadog. Une adresse que nous vous recommandons vivement. Cadre, cuisine, service, prix : rien à redire.

Notre troisième journée fut plus relax ! Pas de route à effectuer en automobile, donc réveil un peu plus tardif. Après un petit-déjeuner convivial en groupe dans une salle très agréable, nous étions prêts pour la grande journée du WHR : le Welsh Highland Railway.

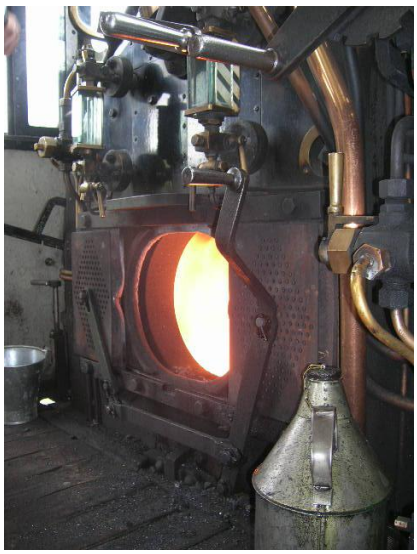
La gare de Porthmadog n'est qu'à 10 mn à pieds de notre maison d'hôte. Départ du train 11h00 ce dimanche, pour un parcours de 25 miles (plus de 40 km) jusque Caernarfon, en voie de 60 (enfin, plus précisément, 596,6mm !), en frôlant le mont Snowdon culminant à 1085m.

Le train était composé d'une dizaine de voitures, dont un restaurant et une voiture cuisine. Certains véhicules bénéficient d'un confort douillet et feutré avec fauteuils de velours, mais c'est la voiture ouverte à tous les vents que nous avons prise d'assaut ! Nous désirions bien entendu humer l'odeur de charbon, entendre la machine en plein travail, apprécier ses coups de sifflet, et passer d'un côté à l'autre de la voiture pour les prises photographiques. Une petite précision : nous sommes sur voie de 60, mais le gabarit des véhicules atteint 2m ! Et tout cela roule parfaitement bien, sans heurts, sans balancements, sans trépidations. Il faut dire que la voie est superbement posée, avec du rail lourd, des traverses massives mais bien proportionnées esthétiquement, et un ballastage parfait.

La 131+131 Beyer-Garrat NG/G16 n°87 : superbe ! Caisses à eau sur le premier truck moteur, soute à charbon sur le deuxième truck moteur.

Nous remontons le cours de la rivière Glaslyn vers les monts du Snowdonia.

Nous n'avons pas été déçus, car cette ligne et les paysages sont merveilleux. Nous traversons un parc national, ceci expliquant cela. Rivières, lacs, troupeaux, rhododendrons sauvages, maisons de pierre, forêts, tout n'est qu'enchantement. Deux arrêts principaux eurent lieu : l'un pour prise d'eau, au cours de la montée, l'autre pour complément de charbon, avant la descente sur Caernarfon.



Complément de charbon au tractopelle, et ensuite la descente sur Caernarfon.

L'arrivée au terminus de Caernarfon vaut le coup d'œil : gare à proximité immédiate du port, du célèbre château fort, et du centre ville. Notons que ce château n'a jamais été achevé. Sa construction a commencé sous Edouard 1er d'Angleterre, en 1283. Les travaux stoppèrent en 1323. Il fut utilisé en 1911 pour l'investiture du Prince de Galles (futur Edouard VIII), et à nouveau en 1969 pour l'investiture de Charles, Prince de Galles.
Hélas, l'horaire du train de retour ne nous laissait pas le temps de découvrir la ville. Seule, une légère collation fut prise avant de repartir pour 25 miles, soit 2h35 de voie de 60 à travers le Snowdonia National Park.

L'imposant château de Caernarfon vu depuis le fond de gare.

Et les machines ? me direz-vous ! Et bien ce sont des Beyer-Garratt, construites en Angleterre, mais qui roulèrent par le passé en Afrique du Sud. C'est la 131+131 NG/G16 n°87 qui nous promena toute la journée. C'est sans difficulté qu'elle nous hissa au point culminant de la ligne, à plus de 650 pieds au dessus du niveau de la mer (environ 200m). A cet endroit, avant de basculer vers Caernarfon, nous sommes sur les contreforts du mont Snowdon (1085m), où grimpe le célèbre « Snowdon Mountain Railway » *(ligne sommitale avec train vapeur à crémaillère : www.snowdonrailway.co.uk).*

Le cantonnement sur la ligne que nous parcourons aujourd'hui est réalisé sous le régime du « bâton pilote », bien que des signaux lumineux soient visibles dans chaque gare où un croisement est possible. Il faut noter la très grande disponibilité du personnel de conduite, toujours prêt à nous renseigner ou à nous accepter en cabine pour les photos souvenirs.

A Caernarfon, la Garrat évolue déjà pour mise en tête sur le train de retour.

Le mécanicien nous présente un bâton pilote et nous explique le fonctionnement de ce type de cantonnement.

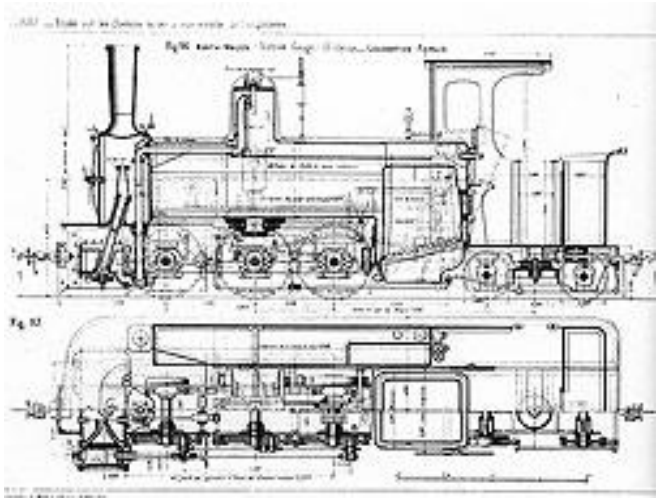
Le retour s'effectua avec toujours autant d'émerveillement, et, forcément, en tant que supers

passionnés, nous restâmes fidèles au poste dans notre voiture très aérée. De retour à Porthmadog vers 17h00, la traditionnelle photo de groupe devant la machine s'imposait, avec notre équipe de conduite. Mais déjà les agents d'exploitation de la gare s'activaient et nous pressaient un peu… Pas trop de distraction, le service, c'est le service !
La journée s'acheva dans un pub sur les quais du port, autour d'un frugal repas et de quelques libations; la joie et les plaisanteries étaient assurément présentes.

Rapide Historique du Welsh Highland Railway

La genèse de ce chemin de fer est très complexe. La ligne du WHR est le résultat de la soudure de plusieurs petites lignes de chemin de fer hippomobiles, de lignes de tramways et de chemin de fer ardoisiers. La plus ancienne étant celle du tramway de Nantle ouverte en 1828. Il y eut aussi entre autres le tramway de Croesor construit en 1864. De très nombreuses vicissitudes sont venues émailler ces raccordements et liaisons de lignes, parfois à des écartements différents. Tout était à faire, tout était à normaliser.

D'après certains textes, la ligne complète de Porthmadog à Caernarfon fut ouverte intégralement en 1923. Différentes locomotives étaient alors en service durant toutes ces années.



Un des premiers types de machines utilisés sur le WHR.
(document WHR)

En 1941, une grande partie de l'équipement de la voie ferrée fut réquisitionné pour l'effort de guerre.

1961 : une société est formée avec un groupe de passionnés pour relancer le WHR, et des négociations sont ouvertes avec le liquidateur.

1980 : début d'un service public sur la ligne.

1993 : afin de concentrer les efforts des bénévoles pour la reconstruction du WHR, la « Gallois Highland Railway Society » est créée. Il a alors été envisagé de reconstruire ce chemin de fer de façon à le faire fonctionner à la vitesse la plus proche possible de 25 mph (miles par heure – environ 40 km/h) et d'être exploité avec des locomotives puissantes, capables de remorquer 12 voitures sur des rampes jusqu'à 25 pour 1000.

Arrivèrent donc les Beyer-Garratt d'Afrique du Sud. Actuellement trois Garratt NG/G16 sont présentes : la n°138, la n°143 et la 87. Une autre machine du même type est en cours de restauration, la NG/G16 n°109. Dès qu'elle sera terminée elle entrera en service sur le WHR. Toutes

ces machines sont à la chauffe au charbon, sauf la n°138 qui elle est chauffée au fuel.

Une machine différente est en cours de restauration ; c'est la NG15 n°134, du type 242+242. Elle offrira un contraste intéressant dans cette cavalerie de locomotives articulées.

Il est grand temps de remercier nos amis Marc et Jean-Paul, pour leur précieuse aide linguistique tout au long de ce voyage. On ne peut aisément s'aventurer en Grande-Bretagne en ne bredouillant que quelques mots d'anglais. Que ce soit dans les hôtels, dans les restaurants, dans les commerces, et en n'importe quelle situation, mieux vaut bien comprendre et se faire comprendre.

Quatrième journée : lundi 11 juin.

Grâce à Emile Moussu et aux démarches de son ami Derek Paine, le club 7 ¼ « Echills Wood railway » à Kingsbury nous attendait pour nous faire visiter leurs matériels et réseau. Le club a été ouvert spécialement pour nous ! Verrions-nous cela en France ? Après un bon café d'accueil et petits gâteaux secs, le manager, Jeff Stevens, aidé de quelques membres, nous fit visiter les hangars à matériel. Ce sont d'anciens conteneurs, alignés côte à côte et en vis-à-vis, avec un super pont transbordeur desservant le tout. La pluie qui commençait à tomber finement ne les empêcha pas de sortir certains matériels afin de nous les présenter.

A droite, Jeff STEVENS, manager de l'EWR en conversation avec Jean-Paul Nicolas.

Un train fut spécialement sorti pour nous promener à travers le parc. Un arrêt fut marqué à chaque gare d'importance du circuit afin de nous y donner les informations utiles. Nous avons pu remarquer le soin apporté à la construction des infrastructures au sol, des bâtiments, et des éléments de décor. L'EWR compte une centaine de membres, dont environ 25 très actifs pour l'entretien et le fonctionnement régulier. Le site est surveillé par caméras multidirectionnelles, reliées à un écran moniteur au « club house » et au poste de police local. La pluie redoublant d'ardeur limita, hélas, cette très intéressante visite. Merci à Jeff Stevens et à nos amis modélistes présents.

Jeff Stevens nous présente différentes locomotives réalisées par des membres du club. Ci-dessus, admirez le réalisme et le respect de l'agencement d'un poste de conduite sur cette machine (ci-dessous) construite par Jeff.

Notre rame pour la visite du circuit. Notez la locomotive à moteur thermique qui permet de bien rester à l'abri des intempéries ; une spécialité anglaise.

GP38 surdimensionné ? Non, mais on est assis dedans !

Circuit en écartement Zéro.

Nous prîmes congé après avoir remercié Jeff et l'EWR pour cet accueil chaleureux et leur grande disponibilité. Quelques cadeaux leurs furent offerts.

Ainsi se termina notre voyage 2012. Il restait à emprunter de nouveau les navettes Eurotunnel et de rêver à un prochain voyage. Rendez-vous en 2013 !

Pour vous faire une petite idée sur l'existence de certains **circuits de trains miniatures** (écartements 20 pouces, 19 pouces, 15, 12 ¼, 10 ¼, 7 ¼, 5 pouces) vous pouvez consulter le site www.bglr.org . Avez-vous remarqué la diversité des écartements ! C'est là une particularité chez nos amis anglais.

Sur le site www.miniature-railway.com/map.pdf vous aurez encore plus d'informations grâce à une carte complète des **clubs et circuits jusqu'au 15 pouces d'écartement** (circuits privés, publics et commerciaux).

Enfin, n'oubliez pas de visiter le site www.heritagerailways.com. Vous y trouverez tous les **chemins de fer touristiques anglais**. Cliquez sur « VISITS et DAYS OUT », ensuite sur la page WELCOME cliquez sur « PLAN YOUR VISIT ». Déroulez la liste des chemins de fer et localisez-les avec la carte située à droite de l'écran.

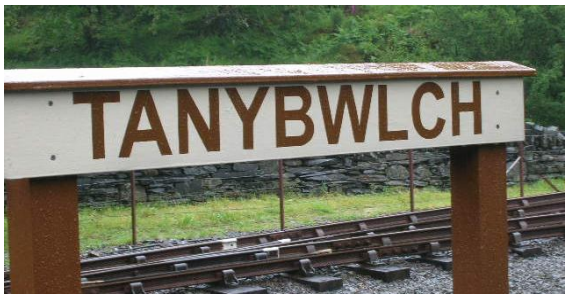
Merci à Jean-Paul Nicolas de nous avoir fourni ces adresses de sites Internet.

Visitez aussi le très bon site http://trainsblayais.canalblog.com .

Alain Bersillon

***

Si un jour vous allez au Pays-de-Galles, vous découvrirez la langue gaélique, avec ses mots à rallonge comportant plus de consonnes que de voyelles ! Amusez-vous à essayer de bien les prononcer ! Rigolade assurée ! (N'est-ce pas, Marc !). Ci-dessous, pancarte de gare sur le chemin de fer du Ffestiniog.



Mais il y a mieux ! Un petit village, à l'entrée de l'île d'Anglesey, en face de Caernarfon, porte le doux nom de :

LLANFAIRPWLLGWYNGYLLGOGERYCH-WYRNDROBWLLLLANTYSILIOGOGOGOCH

C'est le nom de commune le plus long d'Europe, et cela se traduit par : Sainte-Marie-sur-l'Etang-des-Noisetiers-Blancs-près-du-Tourbillon-Rapide-de-la-Grotte-Rouge-de-Saint-Tysilio. *Imprononçable, sauf pour les Gallois. Heureusement, ce nom s'abrège en* Llanfair PG.
(ref. « Guide du routard » 2011 Angleterre/Pays de Galles page 567, édition Hachette Tourisme)

MESURES ANGLAISES

Extrait du Manuel Pratique d'Atelier de la Construction Mécanique
V. Bawin et C. Delforge – Editeur : Technique et Vulgarisation – Onzième édition 1969

Abréviations usuelles	Noms	Valeurs relatives	Valeurs en mesures françaises
	Mesures de longueur		**Mètres**
In.	Inch ou pouce		0,02539
Ft.	Foot (Feet) ou pied	12 In.	0,030479
Yd.	Yard	3 Ft.	0,91439
Fth.	Fathom (brasse)	2 Yd.	1,82877
	Pole, rod ou perch	16,5 Ft.	5,02919
Ch.	Chain	4 perch.	20,11678
	Furlong	220 Yd.	201,1678
Mi.	Mile	1760 Yd.	1609,3264
	Lieue marine	3,454 Mi.	5558,5525
	Mesures de surface		**Mètres carrés**
	Square inch ou pouce carré		0,000645
	Square foot ou pied carré	144 pouces carrés	0,0929
	Square yard	9 pieds carrés	0,8361
	Square pole	30 yards carrés	25,2930
	Square rod	1210 yards carrés	1011,68
	Square acre	4848 yards carrés	4046,72
	Mesures de capacité		**Litres**
	Gill		0,1420
Pt.	Pint	4 Gill	0,5679
Qt.	Quart	2 Pt.	1,1359
Gal.	Gallon	4 Qt.	4,5435
Pck.	Peck	2 Gal.	9,0869
Bu.	Bushel	4 Pck.	36,3477
	Quarter	8 Bu.	290,7813
	Load	5 quarters	1453,9065
	Chaldrom	36 Bu.	10468,1268
	Mesures de volume		**Mètres cubes**
	Cubic inch ou pouce cube		0,000016
	Cubic foot ou pied cube	1728 pouces cubes	0,028315
	Cubic yard	27 pieds cubes	0,764505
	Tonneau de mer	40 pieds cubes	1,1326
	Mesures de poids Mesures dites « Avoir du poids Weight » (mesures usuelles)		**Grammes**
Dr.	Dram		1,772
Oz.	Ounce	16 Dr.	28,350
Lb.	Livre	16 Oz.	453,293
St.	Stone	14 Lh.	6350,297
Qr.	Quarter	2 St.	12700,594
Cwt.	Hundred weight	4 Qr.	50802,377
Ton.	Ton	20 Cwt.	1016047,541

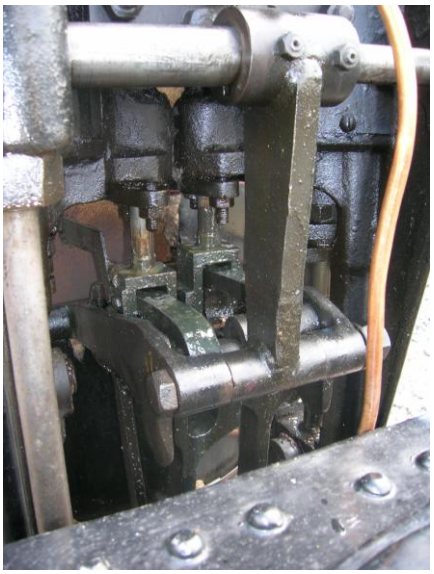
Pound : livre = 453,6 gr.

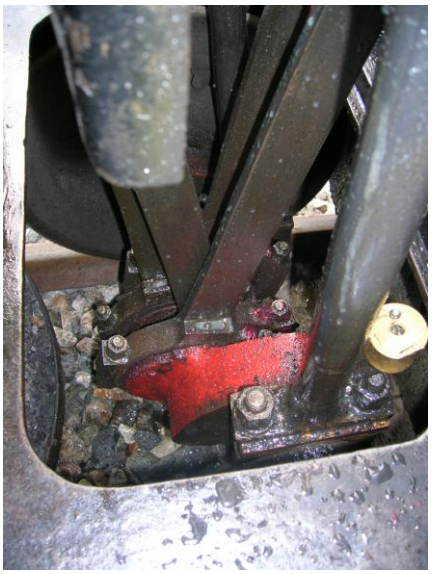
N.B. En plus de cette tonne de 1016 kg (2.240 pounds), il existe une tonne de 907 kg (2.000 pounds), dite *short ton*, peu utilisée en Angleterre, mais d'un usage courant aux Etats-Unis, où elle sert pour exprimer des poids de charbon ; pour les autres masses lourdes (locomotives par exemple) les poids sont généralement exprimés en livres et non en tonnes.

Plans de construction 020 « CHALONER »

pour la voie de 184 mm.

(suite des plans de Jacques Granet parus dans « La Boîte à Fumée » n°8, 9, 10 et 11)





Toutes photos loco réelle : Alain BERSILLON

Voici de quoi vous occuper avec un travail sérieux : la chaudière. Mais elle est relativement simple à réaliser. Il y a aussi le régulateur, les soupapes de sécurité et le niveau d'eau. Ensuite, dans la BF n°13 de décembre, vous aurez les derniers plans pour terminer cette sympathique machine. Jacques Granet est à votre service pour vous conseiller : tel. 02 33 39 25 20 ou jacquesgranet@club-internet.fr

Toute reproduction et diffusion des dessins de Jacques GRANET interdites, par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Plans **moteur** diffusés dans « La Boîte à Fumée » n°8 : n°01 Epure moteur – n°02 Ensemble moteur – n°03 Culasse inférieure – n°4 Détails cylindres –n°16 Plaque de base.

Plans **moteur** diffusés dans « La Boîte à Fumée n°9 » : n°05 Boîte à vapeur + couvercle – n°06 Tiroir – écrou – presse étoupe – n°07 Piston – tige – glissière – n°08 Vilebrequin – n°09 Excentrique – colonne – tige de tiroir – n°10 Bielles de tiroir et de piston.

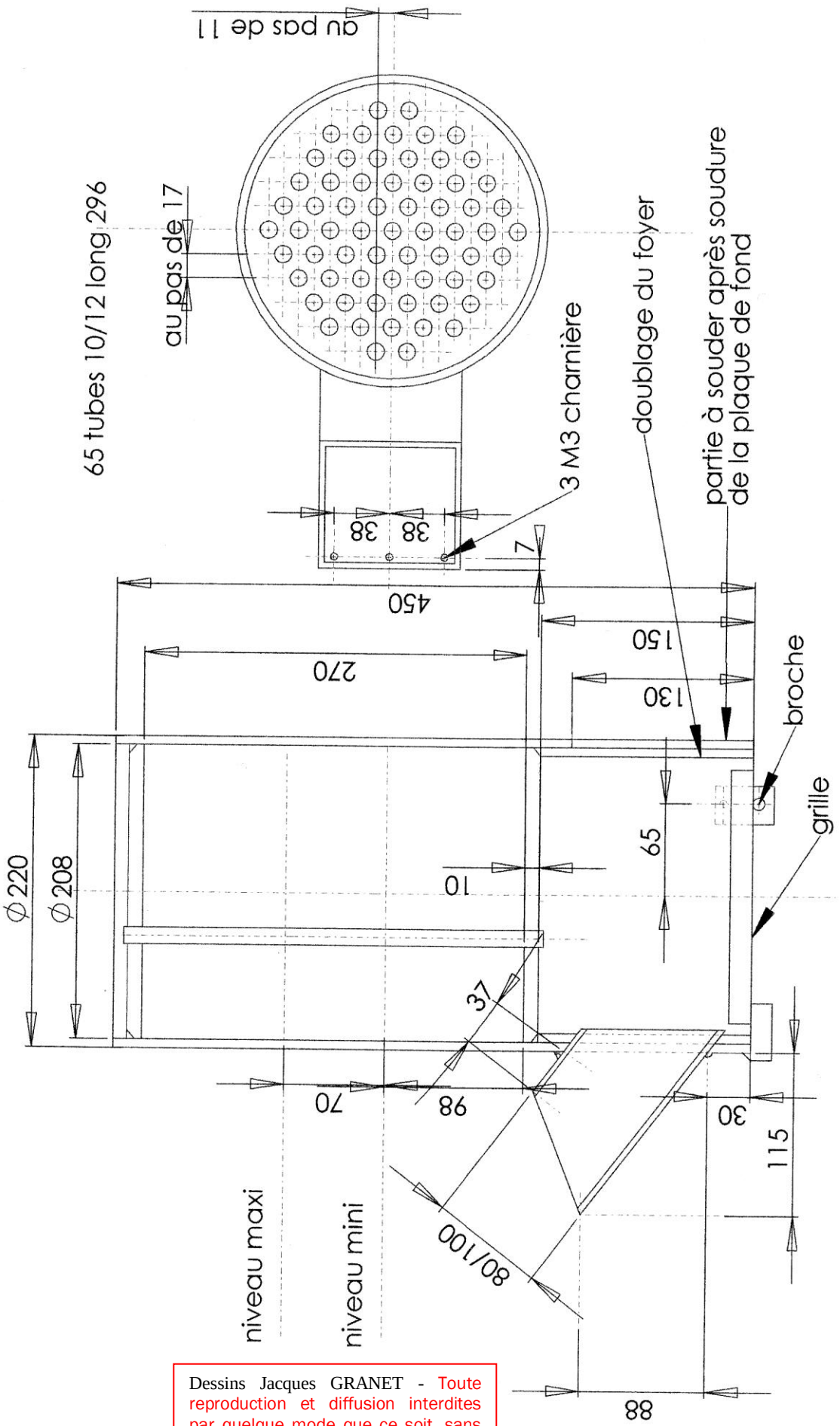
Plans **moteur** diffusés dans « La Boîte à Fumée » n°10 : n°11 Paliers, chapes, axes – n°12 Culasse supérieure – n°13 Tubulures échappement, admission – n°14 Coulisses et axes – n°15 Balancier et commande.

Tous les plans du moteur ont donc été publiés.

Plans **(autres que moteur)** diffusés dans « La Boîte à Fumée » n°10 : n°8 Supports essieux à souder sur le châssis – n°9 Support chaudière et moteur – n°11 Châssis avant – n°12 Cabine arrière – n°13 Châssis arrière – n°14 Détails réservoir d'eau.

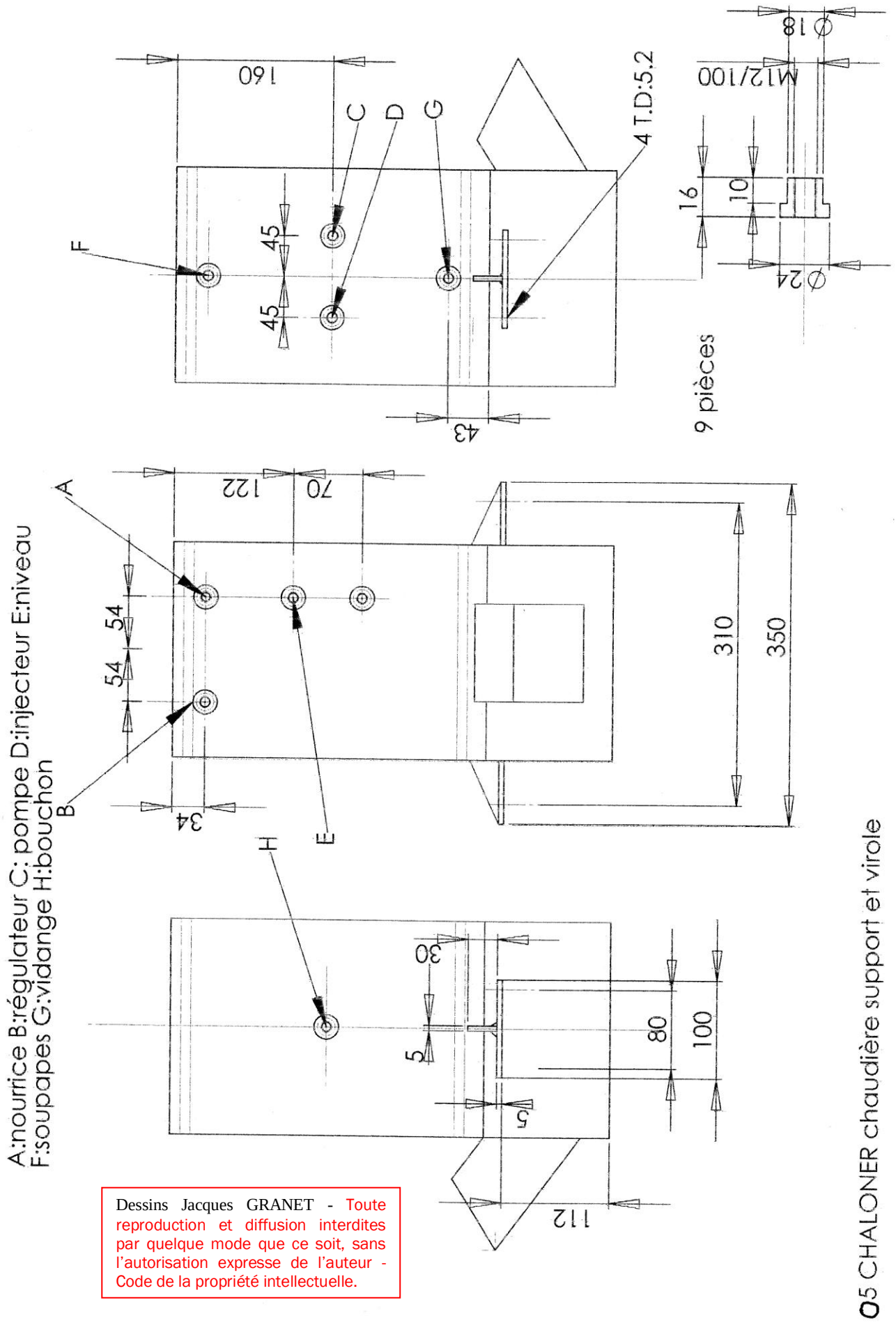
Plans **(autres que moteur)** diffusés dans « La Boîte à Fumée » n°11 : n°02 Coupe à la suspension – n°10 Détails tension – n°21 Ensemble frein – n°22 Détails frein – n°23 Frein levier arbre palier – n°27 Essieux, roues, entretoises – n°28 Paliers + manivelles – n°29 Commande de marche AV-AR – n°36 Schéma eau – vapeur.

« La Boîte à Fumée » répertorie et classe actuellement certains plans de locomotives en écartement 45 mm ainsi que des plans de machines fixes. Ces plans vous seront bientôt proposés gratuitement sous format A4 et distribués exclusivement via Internet. Soyez patients… !



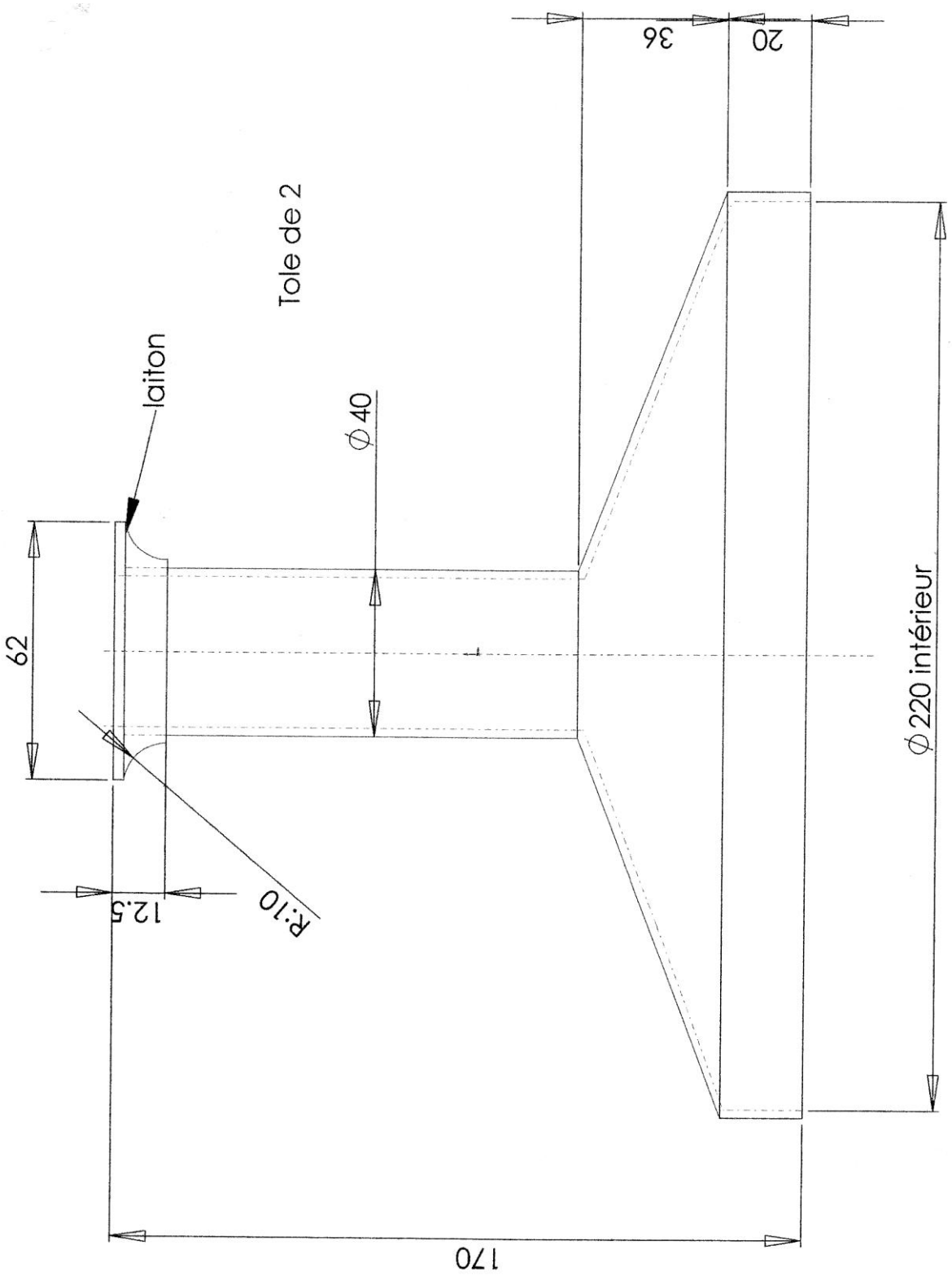
04 CHALONER chaudière ensemble

Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



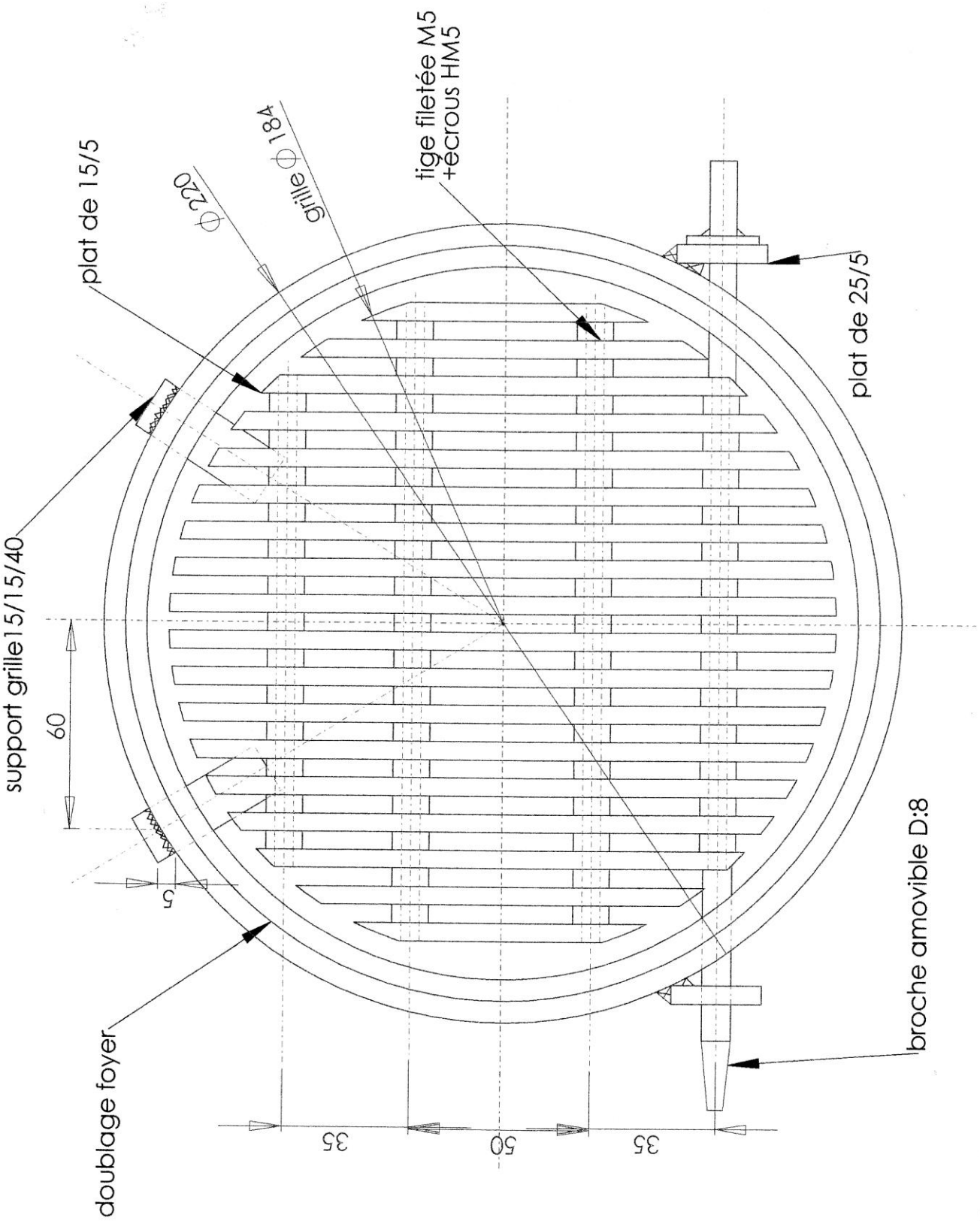
Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Ø5 CHALONER chaudière support et virole



06 CHALONER chaudière chapeau et cheminée

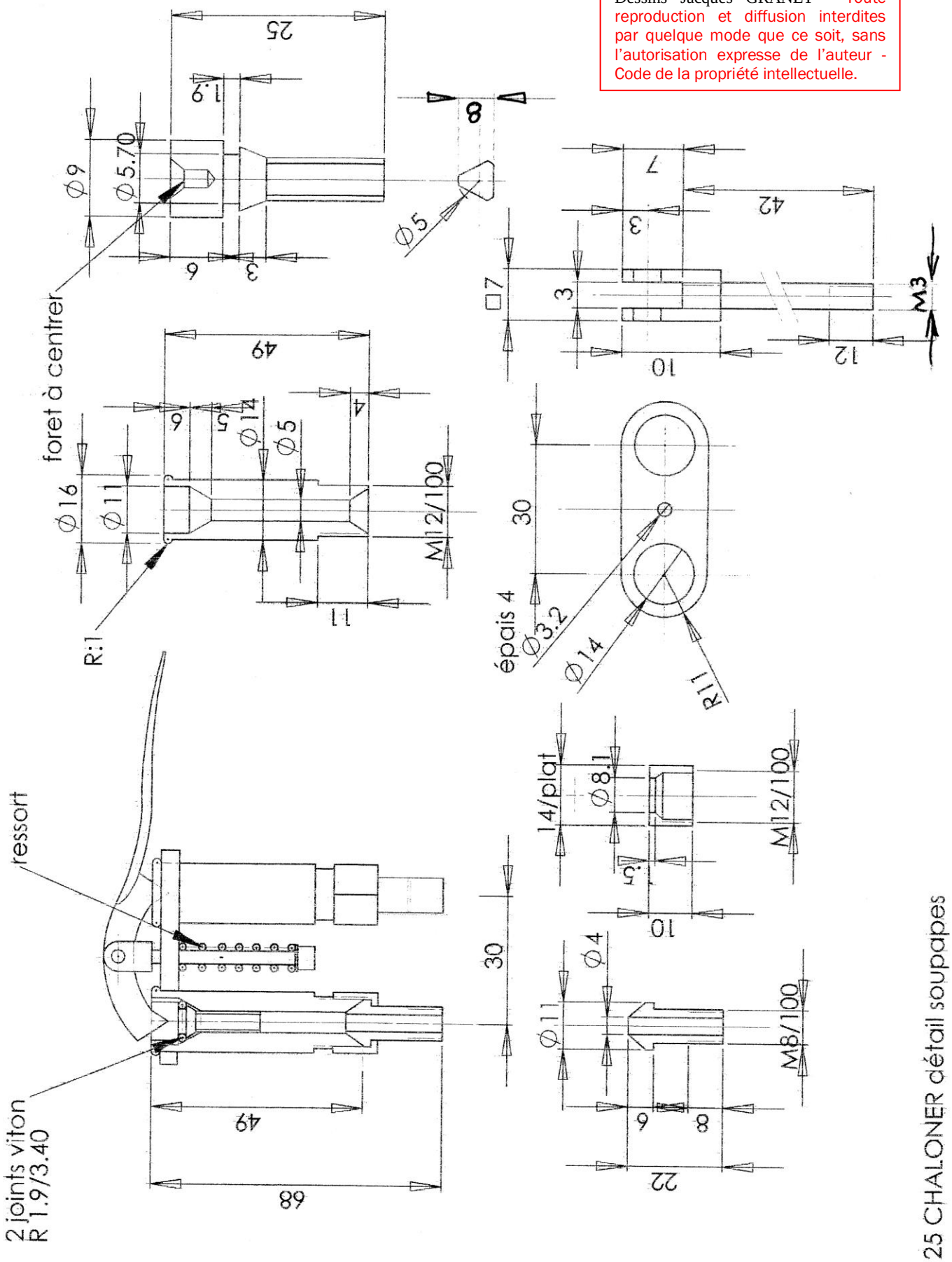
Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



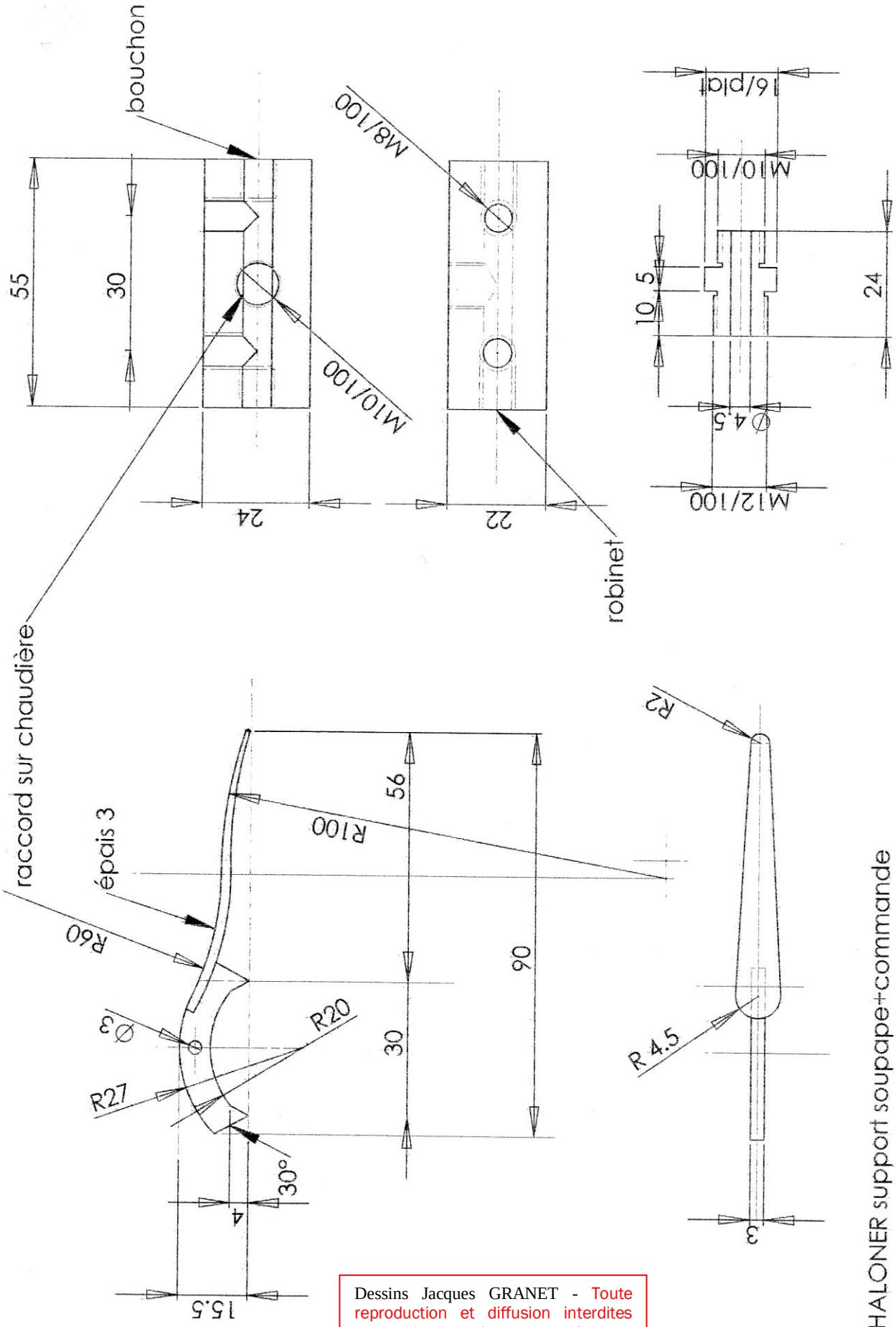
07 CHALONER chaudière grille

Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



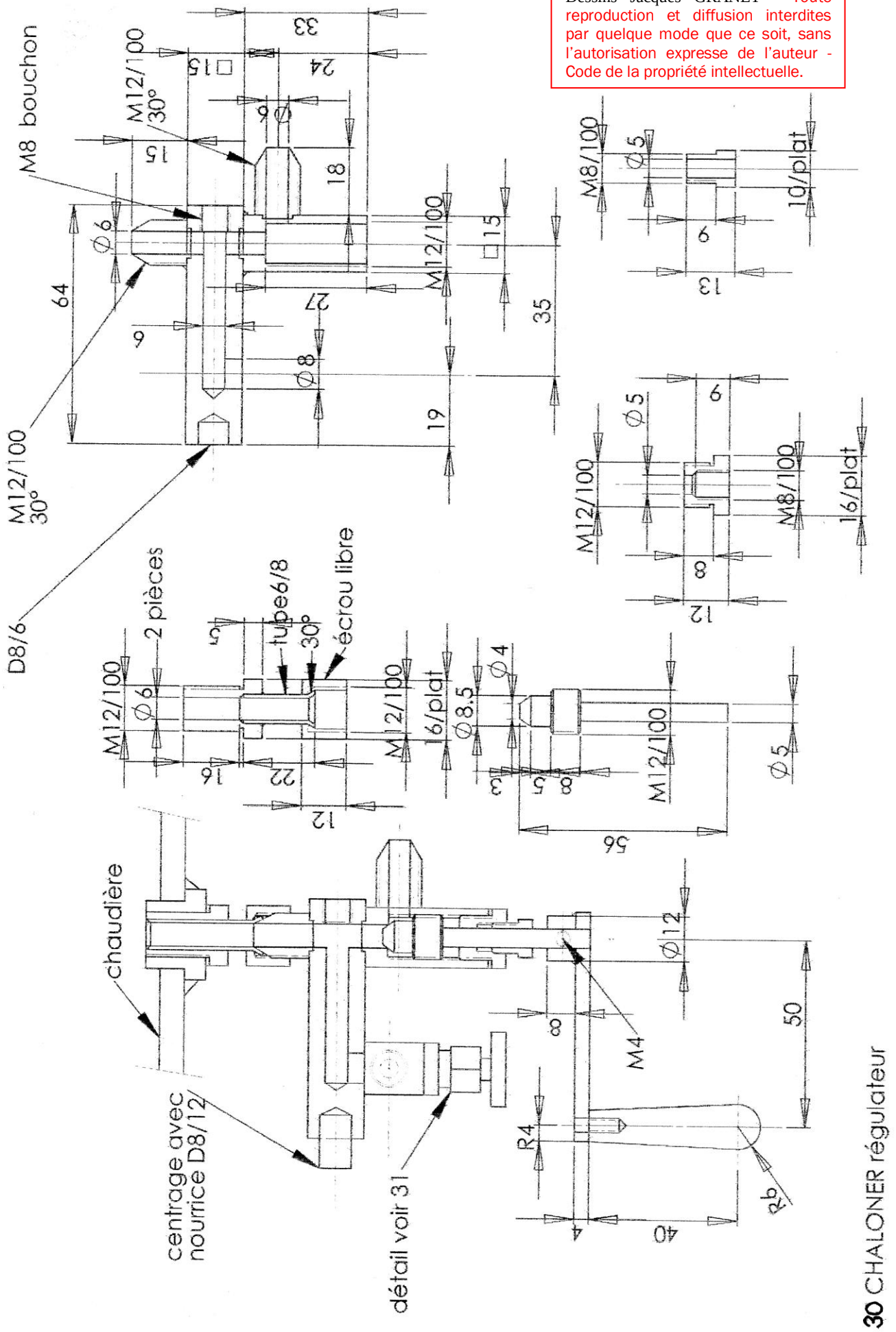
25 CHALONER détail soupapes

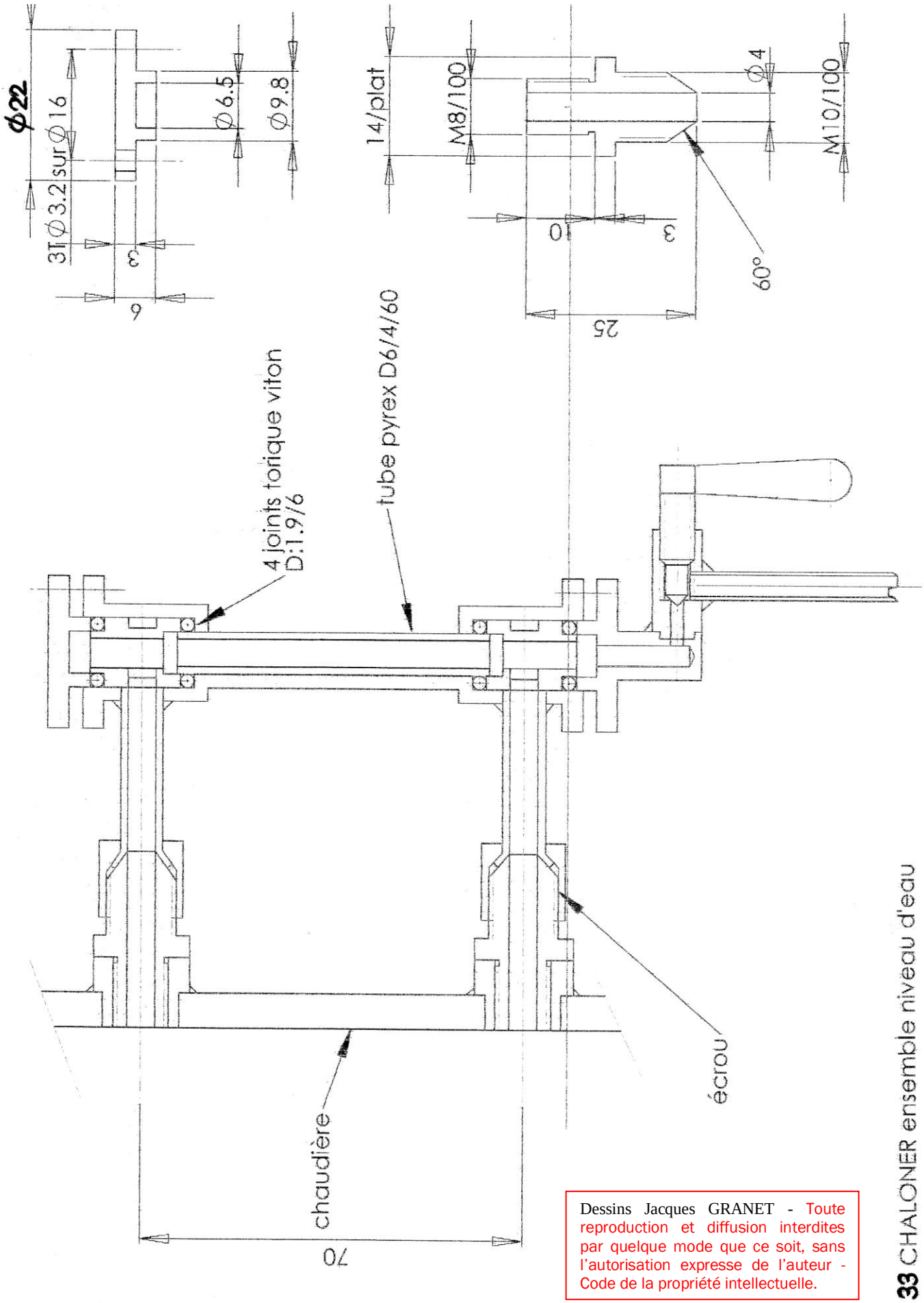


26 CHALONER support soupape+commande

Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

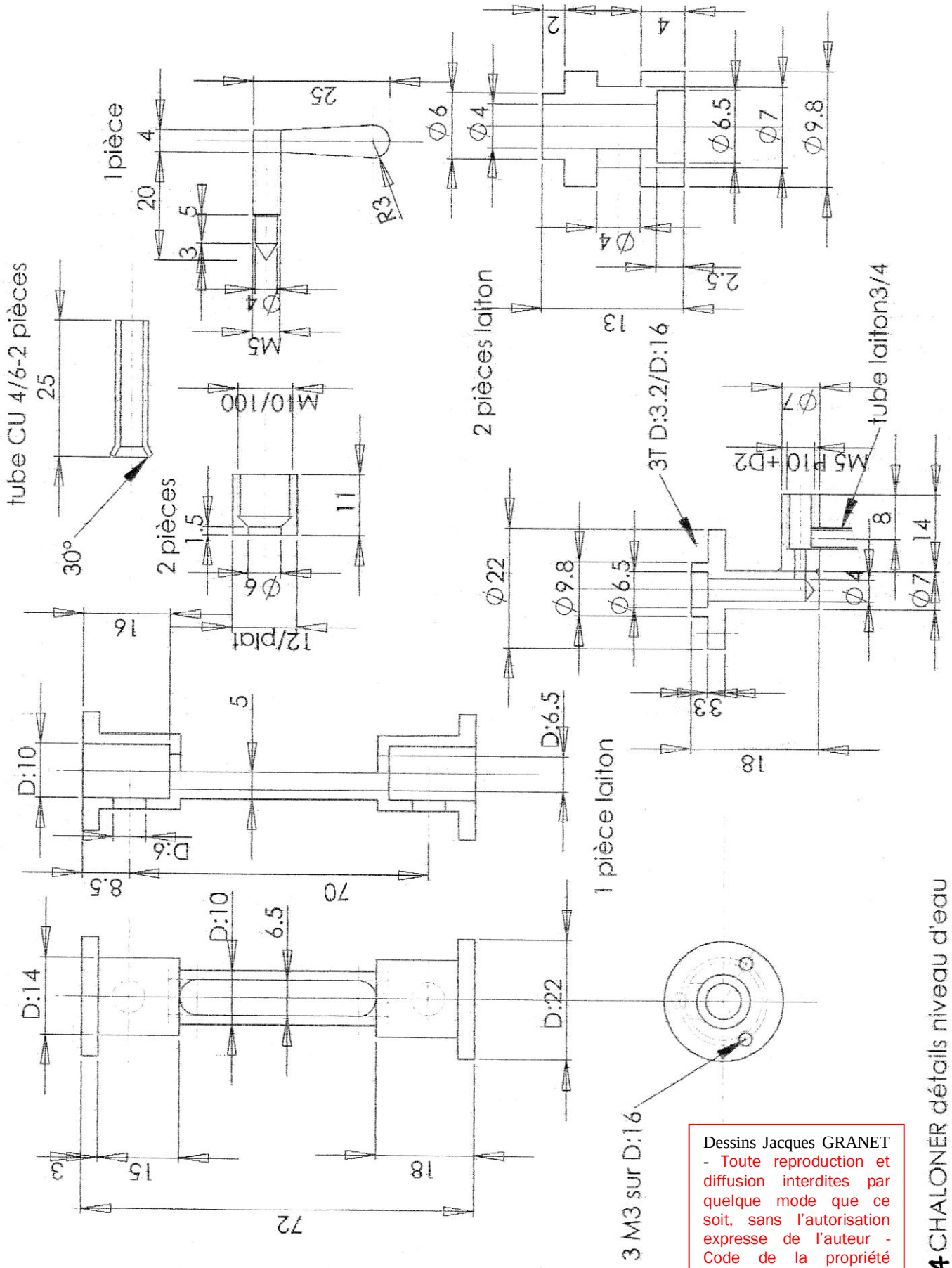
Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



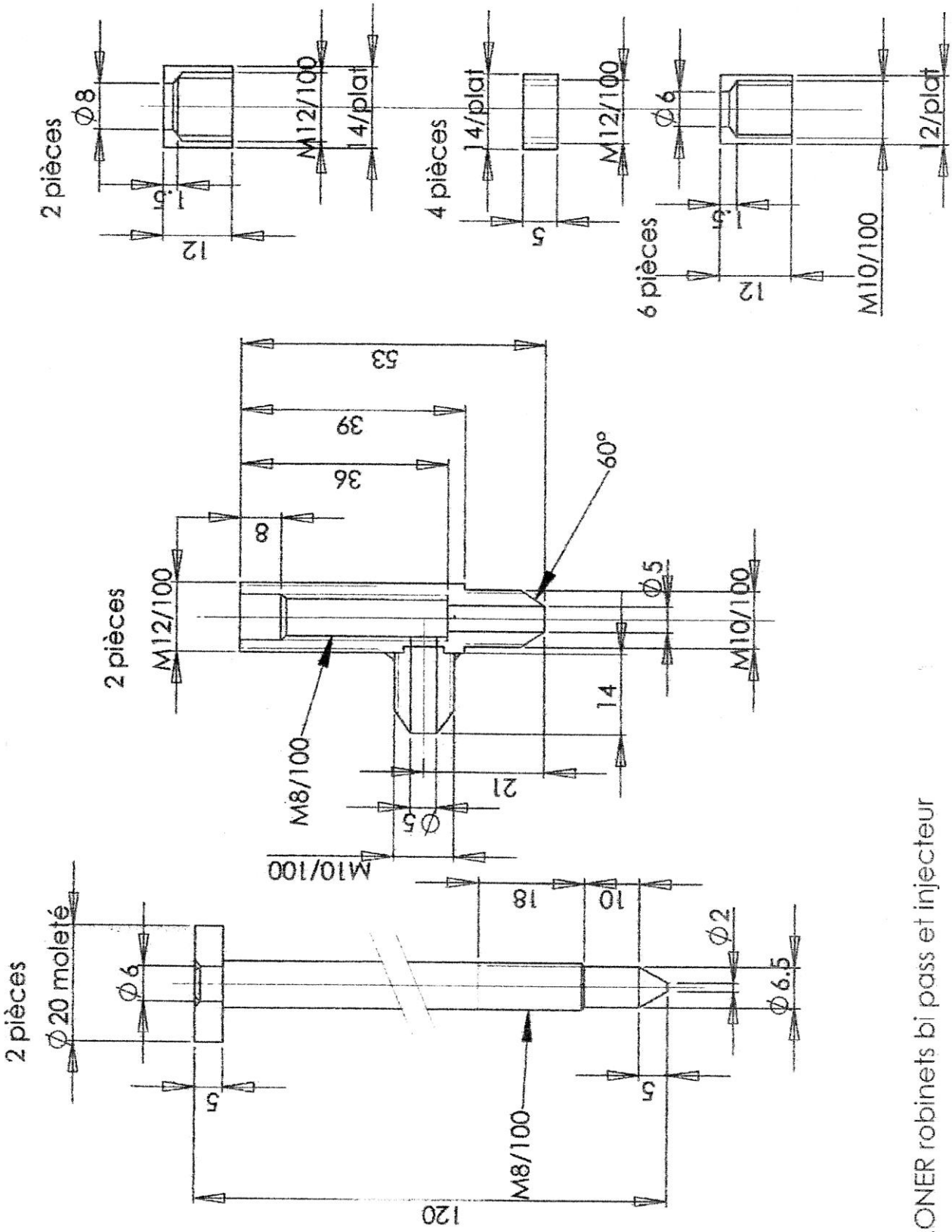


Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

33 CHALONER ensemble niveau d'eau



Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.



35 CHALONER robinets bi pass et injecteur

Dessins Jacques GRANET - Toute reproduction et diffusion interdites par quelque mode que ce soit, sans l'autorisation expresse de l'auteur - Code de la propriété intellectuelle.

C I R C U I T V A P E U R D E N I S P A P I N
A S S O C I A T I O N D E M O D É L I S M E V A P E U R
(OU TOUTE AUTRE ÉNERGIE)
FERROVIAIRE NAVAL ET TERRESTRE DE CHITENAY
Adresse postale : 11c route de la Haye 41120 LES MONTILS
http://cvdpchitenay.free.fr

Amis vaporistes,

Comme certains d'entre vous ont sans doute pu en entendre parler ces derniers temps, le C.V.D.P. (Circuit Vapeur Denis Papin) a vécu ces derniers temps un passage difficile, comme peut malheureusement en vivre à tout moment une association de loisirs telle que la nôtre, et sur lequel il est hors propos d'épiloguer ici.

L'objet du présent communiqué est d'informer les lecteurs de "La Boîte à Fumée" que le CVDP a constitué un nouveau Conseil d'Administration cette année et continue ses activités en 2012. Nous prions les amateurs de nous excuser pour la date d'ouverture initialement annoncée les 12-13 mai, mais qui n'a finalement pas pu être assurée. Le week-end des 9-10 juin a eu normalement lieu (même si la pluie fut également au rendez-vous !), et nous confirmons que des week-ends de circulation auront lieu les **14-15 juillet**, **11-12 août** et **8-9 septembre 2012**.

A ces occasions, les amateurs le désirant pourront venir circuler librement, nous leur demandons seulement de prévenir à l'avance un des membres du Bureau afin que l'on puisse en tenir compte dans la préparation logistique et vous recevoir dans les meilleures conditions possibles :

- Président : Alain Boubé - 02.54.44.07.46 - alaincvdp@free.fr
- Vice-Président : Julien Carniaux - 02.54.44.33.49 - julien.carniaux@wanadoo.fr
- Trésorier : Jean-Michel Laurent - 02.38.51.86.38 - cerisaille@orange.fr
- Secrétaire : François Gobbey - 02.38.51.05.75 - francois.gobbey@orange.fr

---

Pour rappel, le CVDP s'est installé à Chitenay (Loir & Cher, 10 km au sud de Blois), village natal du célèbre Denis Papin, en 2003. Le premier week-end ouvert au public, les 2 et 3 août 2003 fut particulièrement chaud, puisque marquant le début de la canicule de cette année-là.

Le terrain de 16000 m² ainsi que la voie et les installations appartiennent en propre à l'association. L'ouverture au public est programmée lors de l'assemblée générale annuelle (2e week-end de mars), au 2e week-end complet des mois de mai, juin, juillet, août et septembre. Une réunion bilan est organisée le 2e week-end d'octobre, avec planification des travaux pour l'hiver suivant. L'accès au terrain est gratuit pour le public, seul le tour de train est à 1€, et le pique-nique est possible sur place.

Bien sûr, les membres de l'association et leurs amis peuvent également circuler en dehors de ces dates, ayant juste à prévenir le Bureau pour question d'assurance.

Le C.V.D.P. entend continuer à accueillir les amateurs qui le souhaitent, pour rouler ou en simple visite amicale, notamment lors des week-ends ouverts au public. Dans ce cas, sont mis à votre disposition un pont tournant avec plate-forme de déchargement, des voies de garage fermées pour la nuit, des emplacements de camping-car, un barnum couvert pour repas en commun, un sanitaire avec eau et électricité.

Et puis surtout nos trois circuits :

- 1200m de voie en 7"1/4
- 700m de voie en 5"
- 300m de voie en 45mm

Si vous souhaitez nous rendre visite, n'hésitez pas donc à nous le faire savoir.

Pour information, une manifestation exceptionnelle est actuellement en préparation sur Blois et Chitenay, en 2013, à l'occasion des festivités prévues pour le tricentenaire de la mort de Denis Papin, natif de Chitenay. Diverses informations viendront ultérieurement au fur et à mesure de la préparation de cet événement.

1 La magnifique « Lady Jane » de Mickael Honeybun en visite, à côté de la locomotive de François Gobbey.
2 Initiation à la conduite d'Eric Naudin (membre CVDP) par Jany Nancey lors d'une de ses visites.
3 Claude Desmarez prépare sa machine sur une voie de dépôt.
4 Vue depuis le TGV de l'association en circulation.
5 Xavier André (membre CVDP) en cours d'initiation à la machine de François Gobbey.
6 La Decauvile 020 de Jacques Mion.

Photos : François Gobbey et CVDP.

Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses...Infos diverses...Infos diverses....

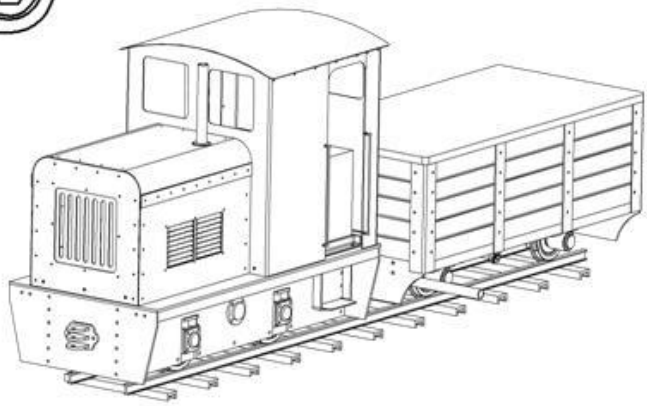
Grande Fête de la Vapeur
Les 6 et 7 octobre 2012
Clôture de la saison

Ouvert de 10 H à 18 H.
Tour unique sur les lignes 10/20/30/40...

Exposition, librairie, brocante, ...
Petite restauration, buvette, ...

Asbl Le petit train à vapeur de Forest
Chaussée de Neerstalle 323 b
B-1190 Forest - Bruxelles
Belgique

Téléphone: 32 (0)2 376 69 96 (10 h à 18 H)
Courriel : ptvf.infos@gmail.com
Site web : www.ptvf.be



MécaSteam

La Tuilerie
71510 ESSERTENNE
Tél. 06 22 63 19 62
E-mail. mecasteam@free.fr

http://mecasteam.free.fr/

Nouveau !
Locotracteur Yoyo en 5"
+ wagon chauffeur...
Kit à 2000 €

MécaSteam - SIRET : 520 075 292 00018

FRANÇOIS SCHUITEN PRESENTE

LA·DOUCE

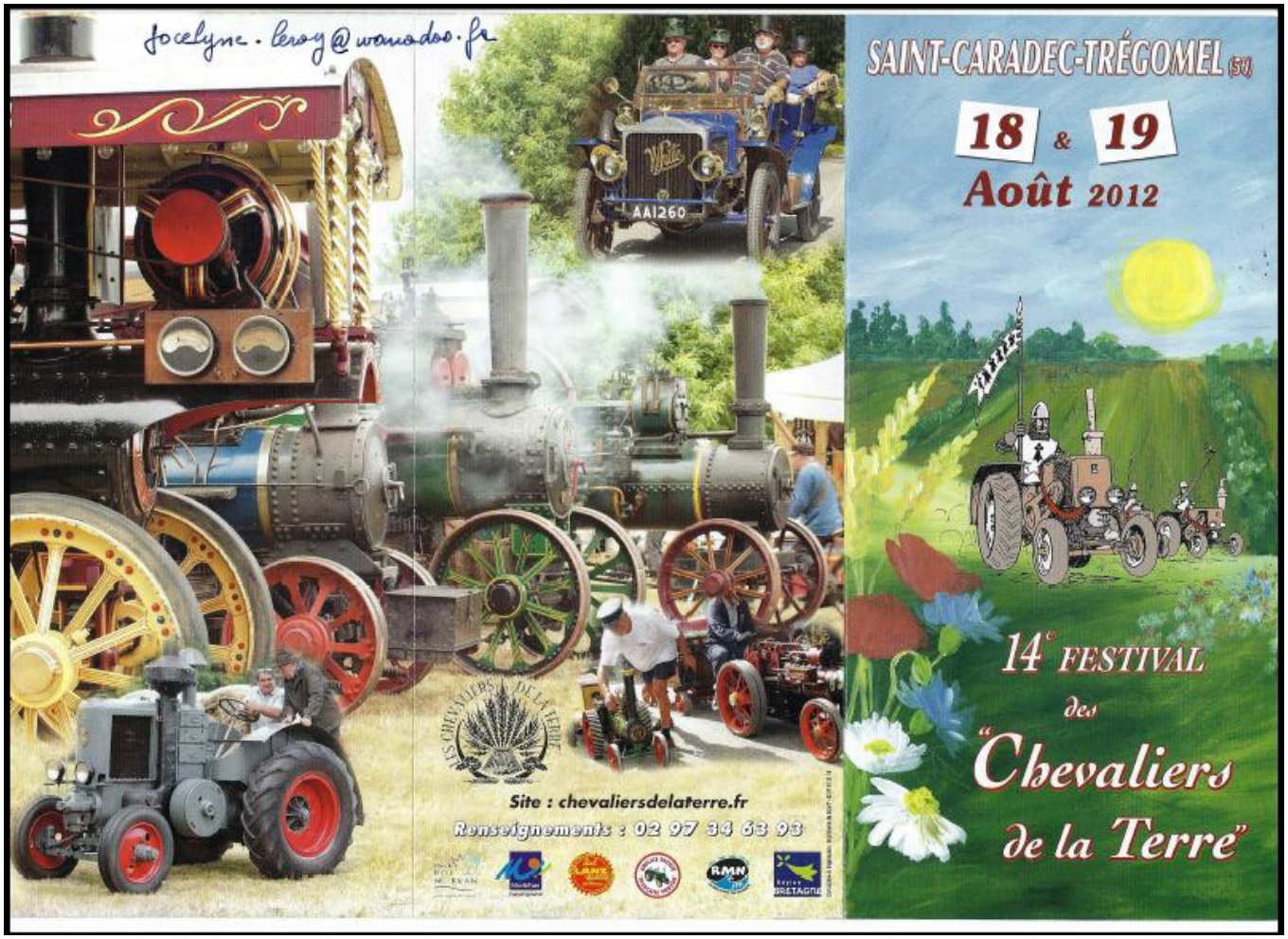
Léon Van Bel, proche de la retraite, est le mécanicien-chauffeur de « La Douce », une locomotive à vapeur d'une incroyable vélocité. Il connaît son métier sur le bout des doigts et peut mener sa machine à bon port dans n'importe quelles conditions. Et les conditions, justement, se dégradent de plus en plus. L'eau monte de manière inexplicable un peu partout dans le pays, recouvrant de plus en plus souvent les rails. Le chemin de fer vit ses dernières heures. Léon Van Bel constate avec regret le déclin du transport ferroviaire, au profit de téléphériques. Les autorités ont choisi les airs. Désormais, tout se transporte par téléphérique, les biens comme les gens. Léon voit le rail disparaître et ses collègues rejoindre l'électrique aérien. Impossible pour lui. Impossible aussi de laisser sa machine partir à la casse et la finir entre les mains des ferrailleurs. Ce serait mourir.

Bande dessinée : catégorie "adultes" - science fiction. 88 pages 24 x 32 cm 18 euros. Editions CASTERMAN

Basée sur un modèle qui a réellement existé, cette machine est donc au cœur de l'histoire et c'est aussi la première fois que l'extraordinaire graphiste qu'est François Schuiten (ses dessins sont toujours aussi précis que dans des plans d'architecte et son travail sur les perspectives est vraiment formidable) est seul aux commandes d'un album de bandes dessinées.

Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses...Infos diverses...Infos diverses....

La bande dessinée « La Douce » page précédente vous conte la circulation, dans une période futuriste, d'une locomotive sur des terres inondées de façon inexplicable.
Mais voyez cette photo tirée par Jérémy Feret, le dimanche 13 mai vers 17h00, sur le circuit du PTVF.
Un violent orage a éclaté subitement, noyant tout le site. Le déluge !
Pour ceux qui connaissent ce circuit, vous pourrez apprécier ce caprice de dame nature.
Photo transmise par Daniel Thiry.



Voici une carte postale ancienne représentant un train à vapeur dans le « Parc Général d'Hygiène et des Sports » de Toulouse. Le matériel semble adapté pour circuler sur une voie de 15 pouces d'écartement. Les voitures à voyageurs sont des baladeuses couvertes. D'après les tenues vestimentaires du public, on peut situer cette scène vers les années 1930/1940. Amis de la région de Toulouse, pouvez-vous nous en dire plus ? Merci d'avance.

Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses...Infos diverses...Infos diverses....

RIVETS PLEINS à PRIX D'USINE

Diamètres de tige à partir de 1,5 mm jusque 12 mm
Longueurs de tige : voir tableau ci-dessous
Têtes rondes, cylindriques, fraisées 90°, fraisées large 135°
Matières : cuivre, aluminium, acier doux recuit
Disponibilités du stock : voir tableau ci-dessous
Possibilité de faibles quantités : me contacter
Toutes autres commandes hors tableau : me contacter (rivets inox, rivets laiton)
Alain BERSILLON 17 avenue de la Légion d'Honneur
59550 Landrecies - France alain.bersillon@wanadoo.fr
Tel. 03 27 77 76 89, mais e.mail souhaité.

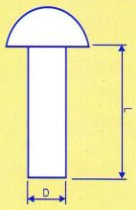
RIVETS **PLEINS**

DIMENSIONS EN STOCK

Ø 1,5 à 30 mm - LONGUEURS : 2,5 à 130 mm

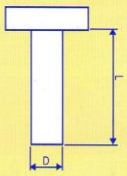
3 MATIÈRES : ● 1 : Aluminium ● 2 : Cuivre ● 3 : Acier doux recuit

MODÈLE R
TÊTE RONDE
NF E 27153



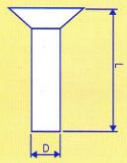
D\L	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	35	40	50	60
1,5	2	2	1/2	1/2											
2,0	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2		1/2	2						
2,5		1	1	1/2	1/2	1/2		1							
3,0		1/2	1/2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2	1/2				
4,0				1/2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2		
5,0						1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	2	1/2	2	
6,0						1/2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	
7,0									2	1	1/2				
8,0							3	2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	2	1/2/3	1/2/3	3
10,0									2/3	2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	3
12,0									3	3	3	3	3		

MODÈLE C
TÊTE CYLINDRIQUE PLATE
NF E 27151



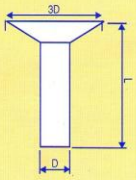
D\L	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40
2,0	2	1/2	1/2	1/2	1/2		2				
2,5		1/2	1/2	2	2		2				
3,0	2	1/2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	2	2	
4,0			2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	
5,0					1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1
6,0					1/2	3	1/2/3	1/2/3	1/2	1/2	1/2
8,0								2	2	2	2

MODÈLE F 90°
TÊTE FRAISÉE 90°
NF E 27154



D\L	4	5	6	8	10	12	15	18	20	25	30	35	40	50	60
2,0	1/2	1	1	1	1/2		1/2		1						
2,5				1/2	1/2										
3,0		1/2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2/3	1/2	1/2				
4,0				1/2/3	1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2		
5,0					1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	1/2/3	2	1/2	1/2	
6,0					1/2	1/2/3	1/2/3		1/2/3	1/2/3	1/2/3		1/2	1/2	2
7,0									1/2	1	1/2		1/2		
8,0								2	1/2/3	1/2/3	1/2/3	2	1/2	1/2	2
10,0										2	1/2		1/2	1/2	

MODÈLE FL
TÊTE FRAISÉE
LARGE 135°



D\L	10	12	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40
3,0	1/2	1/2		1/2		2	1/2		1/2	2		
3,5	1/2	1/2	1/2		1/2	1/2	1/2	2				
4,0	1/2	1/2	1/2		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	2	2
4,5		2	1/2		1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2		
5,0			1		1/2	1	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1
6,0			2		1/2	2	2	2	1/2	1/2		2

EXÉCUTION RAPIDE EN FABRICATIONS SPÉCIALES POUR TOUS MODÈLES HORS STOCK EN :

● A5 = 1050A ● AG3 = 5754 ● AG5 = 5056A ● AU4G = 2017A
● Acier Doux ● Cuivre ● Laiton ● Inox F17
● Inox 18/10, pour toutes longueurs et têtes

HC Cambrai B 687 120 303

TARIFS et CONDITIONS DE VENTE

Les prix sont des prix d'usine, TVA incluse (19,60 %)
Je me perçois absolument aucun bénéfice.
Copie facture d'usine fournie.

Seuls sont ajoutés **les frais de port** par envoi postal, par Lettre MAX La Poste Taille S ou M selon le volume de la commande (poids accepté jusque 1 kg par emballage).
Lettre MAX taille S : 3,30 euros
Lettre MAX taille M : 4,29 euros

Paiement par chèque bancaire uniquement, libellé à mon ordre : Alain BERSILLON
Chèque à adresser à : Alain BERSILLON 17 avenue de la Légion d'Honneur 59550 Landrecies – France

Paiement d'avance, la commande étant postée à réception du chèque.

Quelques indications de prix
(c'est la quantité de matière qui influe sur le prix)

CUIVRE

Rivets cuivre tête ronde Ø 1,5 x 6 1,45 euro la centaine

Rivets cuivre tête ronde Ø 2 x 5 1,71 euro la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 2 x 6 1,81 euro la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 2 x 8 1,98 euro la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 2 x 10 2,16 euros la centaine

Rivets cuivre tête ronde Ø 2,5 x 10 3,02 euros la centaine

Rivets cuivre tête ronde Ø 3 x 8 3,73 euros la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 3x12 4,54 euros la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 3 x 15 5,15 euros la centaine

Rivets cuivre tête ronde Ø 4 x 10 5,99 euros la centaine

Rivets cuivre tête ronde Ø 6 x 20 25,51 euros la centaine
Rivets cuivre tête ronde Ø 6 x 30 33,49 euros la centaine

Rivets cuivre tête fraisée 90° Ø 2 x 5 1,71 euro la centaine

Rivets cuivre tête fraisée 90° Ø 2 x 8 1,98 euro la centaine
Rivets cuivre tête fraisée 90° Ø 3 x 8 2,92 euros la centaine
Rivets cuivre tête fraisée 90° Ø 3 x 12 3,73 euros la centaine
Rivets cuivre tête fraisée 90° Ø 4 x 10 5,01 euros la centaine

Rivets cuivre tête plate Ø 2 x 8 1,98 euro la centaine

ALUMINIUM

Rivets aluminium tête ronde Ø 1,5 x 6 1,12 euro la centaine
Rivets aluminium tête ronde Ø 2,5 x 10 1,34 euro la centaine
Rivets aluminium tête ronde Ø 3 x 12 1,59 euro la centaine
Rivets aluminium tête ronde Ø 3 x 15 1,68 euro la centaine

Rivets aluminium tête fraisée 90°Ø 2x10 1,19 euro la centaine

ACIER DOUX

Rivets acier doux tête ronde Ø 3 x 15 1,81 euro la centaine
Rivets acier doux tête ronde Ø 4 x 15 2,64 euros la centaine

Rivets acier doux tête plate Ø 3 x 10 1,65 euro la centaine

Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses....Infos diverses...Infos diverses...Infos diverses....

VOS PETITES ANNONCES

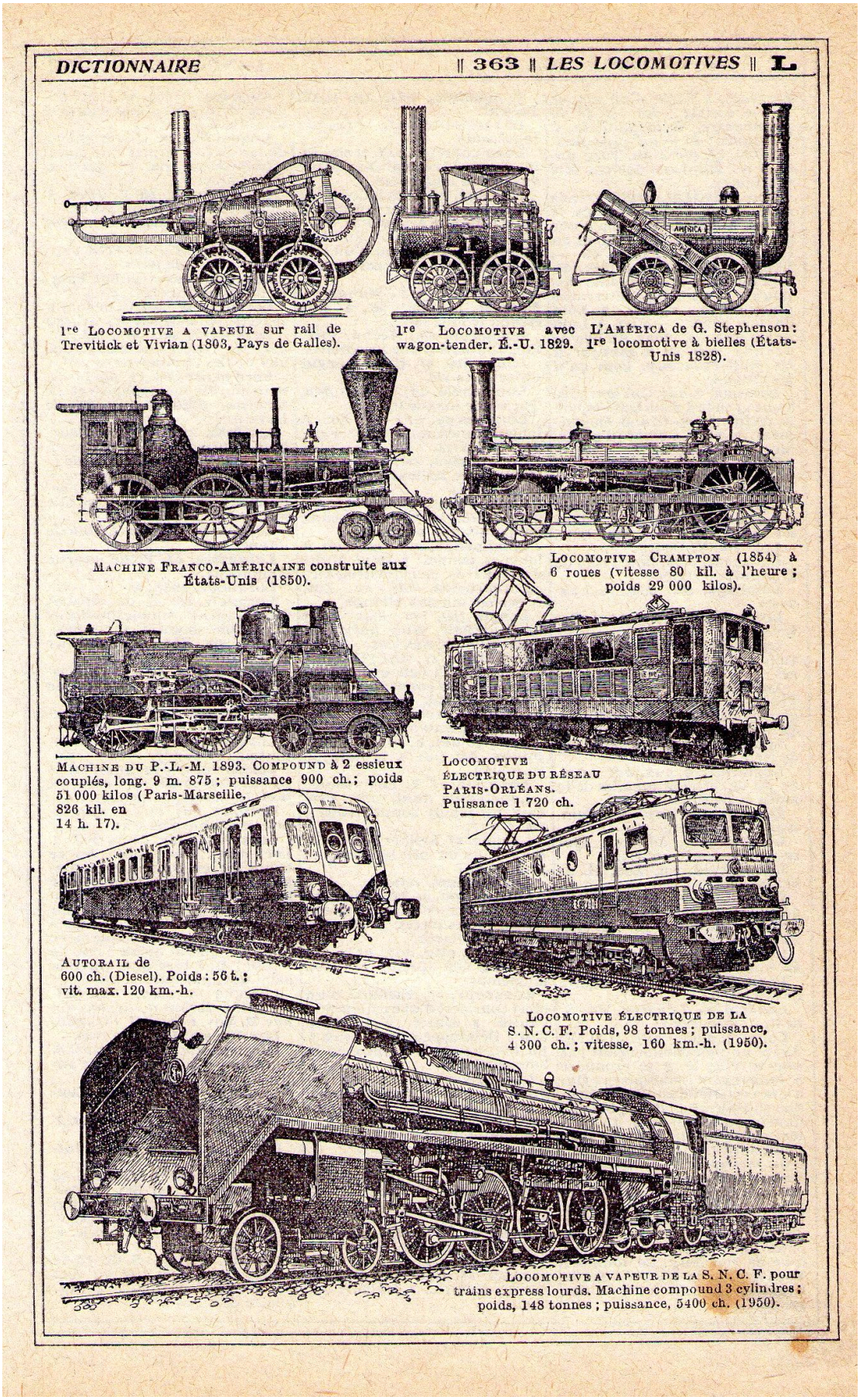
A VENDRE A VENDRE A VENDRE A VENDRE A VENDRE A VENDRE A VENDRE

A vendre important lot de fraises neuves suite à liquidation de stock d'usine – Les fraises sont encore dans leur gangue de cire – Fraises CM4 2 tailles – Fraises à visser 1 taille, 2 tailles, 3 tailles à monter sur porteurs à visser ou clavetées – Fraises scies > 250, 30mm – Fraises CM4 Ø38 ou 40mm – Alésoirs façon Paris ou extensibles – Contactez « la Boîte à Fumée » Alain Bersillon Tél. 03 27 77 76 89 alain.bersillon@wanadoo.fr qui vous mettra en contact avec le vendeur - **CURIEUX S'ABSTENIR** –

A VENDRE A VENDRE A VENDRE

A vendre très bas prix ensemble pompe aspirante/refoulante marque « GUINARD » couplée à un ancien moteur triphasé, le tout monté sur un bâti en fonte –
poids environ 30 kg – encombrement général L 500mm x l 300mm x h 300mm –
convient pour vidange d'étang ou remontée d'eau depuis une rivière – ancienne utilisation agricole –
Contact « la Boîte à Fumée » Alain Bersillon
Tél. 03 27 77 76 89
alain.bersillon@wanadoo.fr

A VENDRE A VENDRE A VENDRE

Par le passé, lorsque nous avions, en France, réussi aux épreuves du Certificat d'Etudes Primaires, nous recevions en récompense un dictionnaire. Armés de ce condensé de savoir, nous étions prêts à affronter le collège, puis le lycée.

Ressortant du grenier mon vieux dictionnaire de cette époque révolue, j'ai de suite consulté la page où se trouve le mot « locomotive ». En plus de la définition, voici les illustrations de l'époque, pour l'édition 1955 du « Tout en Un », encyclopédie illustrée de chez Hachette. C'est ainsi, en admirant ces dessins, que nous avons commencé à rêver aux locomotives et aux « trains ». A.B.