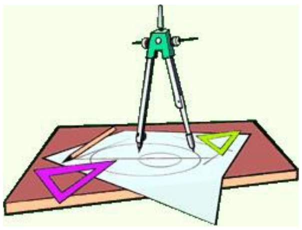
des calculs et des traçages

Par Jacques Clabaux

pense-bête mathématiques pour vérifier les croquis de nos moteurs, traçages de petite chaudronnerie ou autre



Des **calculs** ? Il en faut quelques-uns ...

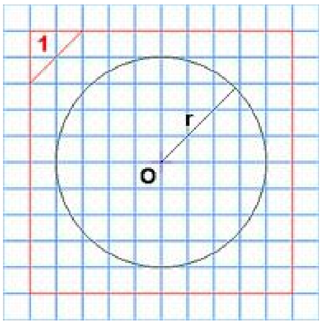
Aussi voici un **pense-bête** pour se rafraîchir la mémoire avec des exemples .

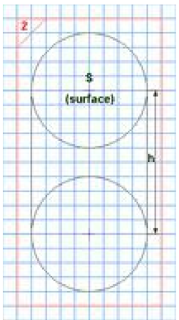
Et aussi, quelques **traçages** familiers.

Certains diront que la trigo ... Un petit truc que j'emploie régulièrement, plus communément appelé "moyen mnémotechnique" et que m'apprit il y a bien longtemps un merveilleux professeur de maths :
*pour **cosinus**, penser **COSAD**= côté adjacent / hypoténuse ; pour **sinus** , penser **SINOP** = côté opposé / hypoténuse ; et pour **tangente** , penser **TANGENTOPAD** = côté opposé / côté adjacent et ... tout devient simple ou tout au moins on s'en souvient!*

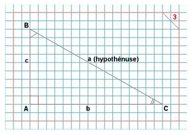
1 - des calculs : un pense bête pour se rafraîchir la mémoire !

Voici, pour l'instant, ce dont j'ai eu à me servir ...
*Petit guide de lecture : en face de l'angle (**A**, **B**, **C**) se trouve le côté à considérer (**a** devant **A**, **b** devant **B**, **c** devant **C**)*





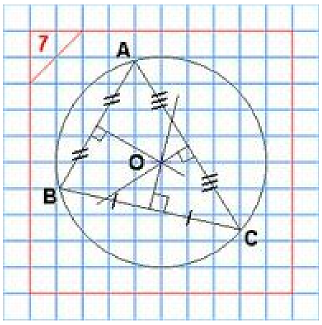
le triangle rectangle
<u>relations entre côtés</u> :
$a^2 = b^2 + c^2$
et $b^2 = a^2 - c^2$, et $c^2 = a^2 - b^2$
<u>trigonométrie</u> :
Sinus d'un angle = côté opposé à l'angle / hypoténuse
Cosinus d'un angle = côté adjacent à l'angle / hypoténuse
Tangente d'un angle = côté opposé à l'angle / côté adjacent à l'angle



Sin C = c / a ; Sin B = b / a
Cos C = b / a ; Cos B = c / a
Tang C = c / b ; Tang B = b / c

surface d'un disque : S = Π x r^2

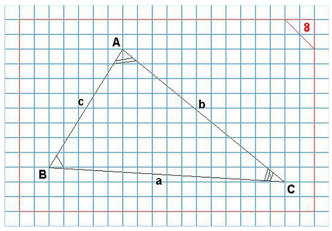
volume d'un cylindre : V = S x h

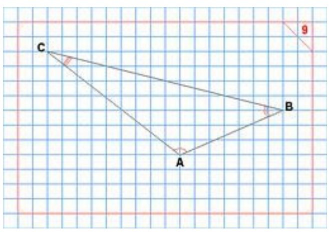


;trigonométrie dans le triangle quelconque :
<u>loi des sinus</u>
a / Sin A = b / Sin B = c / Sin C = 2 R (rayon du cercle circonscrit à ABC)

<u>loi des cosinus</u>
$a^2 = b^2 + c^2$ - 2 b c Cos A
$b^2 = c^2 + a^2$ - 2 c a Cos B
$c^2 = a^2 + b^2$ - 2 a b Cos C

Cos A = [$b^2 + c^2 - a^2$] / 2 b c
Cos B = [$c^2 + a^2 - b^2$] / 2 c a
Cos C = [$a^2 + b^2 - c^2$] / 2 a b





trigonométrie : cosinus et sinus de l'angle obtus

lignes trigonométriques d'un angle obtus

<u>le Cosinus d'un angle obtus est égal à l'opposé du cosinus (et de la tangente) de son supplément</u>
<u>exemple</u> : cos 150° = - Cos (180° - 150°) = - Cos 30°, soit - 0,866
tang 150° = - tang (180° - 150°) = - tang 30° , soit - 0.577

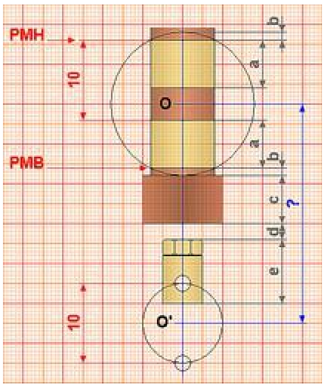
<u>le **Sinus** d'un angle obtus est défini comme le sinus de son supplément</u>
exemple : Sin 150° = (180° - 150°) = Sin 30°, soit 0,5

Un des sites où je me suis "ressourcé" : http://www.mathsgeo.net/

*Un autre site, celui de **Patrice DEBART** tout aussi intéressant pour la remise à niveau et pour aller ... très loin :*
http://debart.pagesperso-orange.fr/index.html

application des formules précédentes à un moteur oscillant à double effet

Le dessin fait à la main, on ne peut le nier, a des limites.
Les quelques formules relevées si-dessus permettent de vérifier et calculer tout ce que dont on a besoin dans nos moteurs.



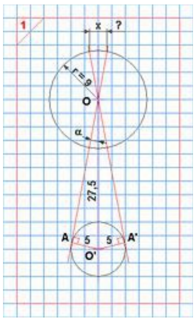
On a donc procédé à une petite étude permettant d'avoir une idée du moteur désiré :

. le diamètre du cylindre sera de 0.8 cm intérieur, la course sera de 10 mm, soit pour un double-effet, un moteur de 1 cm^3
. le diamètre des trous du cylindre ou sabot n'est pas un choix critique à ce moment, on le calculera ensuite
. par contre, il est important de choisir le diamètre du centre d'oscillation des trous du cylindre : 18 dans ce cas .
On y place le piston au PMH (a) et PMB (a); le piston dont la hauteur fixée pour l'instant pourra ensuite être ajustée selon le diamètre des trous choisi.
. on a calculé les besoins d'espace de la partie basse : hauteur du bouchon bas (c = 3 fois le diamètre de la tige du piston); la hauteur de la chape avec son contre-écrou (et) et une marge entre le haut de la chape et le bouchon (d = 1.5 ou 2 mm)

Il semblerait que la distance entre O et O' soit de 27.5 mm !

Les calculs qui vont suivre permettront de vérifier si ce choix est valable.

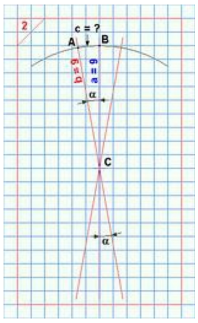
Tous les calculs sont faits à partir d'une calculette de bazar et d'une table trigonométrique (comme je le faisais il y a plus d'un demi siècle) et les résultats peuvent être , très, légèrement différents de ceux obtenus avec une calculette scientifique dont je n'ai pas envie d'apprendre à me servir ! Na!



calcul de l'angle AOO'

Dans AOB, triangle rectangle, $OO'^2 = O'A^2 + OA^2$ …
et OA = 27.04

La tangente de l'angle AOO' est égale à O'A / OA = 0.1849 …
et l'angle **α = 10°30'**

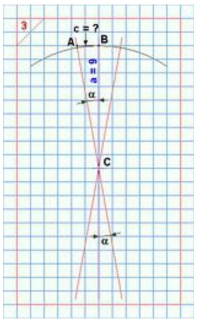


calcul de "c" dans ABC

Dans le triangle quelconque ABC *(en réalité isocèle !)*,
$c^2 = a^2 + B^2 - 2\,a\,b\,\mathrm{Cos}\,C$ *(loi des Cosinus)*

> le Cos C (α) est celui de 10°30' (opposition des angles), soit 0.9825

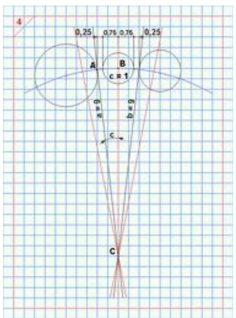
et on obtient "c" = 1.6474 arrondis à 1.65



Une occasion de vérifier par le calcul, le développement simpliste que je faisais, à savoir le peu de différence entre prendre la courbe ou la perpendiculaire, tout au moins à cette échelle.

Si on néglige la courbe, on obtient le croquis ci-contre et, tang C = AB / BC = 1.1849 et AB, soit c = 1.664

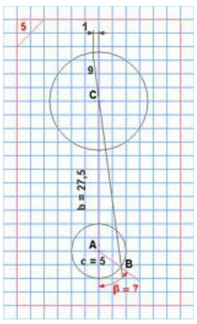
Une différence de 0.0167 !



Nouvelle étape importante, la détermination du diamètre du trou du cylindre.

Avec 1.65 x 2, soit 3.3, on a largement la place pour placer un trou de diamètre 1.5.

On aura le choix entre des trous de 2 sur le bâti à 2 de l'axe, ou de 2.5 à 2.5 de l'axe pour obtenir une bonne Admission et un bon échappement avec une fermeture totale de 0.5, soit 0.25 de part et d'autre entre les lèvres des trous.
calcul de l'angle ACB
Dans le triangle quelconque ACB, $\mathrm{Cos}\,C = a^2 + b^2 - C^2 / 2\,a\,b$, et Cos C = 0.9938 soit, 6°20' pour l'angle C

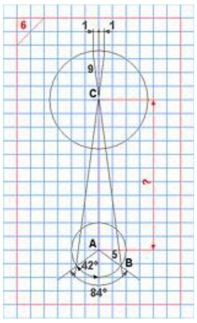


calcul de l'angle mort
Cet angle, pour obtenir un bon fonctionnement, ne doit jamais être supérieur à 90°).

Dans le triangle quelconque ABC, c / Sin C = b / Sin B *(loi des Sinus)*
> Sin C est le Sin de 6°20' *(opposition des angles)*soit 0.11031
et SinB est égal à 0.6067 soit B = 37°20'

β est égal à C = B = 43°40

et l'angle mort est de 87°20'



calcul de AC sans le dessin en partant par exemple d'un angle mort de 84°

l' Angle B est égal à 180° - (A + C) =

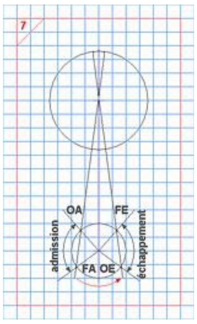
l' Angle A est égal à 180° - 84°/2 = 138° et B = 35°40

c / Sin C = b / Sin B *(loi des Sinus)*et "b" = 26.42 qu'on arrondira à 26.5.

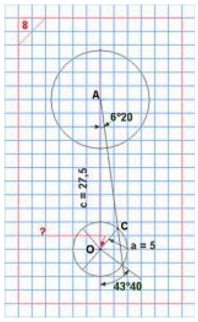
Il restera à vérifier que cette cote permet la placement du bouchon, de la chape et de la marge.

Dans le cas présent, c'est un peu juste ou alors on rogne sur le bouchon au détriment de l'étanchéité et sur la chape ...

Avec un angle mort de 82°, on arrivera à 26 mm : plus on réduit l'angle, et plus on réduit la cote !



le **diagramme complet**, ou tout au moins pour un des deux déplacements du piston ...



calcul de l'angle O

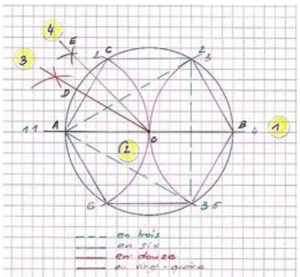
Avec c = 27.5, a = 5 et un angle A de 6°20 (Sin A = 0.11031) on aura :c / Sin C = a / Sin A et Sin C = 0.6067 soit 37°20

C étant un angle obtus, <u>la valeur de l'angle obtenu est son supplément</u> et C = 180° - 37°20 = 142°40
Dans le triangle AOC, ***l'angle O = 180° - (A + C) = 31°***

Le calcul du diagramme est donc complet et :
OE- FE = 62)
FA-OE = 87°20
OA-FA et OE-FE = 105°20

2 - des traçages

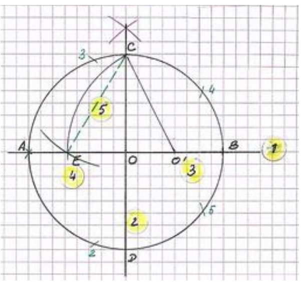
On peut être amené à dessiner quelques traçages particuliers, voici ceux que j'ai utilisés jusqu' à présent ...



division d'un cercle en 3, 6, 12, 24, …

Cette division, quand on ne possède pas de plateau diviseur, permet de prévoir l'emplacement des trous sur un couvercle de cylindre, voire de se préparer un diviseur !

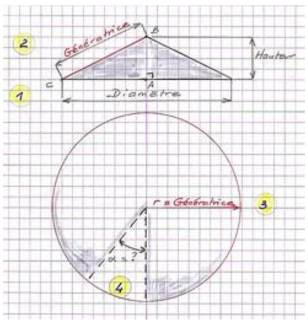
1 - tracer AB passant par O
2 - porter le rayon AO puis OB sur le cercle *pour obtenir les divisions en 3 ou en 6*
3 - la bissectrice de OD de l'angle AOC donnera *12 divisions*
4 - la bissectrice OE de l'angle DOC donnera *24 divisions*



division d'un cercle en 5, 10, …

Petit traçage intéressant pour les couvercles de cylindre d'un diamètre important et qui permet, si on utilise un tube soudé sur un sabot, de visser dans le sabot et non à cheval sur la soudure ... Possibilité aussi de se faire un diviseur.

1 - tracer le diamètre AB passant par O
2 - tracer CD : perpendiculaire à AB passant par O
3 - porter O' à mi-distance de O et B (OO' = O'B)
4 - avec O'C comme rayon, porter le point E
5 - le rayon CE devient le diviseur du cercle en 5 parties et *en traçant les bissectrices, on obtiendra 10, 20, ... divisions*



traçage d'un cône

Cette fois, j'ai décidé d'abandonner le gabarit qui, après maintes découpes finissait par donner, plus ou moins satisfaction.
Une méthode de traçage qui va, avec l'aide du calcul, déterminer exactement la portion de circonférence à enlever et obtenir un *cône dont la hauteur et le diamètre ont été préalablement définis.*

1 - dessiner le cône en coupe en portant sa hauteur et son diamètre
2 - repérage d'une génératrice
3 - traçage d'un cercle ayant comme rayon la longueur de la génératrice
4 - déterminer l'angle à porter au sommet pour obtenir la découpe

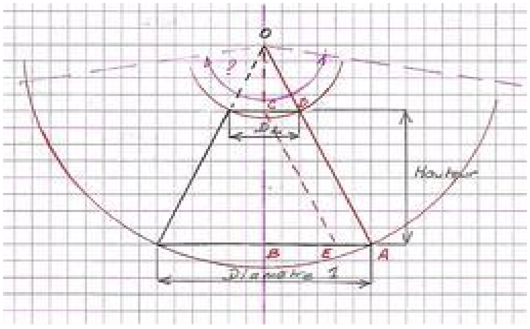
En fait, il va falloir déterminer la portion du cercle à éliminer : on commencera par comparer les diamètres du cône terminé et celui du cône développé puis on transformera cette portion en degrés.

si H = 2 et D = 8, AB = 2 et AC = 4

. dans ABC rectangle, BC² = AB² + AB² et BC = 4.472
. le périmètre du cercle de G = (4.472 x 2) = 28.034
. périmètre du cercle de D = 8 x 3014 = 25.12

la différence entre la longueur de ces deux cercles est de 28.084 - 25.12 = 2.964 et *dans le cercle de G*, il existe 28.084 / 2.964 = 9.475 portions égales à 2,964
ou encore, dans 360°, il existe 360 / 9.475 = portions de 38° et il suffit d'en enlever une pour obtenir notre cône !

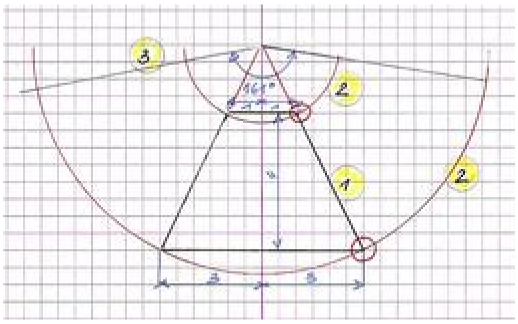
Pour ce genre de calculs, il vaut mieux aller jusqu'à la 3ème décimale que l'on pourra arrondir.



traçage d'un tronc de cône

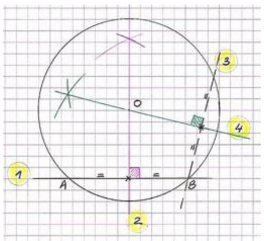
Une opération un peu identique à la précédente puisqu'on va calculer quelle portion de cercle enlever pour obtenir le tronc de cône défini.
Commencer par tracer la coupe du tronc de cône puis calculer OA, le rayon du cercle dans lequel s'inscrira notre tronc de cône :
. pour l'exemple, H = 4, D1 = 6 et D2 = 2, donc AB = 3, CD = 1 et CB = 4
. tracer CE parallèle à OA, d'où EA = 1 et BE = 2
. par rapports, OB/AB = CB/BE et OB/3 = 4/2 et OB = 6
. dans OBA rectangle, OA = 6.71
Calcul de l'angle
. le cercle du tronc de cône développé qui passe par A et de rayon 6.71 a un périmètre de 42.1388 = 42.14
. le cercle de notre tronc de cône terminé à 6 de diamètre a un périmètre de 18.84

dans le périmètre passant par A, il y a donc 42.14 / 18.84 = 2.24 portions de notre tronc de cône terminé et la portion à garder pour obtenir notre tronc de cône sera de 360° / 2.24 = 161°



Traçage :

1 - traçage de la coupe du tronc de cône en prolongeant les côtés
2 - traçage des cercles du haut et du bas en passant par les angles
3 - porter l'angle obtenu et découper ...

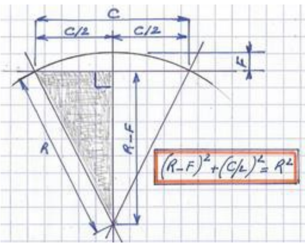


trouver le centre d'un cercle

Une opération plutôt simple même sur une tôle sans repères, rond de tôle de récupération par exemple :

1 - couper le cercle d'une droite et partager le segment en deux
2 - élever la perpendiculaire à ce segment à l'aide du compas en partant de A et B
3 - couper le cercle par une autre droite et partager le segment en deux
4 - élever la perpendiculaire à ce segment ...

Le centre O se trouve à l'intersection des deux perpendiculaires.



tracer une coulisse : des calculs dans le cercle

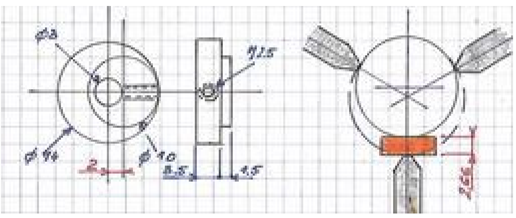
En connaissant deux dimensions, il sera facile de trouver celle qui manque comme par exemple la **corde d'un arc (C)** : une petit problème que l'on rencontre lors du dessin d'une coulisse.

Égalités du triangle rectangle …

Pour elle, si on connaît cette corde **(C)** et l'excentrique **(F)**, on peut en déduire le rayon du cercle à tracer **(R)**.

Dans ce cas, se rappeler que ***(R - F)² = R² - 2 RF + F²***

calcul d'une cale pour réaliser un excentrique



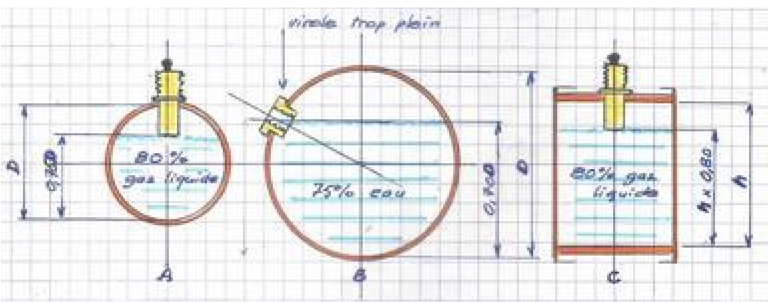
L'excentrique sera obtenu au tour avec le mandrin à trois mors, ce qui suppose l'usinage d'une cale.

Sur le Web, j'ai trouvé cette formule : **épaisseur de la cale = X x (2/3)**

X est la valeur de l'excentrique multiplié par 2 : si l'excentrique désiré est de 2, **X = 2 x 2 = 4** et notre cale devra faire 4 x (2/3) = 2.66 d'épaisseur

Voir une réalisation pratique dans cet :
https://www.vapeuretmodelesavapeur.com/moteurstanley/index.html

calcul simpliste de la hauteur pour le niveau de gaz ou d'eau



A - réservoir de gaz horizontal

remplissage à 80% : exemple avec tube de 30 x 32
30 x **0.75** = 22.5

La hauteur de la valve de niveau sera de:
30 - 22,5 + épaisseur du tube (1) = 8,5

B - chaudière horizontale

remplissage à 75% : exemple avec tube de 48 x 50
48 x **0,7** = 33,6 > perçage

C réservoir de gaz vertical

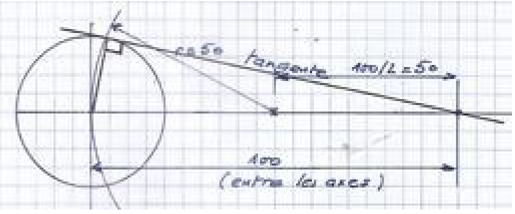
remplissage à 80% : exemple avec **h** = 37
37 x **0.8** = 29.6
tenir compte de l'épaisseur du fond pour le calcul de la hauteur de la valve.

Pour une chaudière verticale, il faudra percer à **h intérieure x 0,75**

Attention la valve de remplissage de gaz devra être plus courte d'au moins 2 mm que la valve de niveau.

Maintenant, si on veut être plus précis, il faut aller voir sur cette page : http://villemin.gerard.free.fr/GeomLAV/Objet3D/Cylindre.htm

tracer avec précision la tangente à un cercle

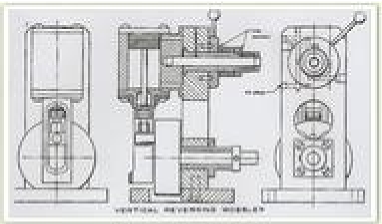


Le traçage à la main n'est pas vraiment précis.

Le mieux, en partant du centre de l'axe et d'exécuter un arc de cercle qui donne avec précision les points de contact sur le cercle.

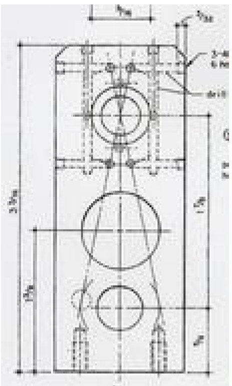
On déterminera ainsi un triangle rectangle bien utile pour des calculs sur nos moteurs.

3 - les cotes anglaises : re-dessiner un plan anglais

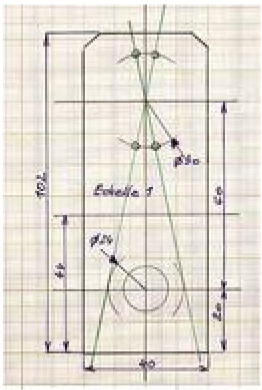


Les plans de nos amis anglais foisonnent sur le Web, mais la majorité est traitée en mesures anglaises et c'est bien gênant quand il faut traduire cela en français sachant que le pouce est égal à 25.4 mm !
C'est Patrick LECLERE qui m'a rappelé ce truc : on considère que le pouce est égal à 32 mm et tout devient simple.
Certes le projet qu'on va dessiner sera un peu plus grand que l'original, mais ce n'est pas bien grave.
Voici un exemple pris à partir d'un bon plan anglais : ***Vertical Reversing Woddler*** que l'on peut télécharger facilement.

La première pièce, celle du bâti, avec la cotation anglaise :



La même, dessinée à l'échelle 1 en cotation française :



pour le perçage

pour le perçage c'est un peu plus délicat, il va falloir rechercher le diamètre de notre foret le plus près possible de celui noté sur le plan en tenant compte de notre léger agrandissement.

Un travail qui peut paraître fastidieux mais, sur un plan, les diamètres se retrouvent à plusieurs reprises. Il suffit de se confectionner un tableau qui pourra resservir pour un autre moteur..

Voici un lien conduisant à une des nombreuses tables de conversion disponibles sur internet : http://academic.evergreen.edu/projects/biophysics/technotes/fabric/drill_conv.htm

Généralement, pour le moteur, on se contentera de diamètres standards : 0.5, 1, 1.5, ... 3, 4, …
Mais on peut aussi avoir recours à des forets qui existent et sont calibrés de 1/10ème en 1/10ème et que l'on trouve par exemple chez l'OCTANT : http://www.octantenligne.com/downloads/foretunite.pdf

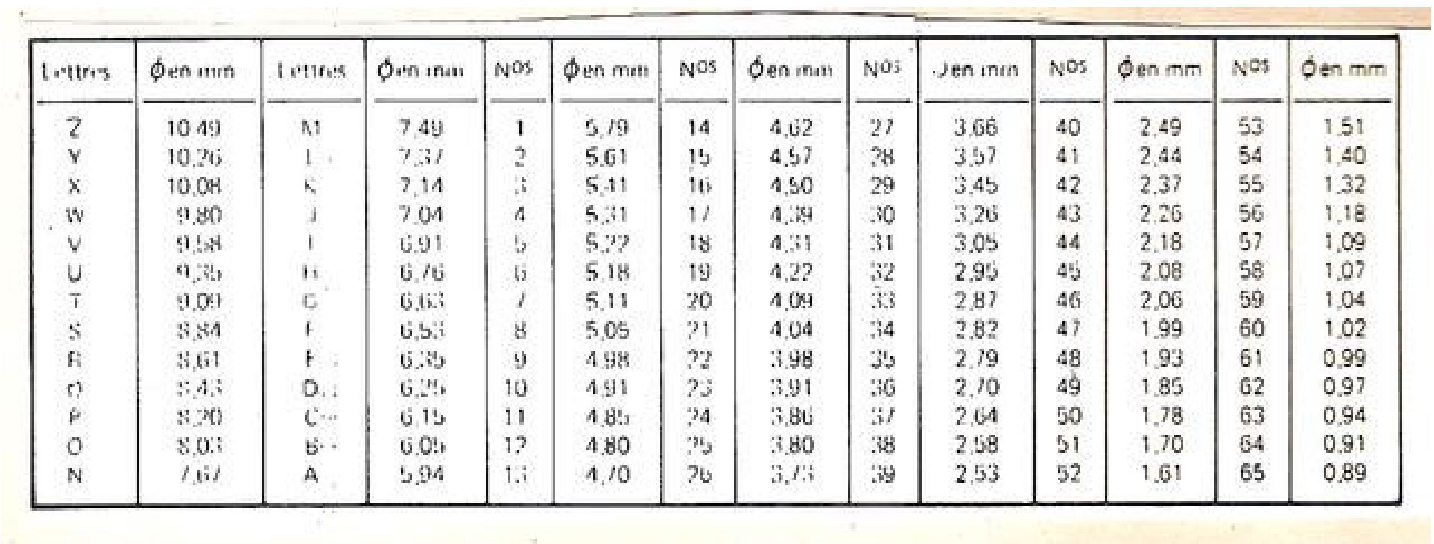
correspondance des trous anglais et du système décimal

Un document que je viens de retrouver dans mon "foutoir". Le tableau n'est pas bien net mais en l'agrandissant, il est exploitable.

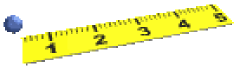
On percera au 1/10ème supérieur.

3 documents à télécharger :

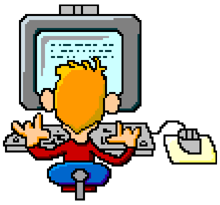
offerts par **Patrick LECLERE** - cliquer sur les gifs ou le tableau pour le téléchargement ou l'enregistrement



Lettres	Ø en mm	Lettres	Ø en mm	Nos	Ø en mm	Nos	Ø en mm	Nos	Ø en mm	Nos	Ø en mm	Nos	Ø en mm
Z	10.49	M	7,49	1	5,79	14	4,62	27	3,66	40	2,49	53	1,51
Y	10,26	L	7,37	2	5,61	15	4,57	28	3,57	41	2,44	54	1,40
X	10,08	K	7,14	3	5,41	16	4,50	29	3,45	42	2,37	55	1,32
W	9,80	J	7,04	4	5,31	17	4,39	30	3,26	43	2,26	56	1,18
V	9,58	I	6,91	5	5,22	18	4,31	31	3,05	44	2,18	57	1,09
U	9,35	H	6,76	6	5,18	19	4,22	32	2,95	45	2,08	58	1,07
T	9,09	G	6,63	7	5,11	20	4,09	33	2,87	46	2,06	59	1,04
S	8,84	F	6,53	8	5,05	21	4,04	34	2,82	47	1,99	60	1,02
R	8,61	E	6,35	9	4,98	22	3,98	35	2,79	48	1,93	61	0,99
Q	8,43	D	6,25	10	4,91	23	3,91	36	2,70	49	1,85	62	0,97
P	8,20	C	6,15	11	4,85	24	3,86	37	2,64	50	1,78	63	0,94
O	8,03	B	6,05	12	4,80	25	3,80	38	2,58	51	1,70	64	0,91
N	7,67	A	5,94	13	4,70	26	3,73	39	2,53	52	1,61	65	0,89



3 documents à télécharger :
offerts par **Patrick LECLERE** - cliquer sur les gifs ou le tableau pour le téléchargement ou l'enregistrement
. **des tables** que l'on peut imprimer et utiliser pour faciliter les conversions
https://www.vapeuretmodelesavapeur.com/descalculs/inch-mm.ods



ce fichier Excel qui permet de générer toutes les feuilles de conversion que l'on souhaite pour les longueurs

une feuille de **calcul sur les dimensions des segments de cercle**

https://www.vapeuretmodelesavapeur.com/descalculs/segment-de-cercle-v1.1.ods

Vous cherchez des **caractères grecs** pour vos scripts html , allez sur ce lien : https://caracteres-speciaux.net/lettres-grecques/

album à compléter au fil des réalisations …

Des erreurs ? Des commentaires ? Des questions ? ... écrivez-moi