

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr](https://cnum.cnam.fr))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

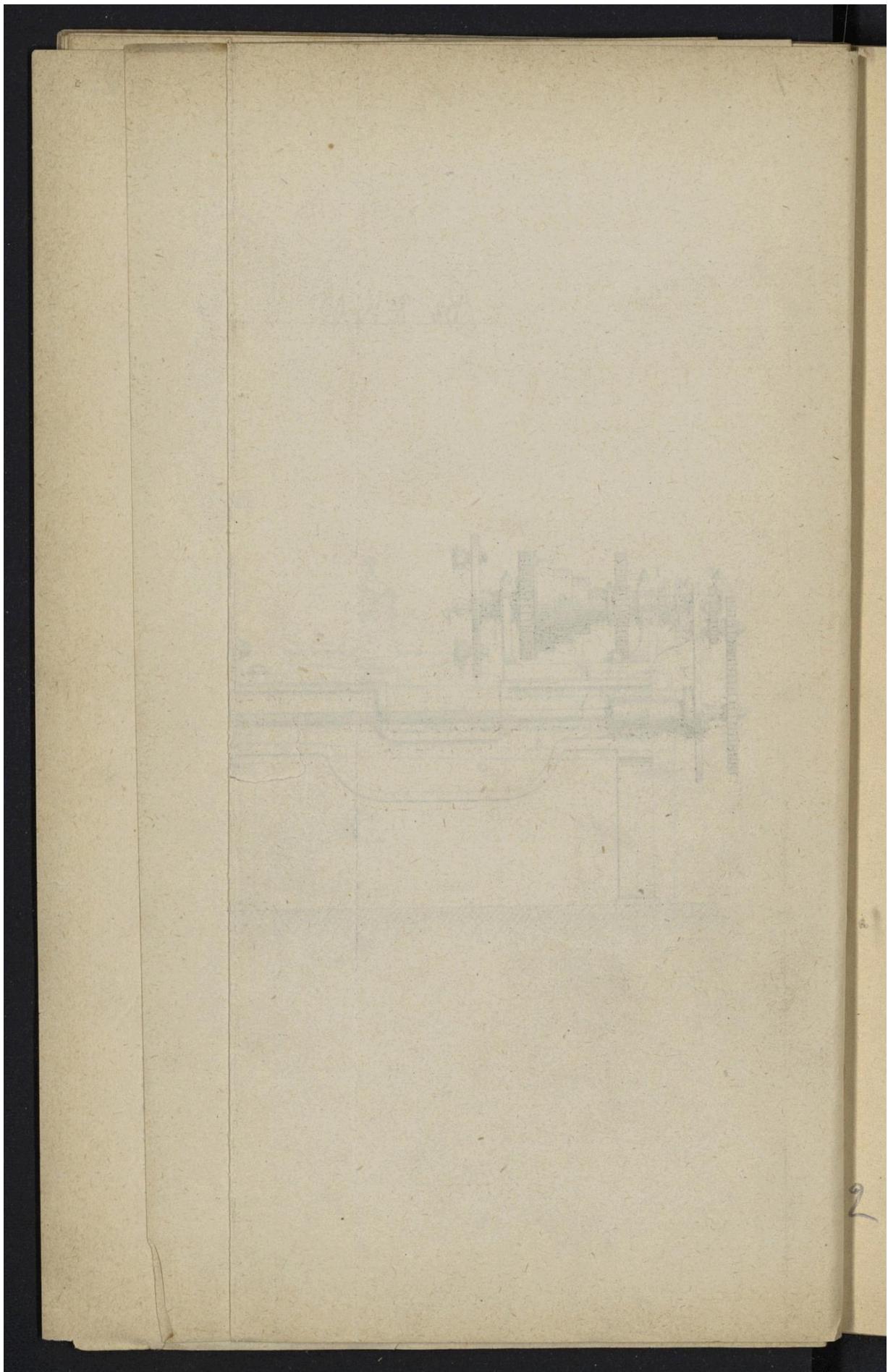
4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Poulain, Charles (1837-1900)
Auteur(s) secondaire(s)	Lehr, V. (18...-1...)
Titre	Guide pratique de filature
Adresse	Pondichéry : Imprimerie du Gouvernement, 1880
Collation	1 vol. (79 p.- [2] f. de pl.) : ill., tabl. ; 21 cm
Nombre de vues	84
Cote	CNAM-BIB 8 K 90 Res
Sujet(s)	Filature Tissage
Thématique(s)	Machines & instrumentation scientifique Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	05/02/2026
Date de génération du PDF	05/02/2026
Notice complète	http://www.sudoc.fr/051950332
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8K90RES



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

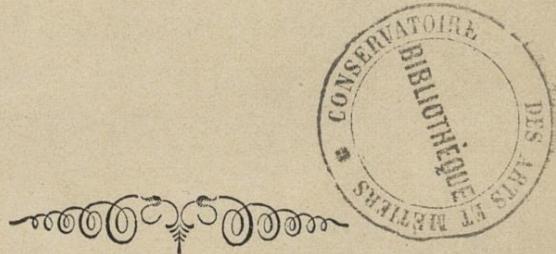
9^e - n^o 8- K-90
PEK90

GUIDE PRATIQUE

DE Bz K90

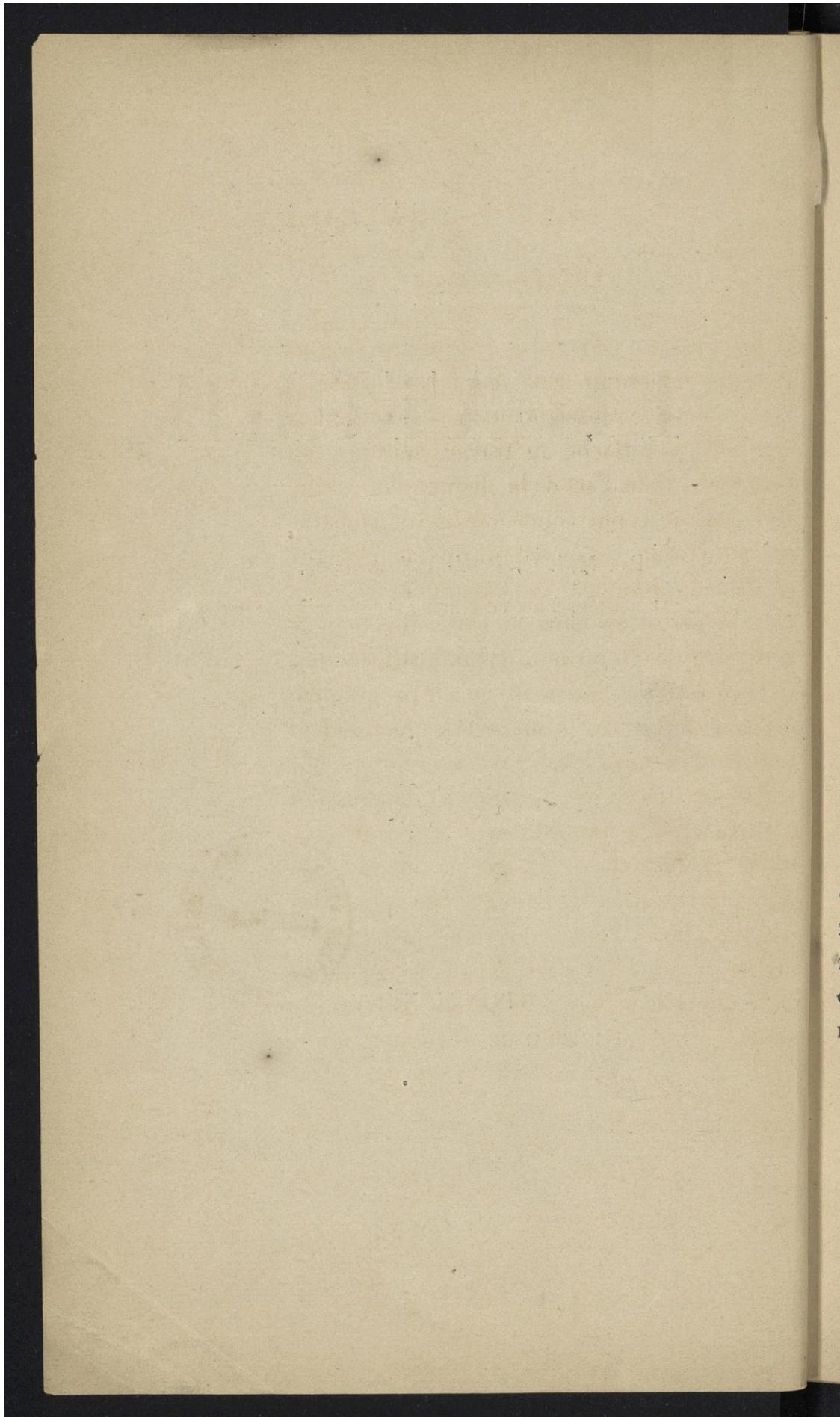
FILATURE

PAR MM. C. POULAIN * ET V. LEHR,
DIRECTEURS DE FILATURE A PONDICHÉRY (INDE.)



PONDICHÉRY
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT.
1880.

2



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

AVANT PROPOS.

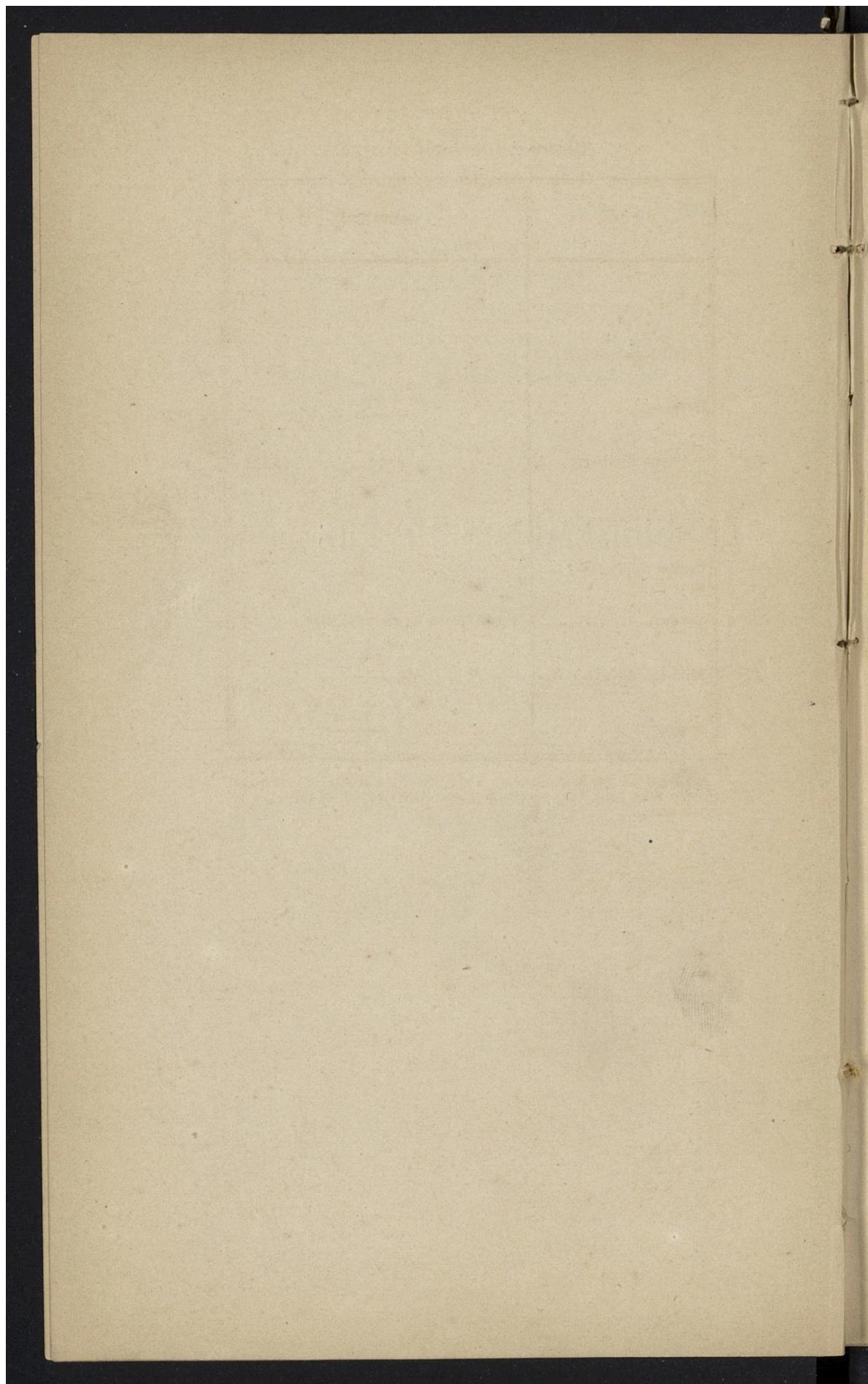
En publiant ce recueil, les auteurs se sont proposé de réunir sous une forme succincte, les données et renseignements divers dont la spécialité se rattache au travail pratique des machines, dans l'art de la filature du coton. Dans ce but ils ont supprimé les démonstrations théoriques, s'en tenant uniquement aux éléments pratiques indispensables à tout contre-maître en chef ou élève directeur de cette partie si intéressante de l'industrie textile.

Pour rester entièrement dans le programme qu'ils se sont tracé, ils ont évité soigneusement toute répétition ; ainsi par exemple, ils ont traité des questions d'Etirage et de pression à l'article des Bancs d'Etirage et se sont abstenus de reproduire les calculs auxquels ils donnent lieu dans les Bancs à broches et les métiers à filer ; l'élève directeur ou le contre-maître n'ayant pour ces dernières machines qu'à suivre la même marche que précédemment.

Les auteurs ont ajouté à la fin de ce recueil quelques formules de compositions diverses, telles que : alliages, mastics, vernis, etc., dont l'emploi est journalier dans les établissements industriels. Ils osent espérer que leurs collègues, approuvant le plan de cet ouvrage, lui feront bon accueil et aideront ainsi à sa vulgarisation.



RENSEIGNEMENTS DIVERS



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Mesure des surfaces planes.

NOMS.	SURFACES.
Triangle.....	$B \times \frac{H}{2}$
Parallélogramme.....	$B \times H$
Trapèze.....	$\frac{B + b}{2} \times H$
Polygone régulier.....	$P \times \frac{A}{2}$
Cercle.....	πR^2 ou $\pi \frac{D^2}{4}$
Secteur.....	$a \times \frac{R}{2}$
Segment.....	Surface secteur moins celle triangle inscrit.
Ellipse.....	$\pi \frac{A \alpha}{4}$
Couronne.....	$\pi \times \left(\frac{D^2 - d^2}{4} \right)$

B = base; H = hauteur; P = périmètre; A = apothème; a = arc;
A α grand et petit axe; D d grand et petit diamètre; R = rayon; b = petite base.

Surfaces dans l'espace et Volumes.

CORPS.	SURFACES LATÉRALES.		VOLUMES.
		SURFACES TOTALES.	
Prisme.....	$P \times H$	$P \times H + 2B$	$B \times H$
Pyramide.....	$P \times \frac{h}{2}$	$P \times \frac{h}{2} + B$	$\frac{1}{3} B \times H$
Cylindre.....	$2\pi r \times H$	$2\pi r (g + r)$	$\pi r^2 H$
Cône.....	$\pi r g$	$\pi r (g + r)$	$\pi r^2 H$
Tronc de cône.....	$\pi (r + r') g$	$\pi (r + r') g + r'^2 + r'^2$	$\frac{4}{3} \pi H (r^2 + r'^2 + rr')$
Zône.....	$2\pi RH$	$\pi (2EH + r^2 + r'^2)$	
Sphère.....		$4\pi r^2$	$\frac{4}{3} \pi r^3$
Secteur sphérique.....			$\frac{2}{3} \pi r^2 H$
Segment sphérique.....	$2\pi RH$	$\pi (rRH + r^2 + r'^2)$	$\frac{\pi H}{2} (r^2 + r'^2) + \frac{1}{6} \pi RH^3$

— —

r = périmètre; B = base; H = hauteur totale; h = hauteur d'un des triangles latéraux; g = génératrice; R = rayon de la sphère; r et r' = rayons de base des solides.

Pesanteurs spécifiques de quelques corps solides à 0° centigrade.

NOMS des substances.	PESANTEUR spécifique ou poids d'un décim. cube.	NOMS des substances.	PESANTEUR spécifique ou poids d'un décim. cube.
	kil.		kil.
Acier non écroné.....	7.816	Fer en barre.....	7.788
Ardoise.....	2.853	Fonte de fer.....	7.207
Argent fondu.....	40.474	Grès de paveur.....	2.413
Béton de cailloux.....	2.483	Houille compacte.....	4.329
Bismuth.....	9.822	Ivoire.....	4.826
Bois d'acajou.....	1.063	Maçonnerie moellons	2.240
— Buis de France.....	0.912	Marbre.....	2.717
— Chêne.....	0.923	Mercure.....	13.586
— Cœur de chêne...	4.470	Naphte.....	0.847
— Frêne.....	0.843	Nickel.....	8.279
— Hêtre.....	0.842	Or pur fondu.....	49.258
— Liège.....	0.240	Or pur forgé.....	49.362
— Noyer.....	0.674	Pa ladium.....	41.300
— Orme.....	0.842	Phosphore.....	4.770
— Peuplier ordinaire	0.383	Pierre à plâtre.....	2.468
— Pommier.....	0.793	Pierre meulière.....	2.484
— Sapin blanc.....	0.498	Pierre ponce.....	0.915
— Vigne.....	4.327	Platine forgé.....	20.337
Borax.....	4.720	Platine en fil.....	21.044
Briques.....	4.870	Platine lamine.....	22.069
Caoutchouc.....	0.933	Plomb coulé.....	44.352
Charbon de bois.....	0.250	Poudre de guerre.....	0.838
Chaux vive.....	0.830	Sélénium.....	4.320
Craie.....	4.285	Soufre natif.....	2.033
Cuivre rouge fondu.....	8.788	Sucre.....	4.606
— — en fil....	8.879	Suif.....	0.944
Diamant.....	3.501	Tan.....	0.350
Etain fondu.....	7.294	Zinc fondu.....	7.100

TABLE du poids d'un mètre carré de feuille de tôle,
en fer, cuivre rouge, plomb, zinc, étain, et argent
suivant les épaisseurs.

EPAISSEUR des feuilles.	TÔLE.	CUIVRE rouge	PLOMB.	ZINC.	ETAIN.	ARGENT.
mill.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.	kil.
1/4	4.947	2.497	2.838	4.713	4.825	2.632
1/2	3.894	4.394	5.676	3.430	3.630	5.303
1	7.788	8.788	11.332	6.861	7.300	10.610
2	45.576	45.576	22.704	43.722	44.600	21.220
3	23.364	26.364	34.056	29.583	21.900	31.830
4	31.454	35.452	45.408	27.444	23.200	41.440
5	38.940	43.940	56.760	34.305	36.300	52.030
6	46.728	52.728	68.442	40.466	43.800	62.660
7	54.516	61.516	79.464	47.027	51.400	73.270
8	62.304	70.304	90.816	53.878	58.400	83.880
9	70.092	79.092	102.468	60.749	65.700	94.490
10	77.880	87.880	113.520	67.610	73.000	103.400
11	85.668	96.668	124.872	74.471	80.300	113.710
12	92.456	103.456	136.224	81.332	87.600	126.320
13	100.234	114.234	147.576	88.193	94.900	136.930
14	109.032	123.032	158.928	95.054	102.200	147.540
15	116.820	134.820	170.280	101.915	109.500	158.150
16	124.608	140.608	181.632	108.776	116.800	168.760
17	132.396	149.396	192.984	115.637	124.100	179.370
18	140.184	158.184	204.336	122.498	134.400	189.980
19	147.972	166.972	215.688	129.359	138.700	200.590
20	155.760	175.760	227.040	136.220	146.100	211.200

TABLEAU des poids de 1 mètre de fer carré suivant
le côté.

DIMENSIONS.	POIDS.	DIMENSIONS.	POIDS.	DIMENSIONS.	POIDS.
mill.	kil.	mill.	kil.	mill.	kil.
4	0.008	38	44.246	75	43.806
2	0.034	39	44.806	76	44.983
3	0.070	40	42.451	77	46.476
4	0.123	41	43.092	78	47.382
5	0.195	42	43.738	79	48.665
6	0.280	43	44.400	80	49.843
7	0.382	44	45.078	81	51.097
8	0.498	45	45.771	82	52.367
9	0.634	46	46.479	83	53.632
10	0.779	47	47.204	84	54.952
11	0.942	48	47.944	85	56.208
12	1.124	49	48.699	86	57.600
13	1.316	50	49.470	87	58.947
14	1.526	51	50.237	88	60.340
15	1.752	52	51.039	89	61.689
16	1.994	53	51.876	90	63.088
17	2.251	54	52.710	91	64.486
18	2.523	55	53.553	92	65.918
19	2.814	56	54.423	93	67.338
20	3.115	57	55.303	94	68.815
21	3.433	58	56.199	95	70.287
22	3.769	59	57.110	96	71.774
23	4.120	60	58.036	97	73.262
24	4.486	61	58.979	98	74.776
25	4.868	62	59.937	99	76.330
26	5.263	63	60.911	100	77.880
27	5.677	64	61.900	101	79.445
28	6.106	65	62.884	102	81.026
29	6.550	66	63.925	103	82.623
30	7.009	67	64.900	104	84.236
31	7.484	68	65.012	105	85.863
32	7.975	69	67.079	106	87.506
33	8.481	70	68.161	107	89.165
34	9.003	71	69.259	108	90.839
35	9.540	72	70.373	109	92.529
36	10.093	73	71.502	110	94.233
37	10.662	74	72.647		

TABLEAU des poids de 1 mètre de fer rond suivant les diamètres.

DIAMÈTRES.	POIDS.	DIAMÈTRES.	POIDS.	DIAMÈTRES.	POIDS.
mill.	kil.	mill.	kil.	mill.	kil.
2	0.024	35	7.496	68	28.294
3	0.053	36	7.930	69	29.433
4	0.098	37	8.377	70	29.983
5	0.158	38	8.836	71	30.846
6	0.220	39	9.307	72	31.721
7	0.300	40	9.791	73	32.348
8	0.392	41	10.281	74	33.508
9	0.496	42	10.794	75	34.419
10	0.612	43	11.314	76	35.343
11	0.740	44	11.846	77	36.280
12	0.881	45	12.394	78	37.228
13	1.034	46	13.048	79	38.189
14	1.199	47	13.347	80	39.162
15	1.377	48	14.098	81	40.147
16	1.566	49	14.692	82	41.144
17	1.768	50	15.296	83	42.154
18	1.983	51	15.916	84	43.176
19	2.209	52	16.546	85	44.210
20	2.448	53	17.183	86	45.256
21	2.698	54	17.813	87	46.315
22	2.962	55	18.540	88	47.380
23	3.237	56	19.189	89	48.469
24	3.523	57	19.884	90	49.563
25	3.824	58	20.458	91	50.674
26	4.136	59	21.200	92	51.791
27	4.461	60	22.028	93	52.923
28	4.797	61	22.769	94	54.067
29	5.146	62	23.521	95	55.224
30	5.507	63	24.286	96	56.393
31	5.880	64	25.063	97	57.574
32	6.266	65	25.833	98	58.644
33	6.664	66	26.634	99	59.972
34	7.074	67	27.468	100	61.490

Poids de 1 mètre courant de tuyaux en Fonte.

DIAMÈTRE intérieur en centimètre.	POIDS EN KILOGRAMMES POUR DES ÉPAISSEURS DE :					
	40 mill.	41 mill.	42 mill.	43 mill.	44 mill.	45 mill.
	K.	K.	K.	K.	K.	K.
40	24.9	27.6	30.4	33.2	36.4	39.0
42	29.4	32.6	35.8	39.4	42.4	45.8
44	33.9	37.6	41.3	45.0	48.8	52.6
46	38.4	42.5	46.7	50.9	55.4	59.4
48	43.9	47.5	52.4	56.7	61.4	66.4
20	47.5	52.5	57.4	62.6	67.7	72.9
22	52.0	57.4	63.0	68.5	74.4	79.7
24	56.6	62.4	68.4	74.4	80.4	86.5
26	61.4	67.4	73.8	80.3	86.8	93.3
28	66.6	72.4	79.2	86.2	93.4	100.4
30	70.4	77.4	84.7	92.0	99.4	106.9
32	74.6	82.3	90.4	97.9	105.8	113.7
34	79.2	87.3	95.5	103.8	112.4	121.4
36	83.7	92.3	101.0	109.7	118.4	127.2
38	88.2	97.3	106.4	115.6	124.7	134.0
40	97.7	102.2	114.8	124.4	131.4	140.8
42	97.3	107.2	117.3	127.3	137.4	147.6
44	101.8	112.2	122.7	133.2	143.8	154.3
46	106.3	117.2	128.4	139.4	150.4	161.4
48	110.8	122.2	135.5	145.0	156.4	167.9
50	115.3	127.4	139.0	150.8	162.8	174.7

Poids de 1 mètre courant de tuyaux en Plomb.

DIAMÈTRE intérieur en centimètres.	POIDS EN KILOGRAMMES POUR LES ÉPAISSEURS DE :					
	3 mill.	4 mill.	5 mill.	6 mill.	8 mill.	9 mill.
	k.	k.	k.	k.	k.	k.
2	2.4	3.4	4.4	"	"	"
3	3.3	4.8	6.2	7.7	"	"
4	4.6	6.3	8.0	9.8	"	"
5	5.7	7.7	9.8	12.0	"	"
6	6.7	9.4	11.6	14.1	"	"
7	7.8	10.5	13.4	16.3	22.2	"
8	8.9	12.0	15.0	18.5	25.4	"
9	9.9	13.4	16.8	20.6	27.9	31.8
10	11.0	14.8	18.6	22.2	30.8	35.0
11	12.4	16.3	20.4	24.9	33.6	38.2
12	13.4	17.7	22.2	27.4	36.5	41.4
13	14.2	19.4	24.0	29.4	39.3	44.6
14	15.3	20.3	25.7	31.2	42.2	47.8
15	16.4	22.0	27.5	33.3	45.0	51.0
16	17.4	23.4	29.3	35.4	47.9	54.2
17	18.3	25.0	31.4	37.6	50.7	57.5
18	19.6	26.3	32.9	39.7	53.6	60.7
19	20.6	27.8	34.7	41.8	56.5	63.9
20	21.7	29.2	36.4	44.4	59.4	67.4

Poids de 1 mètre courant de tuyaux en fer étiré.

DIAMÈTRE extérieur en millimètres.	POIDS EN KILOGRAMMES POUR LES ÉPAISSEURS DE :				
	1 mill. 1/2	2 mill.	3 mill.	4 mill.	5 mill.
	k.	k.	k.	k.	k.
40	0.3	0.4	"	"	"
45	0.5	0.6	0.9	"	"
50	0.7	0.9	1.2	"	"
55	0.9	1.1	1.6	"	"
60	1.0	1.4	2.0	2.5	"
65	1.2	1.6	2.3	3.0	3.2
70	1.4	1.9	2.7	3.6	4.3
75	1.6	2.1	3.4	4.0	4.9
80	1.8	2.3	3.4	4.5	5.5
85	2.0	2.6	3.8	5.0	6.1
90	2.1	2.8	4.2	5.3	6.7
95	2.2	3.1	4.5	6.0	7.5
100	2.4	3.3	4.9	6.5	7.9
105	2.6	3.6	5.3	7.0	8.5
110	2.9	3.8	5.6	7.4	9.1
115	3.1	4.1	6.0	7.9	9.8
120	3.2	4.3	6.4	8.4	10.4
125	3.4	4.5	6.7	8.9	11.0
130	3.6	4.8	7.1	9.4	11.6
135	3.8	5.0	7.3	9.9	12.2
140	4.0	5.3	7.9	10.4	12.9

Dilatations linéaires et en volume de diverses substances
de 0° à 100 degrés.

N O M S des substances.	DILATATIONS.		COEFFICIENT de dilatation linéaire ou dilatation pour 1 degré.
	le millimètre pris pour unité.	en fractions ordinaires.	
	m/m		m/m
Zinc.....	3.0540	4/328	0.03108
Plomb.....	2.8184	4/356	0.02848
Étain de Falmouth.....	2.4730	4/462	0.02173
Argent de coupelle.....	4.9097	4/523	0.01910
Cuivre jaune ou laiton.....	4.8782	4/533	0.01867
Cuivre.....	4.7473	4/582	0.01742
Or de départ.....	4.4664	4/682	0.01514
Fer passé à la filière.....	4.2350	4/812	0.01200
Fer doux forgé.....	4.2205	4/849	0.01482
Fonte.....	4.4094	4/904	0.01440
Acier non trempé.....	4.0794	4/927	0.01080
Verre de St. Gobain.....	0.8909	4/1122	0.00861
Platine.....	0.8563	4/1167	0.00884

Unités de chaleur développées par 1^k de combustibles.

COMBUSTIBLES.	UNITÉS DE CHALEUR ou calories.
Charbon de bois.....	6000 - 7000
Coke.....	6000
Houille moyenne.....	7050
Tourbe sèche.....	4800
Tourbe ordinaire.....	3000
Tourbe 2 ^{me} qualité.....	4500
Bois séché.....	3600
Bois ordinaire.....	2800
Charbon de tourbe.....	5800

Diamètres en millimètres des arbres de transmission premiers moteurs.

FORCE en chevaux.	NOMBRE DE TOURS PAR MINUTE.													
	40	45	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
2	94	92	73	69	63	62	59	57	55	52	49	47	43	44
3	108	94	85	79	73	74	68	65	63	59	55	54	52	50
4	118	103	94	87	82	78	73	71	69	65	62	59	57	53
5	127	111	101	94	89	84	80	77	75	70	67	64	62	59
6	135	113	103	90	94	89	85	82	79	75	74	68	66	63
8	149	130	118	110	103	98	94	90	87	82	78	73	72	69
10	160	140	126	118	114	106	101	97	94	89	84	80	77	75
12	170	149	133	126	118	112	108	103	100	94	89	85	82	79
15	184	160	146	135	127	124	116	111	108	101	96	92	89	85
18	193	171	153	144	135	129	123	118	114	108	102	98	94	91
20	202	177	160	149	140	133	127	123	118	114	106	101	97	94
25	218	190	173	160	151	144	137	132	127	120	114	109	105	101
30	231	202	184	174	160	152	146	140	135	127	121	116	114	107
35	243	213	193	179	169	160	154	148	143	134	127	122	117	113
40	253	222	202	189	177	168	160	154	149	140	133	127	123	118
45	263	231	210	193	184	174	167	160	155	146	139	133	127	123
50	274	239	218	202	190	181	173	166	160	151	143	137	132	127
60	291	244	231	215	202	192	184	177	170	160	152	146	142	133
70	306	267	243	222	213	202	193	185	179	168	160	153	147	142
80	320	280	254	236	222	214	202	194	188	177	168	160	154	149
90	333	291	263	246	234	220	214	202	195	184	174	167	160	153
100	343	362	274	254	239	228	218	209	202	190	181	173	166	160

On multipliera les résultats de cette table par 0.81 pour des arbres en fer de première transmission et par 0.67 pour des arbres en fer de deuxième transmission.

TABLEAU servant à déterminer les nombres de dents ou diamètres des roues d'engrenage quand on connaît le pas de la denture et réciproquement.

NOMBRE de dents.	DIAMÈTRE.	NOMBRE de dents.	DIAMÈTRE.	NOMBRE de dents.	DIAMÈTRE.
40	3.483	58	48.460	106	33.740
44	3.504	59	48.780	107	34.058
42	3.820	60	49.098	108	34.376
43	4.138	64	49.446	109	34.695
44	4.456	62	49.734	110	35.013
45	4.774	63	20.053	111	35.331
46	5.093	64	20.371	112	35.650
47	5.411	65	20.689	113	35.968
48	5.729	66	21.008	114	36.286
49	6.048	67	21.326	115	36.604
20	6.366	68	21.644	116	36.923
21	6.684	69	21.963	117	37.241
22	7.002	70	22.281	118	37.559
23	7.321	71	22.599	119	37.878
24	7.639	72	22.917	120	38.196
25	7.957	73	23.236	121	38.514
26	8.276	74	23.554	122	38.833
27	8.594	75	23.872	123	39.151
28	8.912	76	24.191	124	39.469
29	9.231	77	24.509	125	39.788
30	9.549	78	24.827	126	40.106
31	9.867	79	25.146	127	40.424
32	10.186	80	25.464	128	40.742
33	10.504	81	25.782	129	41.061
34	10.822	82	26.100	130	41.379
35	11.140	83	26.419	131	41.697
36	11.459	84	26.737	132	42.016
37	11.777	85	27.055	133	42.334
38	12.095	86	27.374	134	42.652
39	12.414	87	27.692	135	42.770
40	12.732	88	28.010	136	43.289
41	13.050	89	28.329	137	43.607
42	13.369	90	28.647	138	43.925
43	13.687	91	28.965	139	44.244
44	14.005	92	29.284	140	44.562
45	14.323	93	29.602	141	44.880
46	14.642	94	29.920	142	45.199
47	14.960	95	30.238	143	45.517
48	15.278	96	30.557	144	45.835
49	15.597	97	30.875	145	46.153
50	15.915	98	31.193	146	46.472
51	16.233	99	31.512	147	46.790
52	16.552	100	31.830	148	47.108
53	16.870	101	32.148	149	47.427
54	17.188	102	32.467	150	47.745
55	17.506	103	32.785	151	48.063
56	17.825	104	33.103	152	48.382
57	18.143	105	33.421	153	48.700

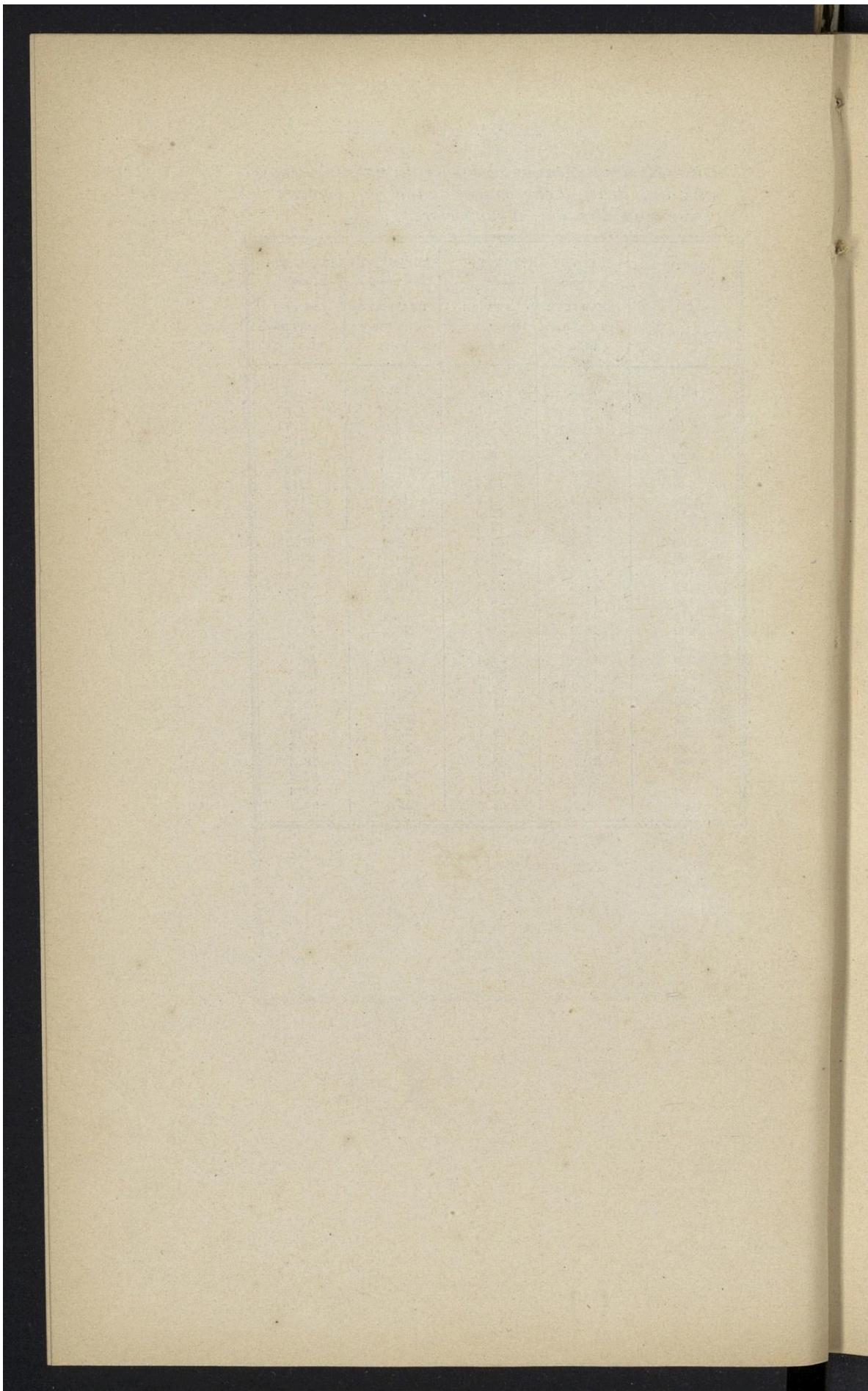
TABLEAU des circonférences, surfaces, carrés, cubes,
racines carrées, racines cubiques, de 1 à 100.

NOMBRES.	CIRCON-FÉRENCE.	SURFACE.	CARRÉ.	CUBE.	RACINE carrée.	RACINE cubique.
1	3.14	0.78	1	1	1.000	1.000
2	6.28	3.14	4	8	1.414	1.259
3	9.42	7.07	9	27	1.732	1.442
4	12.57	12.57	16	64	2.000	1.387
5	15.71	19.63	25	125	2.336	1.709
6	18.85	28.27	36	216	2.449	1.817
7	21.99	38.48	49	343	2.645	1.912
8	25.13	50.26	64	512	2.828	2.000
9	28.27	63.61	81	729	3.000	2.080
10	31.41	78.54	100	1000	3.162	2.134
11	34.53	95.03	121	1331	3.346	2.223
12	37.69	113.09	144	1728	3.464	2.289
13	40.84	132.73	169	2179	3.605	2.351
14	43.98	153.93	196	2744	3.741	2.410
15	47.12	176.74	224	3375	3.872	2.466
16	50.26	201.06	256	4096	4.000	2.519
17	53.40	226.98	289	4913	4.123	2.574
18	56.54	254.46	324	5832	4.242	2.620
19	59.69	283.52	361	6859	4.358	2.668
20	62.83	314.45	400	8000	4.472	2.744
21	65.97	346.36	441	9261	4.582	2.758
22	69.11	380.43	484	10648	4.690	2.802
23	72.25	415.47	529	12167	4.793	2.843
24	75.39	452.38	576	13824	4.898	2.884
25	78.54	490.87	625	15625	5.000	2.924
26	81.68	530.93	676	17576	5.099	2.962
27	84.82	572.55	729	19683	5.196	3.000
28	87.96	615.75	784	21952	5.291	3.036
29	91.10	660.62	841	24389	5.385	3.072
30	94.24	706.85	900	27000	5.477	3.107
31	97.38	754.76	961	29791	5.567	3.141
32	100.53	804.24	1024	32768	5.656	3.174
33	103.67	855.29	1089	34937	5.744	3.207
34	106.81	907.92	1156	37004	5.830	3.239
35	109.95	962.44	1223	42875	5.916	3.271
36	113.09	1017.87	1296	46636	6.000	3.301
37	116.23	1075.21	1369	50633	6.082	3.332
38	119.38	1134.44	1444	54872	6.164	3.361
39	122.52	1194.59	1521	59319	6.244	3.391
40	125.66	1256.63	1600	64000	6.321	3.419
41	128.80	1320.25	1681	68921	6.403	3.448
42	131.94	1385.44	1764	74088	6.480	3.476
43	135.08	1452.20	1849	79507	6.557	3.503
44	138.23	1520.52	1936	85184	6.633	3.530
45	141.37	1590.43	2023	91425	6.708	3.556
46	144.51	1661.90	2116	97336	6.782	3.583
47	147.65	1734.94	2209	103823	6.853	3.608
48	150.79	1809.55	2304	110592	6.928	3.634
49	153.93	1885.74	2401	117649	7.000	3.659

NOMBRES.	CIRCON-FÉRENCE.	SURFACE.	CARRÉ.	CUBE.	RACINE carrée.	RACINE cubique.
50	157.08	4963.49	2300	123000	7.074	3.684
51	160.22	2042.82	2000	423650	7.141	3.708
52	163.36	2123.74	2704	440608	7.244	3.732
53	166.50	2206.48	2809	448877	7.280	3.756
54	169.64	2290.21	2946	137464	7.348	3.779
55	172.78	2375.82	3025	466375	7.446	3.802
56	175.92	2463.01	3136	475616	7.483	3.823
57	179.07	2551.75	3249	185193	7.549	3.848
58	182.21	2642.08	3364	495112	7.615	3.870
59	185.35	2733.97	3484	205379	7.681	3.892
60	188.49	2827.43	3600	216000	7.745	3.914
61	191.63	2922.46	3721	226981	7.810	3.936
62	194.77	3019.07	3844	238328	7.874	3.957
63	197.92	3117.24	3969	250047	7.937	3.979
64	201.06	3216.99	4096	262444	8.000	4.000
65	204.20	3318.30	4223	274223	8.062	4.020
66	207.34	3421.48	4356	287496	8.424	4.044
67	210.48	3525.63	4489	300763	8.483	4.064
68	213.62	3634.68	4624	314432	8.246	4.084
69	216.77	3739.28	4761	328509	8.306	4.104
70	219.91	3848.45	4900	343000	8.366	4.124
71	223.05	3959.49	5044	357914	8.426	4.140
72	226.19	4071.30	5184	373248	8.483	4.160
73	229.33	4185.38	5329	389017	8.543	4.179
74	232.47	4300.84	5476	405224	8.602	4.198
75	235.61	4417.86	5623	421875	8.660	4.217
76	238.76	4536.45	5776	438976	8.717	4.235
77	244.90	4656.62	5929	456333	8.774	4.254
78	245.04	47.8.36	6084	474552	8.834	4.272
79	248.48	4904.66	6244	493039	8.888	4.290
80	251.32	5026.53	6400	512000	8.944	4.308
81	254.46	5133.00	6561	531441	9.000	4.326
82	257.61	5281.01	6724	551368	9.055	4.344
83	260.75	5440.59	6889	574787	9.110	4.362
84	263.89	5541.77	7056	592704	9.165	4.379
85	267.03	5674.50	7223	614425	9.219	4.396
86	270.17	5808.80	7396	636056	9.273	4.414
87	273.31	5944.67	7569	656503	9.327	4.434
88	276.46	6082.44	7744	684472	9.380	4.447
89	279.60	6224.43	7924	704969	9.433	4.464
90	282.74	6361.72	8100	729000	9.486	4.484
91	285.88	6503.87	8281	753374	9.539	4.497
92	289.02	6647.61	8464	778688	9.591	4.514
93	292.16	6792.90	8649	804357	9.643	4.530
94	295.31	6939.78	8836	830584	9.695	4.546
95	298.45	7088.81	9025	857375	9.746	4.562
96	301.59	7238.23	9206	884736	9.797	4.578
97	304.73	7389.81	9409	912673	9.848	4.594
98	307.87	7542.96	9704	944192	9.899	4.610
99	311.01	7697.68	9804	970299	9.949	4.626
400	344.16	7833.97	10000	1000000	10.000	4.632

TABLEAU des dimensions à donner au pas et à l'épaisseur des dents d'engrenage quand on connaît la pression qu'elles doivent supporter.

PRESSION EN kilogrammes.	ROUES EN FONTE.		ROUES A DENTS DE BOIS.	
	ÉPAISSEUR des dents en m/m	PAS DE l'engrenage en m/m	ÉPAISSEUR des dents en m/m	PAS DE l'engrenage en m/m
kil.	mill	mill	mill	mill
5	2.3	4.9	3.2	6.8
40	3.3	6.9	4.7	9.8
45	4.0	8.5	5.6	11.8
20	4.6	9.7	6.4	13.4
30	5.7	12.0	7.9	16.6
40	6.6	13.9	9.4	19.2
50	7.4	15.6	10.2	21.5
60	8.4	17.0	11.2	23.5
70	8.7	18.4	12.1	25.4
80	9.4	19.7	12.9	27.3
90	9.9	20.8	13.7	28.8
100	10.3	22.0	14.5	30.4
125	11.6	24.4	16.4	33.8
150	12.8	26.9	17.7	37.4
175	13.8	29.4	19.4	40.2
200	14.8	31.1	20.2	42.5
225	15.7	33.0	21.7	47.6
250	16.6	34.8	22.9	48.4
275	17.3	36.3	23.9	50.2
300	18.2	38.1	25.1	52.6
350	19.6	41.2	27.4	56.9
400	21.0	43.2	29.0	60.9
500	23.4	49.4	32.3	67.9
600	25.7	54.0	35.5	74.6
700	27.7	58.2	37.2	78.3
800	29.7	62.4	41.0	86.2
900	31.5	66.4	43.5	94.3
1000	33.2	69.6	45.8	96.2

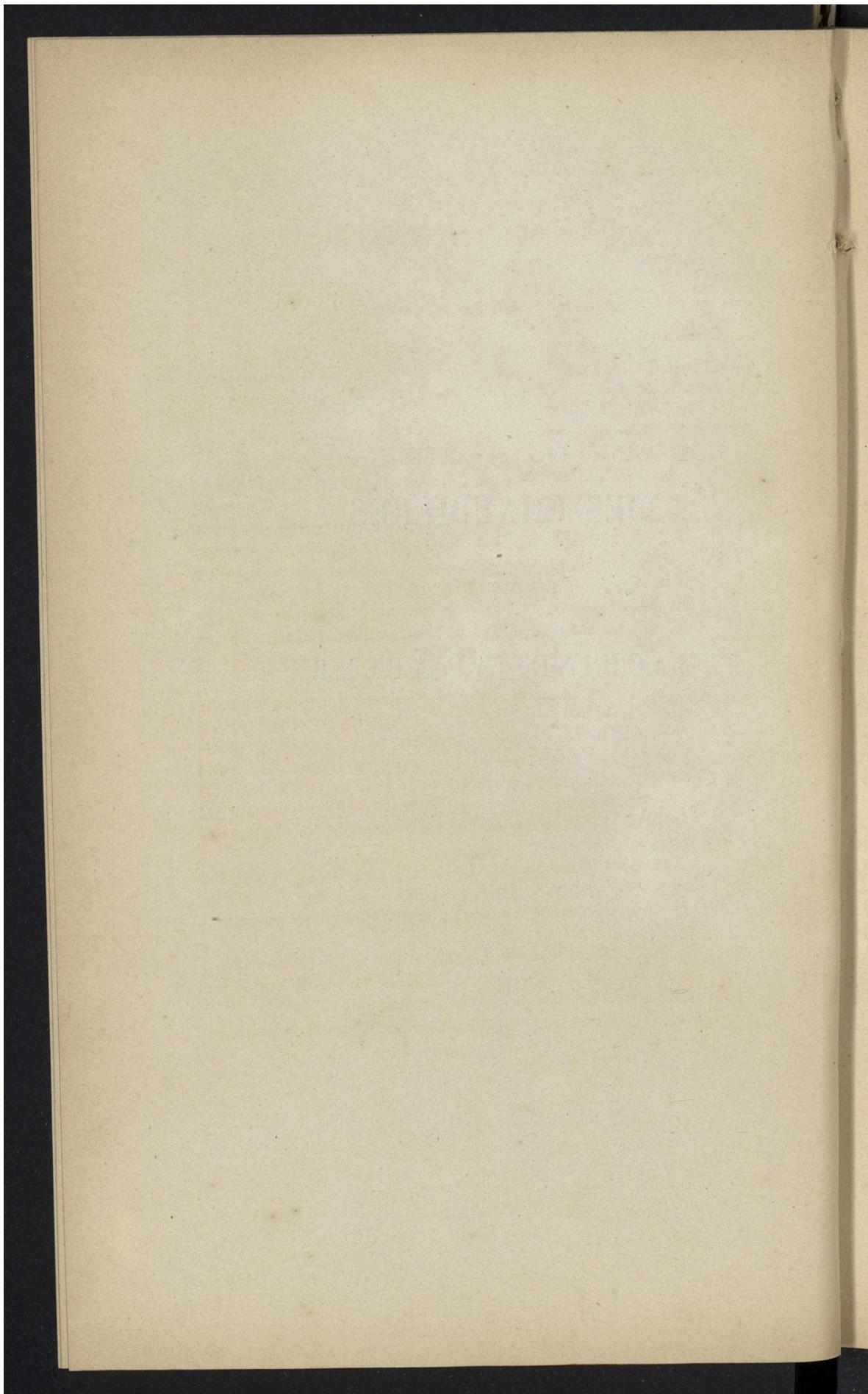


Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

DES CHAUDIÈRES

E T

MACHINES A VAPEUR



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

DES CHAUDIÈRES.

De la vapeur.

On appelle vapeur d'eau la buée ou fumée humide qui se dégage de l'eau lorsqu'on élève la température de ce liquide, en le soumettant à l'action d'un foyer de chaleur.

La vapeur ne commence à se dégager de l'eau que lorsque celle-ci a atteint la température de 100 degrés centigrades : la pression atmosphérique qui agit sur la surface du liquide empêche l'ébullition jusqu'à cette température, mais à ce moment, cette pression étant équilibrée par la force élastique de la vapeur, le produit gazeux commence à s'élèver en raison de son poids spécifique inférieur à celui de l'eau. Le vase dans lequel se passe ce phénomène étant ouvert le dégagement continue sans que la température puisse s'élèver au-dessus de 100 degrés, la chaleur dégagée par le foyer étant employée à produire la vapeur.

Si le vase au contraire est complètement fermé comme une chaudière, la vapeur s'accumulant dans l'espace libre au-dessus de l'eau acquiert, en raison de sa compressibilité, une tension ou force élastique qui augmente avec la température ; et il y a une telle relation entre la pression et la température que l'abaissement ou l'élévation de l'une entraîne l'abaissement ou l'élévation de l'autre.

La concentration plus ou moins grande de la vapeur à une température proportionnelle à l'intérieur d'une chaudière entièrement close, donne lieu à sa puissance plus ou moins énergique.

Voici un tableau de quelqu'utilité dans la pratique ; il donne : les températures, le poids, les volumes et les vitesses de la vapeur à diverses pressions.

Températures, poids, volumes et vitesses de la vapeur à diverses pressions.

élasticité ou pression de la vapeur en atmosphères.	colonne de mercure à 0° qui mesure cette pression	pression en kilogramme par chaque centimètre carrié.	température en degrés centigrades.	poids du mètre cube de vapeur.	vitesse en litres d'un kilo. de vapeur et à la pression et à la température correspondante.	vitesse de la vapeur s'échappant dans l'atmosphère.
0.30	0.38	0.516	82.0	0.340	3229.36	"
0.75	0.57	0.776	92.0	0.354	2217.20	"
1.00	0.76	1.038	100.0	0.388	1700.00	244
1.48	0.90	1.218	105.0	0.684	4454.00	332
1.50	0.90	1.218	105.0	0.684	4454.00	332
1.73	1.14	1.350	142.4	0.854	1174.50	393
2.00	1.33	1.809	147.4	0.984	4016.66	394
2.23	1.32	2.066	144.5	1.144	899.94	427
2.30	1.72	2.226	125.5	1.238	808.00	454
2.50	1.90	2.582	128.8	1.363	733.45	472
2.73	2.09	2.812	132.4	1.487	672.36	488
3.00	2.28	3.100	135.0	1.614	620.74	502
3.25	2.47	3.360	137.7	1.734	576.83	512
3.50	2.66	3.618	140.6	1.855	539.10	520
4.00	3.04	4.133	145.4	2.096	477.05	537
4.50	3.12	4.148	149.4	2.334	428.36	549
5.00	3.80	5.165	153.3	2.558	389.38	562
5.50	4.18	5.681	156.7	2.802	356.86	"
6.00	4.36	6.200	160.0	3.033	329.69	"
6.30	4.94	6.719	163.3	3.284	306.62	"
7.00	5.32	7.233	166.4	3.488	286.70	"
8.00	6.08	8.264	172.4	3.934	254.27	"

On appelle pression d'un atmosphère, le poids qu'exerce sur un centimètre carré de surface la colonne d'air atmosphérique qui a pour base ce centimètre et pour hauteur celle de l'atmosphère : on a calculé que cette pression est égale à $1^k.033$.

Cette pression d'un atmosphère est capable de soulever dans le vide une colonne d'eau de 10 mètres de hauteur ou une colonne de mercure de $0^m.75$.

I.

Quelle est la pression en kilogramme, sur 1 centimètre carré, de la vapeur à 5 atmosphères ?

$$1^k.033 \times 5 = 5^k.165$$

II.

Quelle est la tension en atmosphères de la vapeur équivalente au poids de $5^k.165$ par centimètre carré ?

$$\frac{5.165}{1.033} = 5 \text{ atmosphères.}$$

III.

Quelle est la pression en kilogramme, sur une surface de 25 centimètres carrés, de la vapeur à 5 atmosphères ?

$$1.033 \times 5 \times 25 = 129^k.125.$$

IV.

Quelle est la pression en kilogrammes, sur un piston de 20 centimètres de diamètre, de la vapeur à 4 atmosphères ?

$$\text{Surface du piston} = 3.1416 \times \left(\frac{20}{2}\right)^2 = 314$$

$$\text{Pression} = 314 \times 1.033 \times 4 = 1297^k.448$$

Les machines à vapeur se classent en :

Machines à basse pression

" à moyenne "

" à haute "

selon la tension de la vapeur dans la chaudière.

Ainsi les premières fonctionnent à une pression de 1 à 1 1/2 atmosphère, et les troisièmes de 4 à 8 atmosphères.

Dans ces dernières années on a même poussé jusqu'à 10 atmosphères et au delà ; mais à ces limites élevées les points mobiles sur la chaudière et les tuyaux demandent à être faits très exactement pour être à l'abri des fuites.

L'expérience a démontré qu'un kilogramme ou litre d'eau produit 1,700 litres de vapeur à 100 degrés centigrades et sous la pression de 1 atmosphère ; donc un litre de vapeur dans ces conditions pèsera $\frac{1k}{1700} = 0^{gr.}588$.

Le poids de 1 mètre cube de vapeur à toute autre pression se détermine par la formule suivante :

$$P = \frac{0.7827}{(1 + 0.00375) t} \times p$$

Dans laquelle p est la pression en kilos par centimètre carré et t la température en degrés centigrades de la vapeur.

VI.

Quel est le poids de 1 mètre cube de vapeur sa pression étant de 3 atmosphères ou de 3^k.099 par centimètre carré et sa température de 135 degrés.

$$P = \frac{0.7827}{(1 + 0.00375) 135} \times 3.099 = 1^k.611$$

Cette formule a servi à établir la cinquième colonne de la table précédente.

VII.

Quel est le poids de la vapeur à 135 degrés à chaque course d'un piston de 0^m,25 de diamètre et de 1^m,20 de course ?

Volume cylindre en mètres cubes $\left(\frac{0.25}{2}\right)^2 \times 3.1416 \times 1.20 = 0^m.0589^e$. D'après la table I le poids de 1 mètre cube de vapeur à 3 atmosphères est de $1^k.611$ à 135 degrés, d'où l'on a

$$0^m.0589^e \times 1^k.611 = 0^k.095.$$

ÉPAISSEUR DES TOLES DES CHAUDIÈRES.

L'épaisseur à donner aux tôles des chaudières cylindriques est fixée par une ordonnance qui impose la formule suivante :

$$E = \frac{48 \times d \times p}{40} + 3$$

E = l'épaisseur en millimètres.

d = le diamètre en mètres.

p = pression dans la chaudière en atmosphères moins 1.

Exemple.— Étant donné une chaudière de 1 mètre de diamètre et sa pression de 6 atmosphères, on demande l'épaisseur de sa tôle.

$$E = \frac{48 \times 1 \times (6-1)}{40} + 3 \text{ m/m} = 12 \text{ m/m}$$

Au moyen de cette formule on a établi la table suivante.

DIAMÈTRE des chaudières.	NUMÉROS EXPRIMANT LES TENSIONS DE LA VAPEUR.						
	2	3	4	5	6	7	8
	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m	m/m
0.50	3.90	4.80	5.70	6.60	7.50	8.40	9.30
0.55	3.99	4.98	5.97	6.96	7.95	8.94	9.93
0.60	4.08	5.46	6.24	7.32	8.40	9.48	10.56
0.65	4.17	5.34	6.31	7.68	8.85	10.02	11.19
0.70	4.26	5.52	6.78	8.04	9.30	10.56	11.82
0.75	4.35	5.70	7.05	8.40	9.75	11.40	12.45
0.80	4.44	5.80	7.32	8.76	10.20	11.64	13.08
0.85	4.53	6.06	7.59	9.42	10.63	12.48	13.74
0.90	4.62	6.24	7.86	9.48	11.40	12.72	14.34
0.95	4.71	6.42	8.43	9.84	11.55	13.26	14.97
1.00	4.80	6.60	8.40	10.20	12.00	13.80	15.60

DIMENSIONS DES CHAUDIÈRES ET SURFACES DE CHAUFFE.

On mesure la force de vaporisation des chaudières par l'étendue de la surface exposée à l'action directe de la chaleur du foyer.

Dans les chaudières cylindriques dites de Woolf, on calcule la surface de chauffe à raison de 1.30 mètre carré par force de cheval.

La moitié de la surface totale de la chaudière plus les $\frac{2}{3}$ de la surface totale de chaque bouilleur forme la surface de chauffe dans ce genre de chaudière.

Dans les chaudières sans bouilleurs l'eau remplit les $\frac{2}{3}$ de la capacité, la surface de chauffe sera donc les $\frac{2}{3}$ de la surface totale de la chaudière.

La longueur des bouilleurs dans les calculs se prend toujours égale à celle de la chaudière et l'on néglige ce qui est en plus.

I.

Quelle surface donnera-t-on à une chaudière pour produire une force de 10 chevaux vapeur ?

$$1^m.30^c \times 10 = 13 \text{ mètres carrés.}$$

II.

Quelle est la force en chevaux d'une chaudière à 2 bouilleurs établie dans les conditions suivantes :

Longueur de la chaudière..... 5^m.00

Diamètre " 1 .00

Longueur de chaque bouilleur... 5 .00

Diamètre " 0 .40

$$\text{Surface de chauffe de la chaudière } \frac{5 \times 1 \times 3.14}{2} = 7 .85$$

$$\text{Surface de chauffe de 2 bouilleurs } 2 (5 \times 0.40 \times 3.14) \times \frac{2}{3} = 8^m.37$$

$$16 .22$$

$$\text{Force en chevaux } \frac{46.22}{4.30} = 12^{ch}.47$$

Certains constructeurs calculent 1^m.40 par force de cheval et même plus suivant le genre de combustible à employer.

III.

Quelle est la longueur L à donner à une chaudière cylindrique sans bouilleurs, capable d'alimenter une machine de 6 chevaux : en supposant son diamètre de 0^m.80 et en admettant une surface de 1^m.30 par force de cheval.

$$\text{Surface totale de chauffe} = 1.30 \times 6 = 7^{\text{mq}}.80$$

$$\text{Nous avons } L \times 3.14 \times 0.80 \times \frac{2}{3} = 7.80 \text{ d'où}$$

$$L = \frac{7.80 \times 3}{2 \times 3.14 \times 0.80} = 4^{\text{m}}.65$$

IV.

Trouver la capacité d'une chaudière à vapeur de 4^m.65 de longueur, 0^m.80 de diamètre et terminée par deux calottes sphériques dont la flèche est égale à 0^m.40 ?

$$\text{Longueur de la partie cylindrique } 4.65 - 2 \times 0.40 = 3.85$$

$$\text{Volume } " " " 3.14 \times \left(\frac{0.80}{2}\right)^2 \times 3.85 = 4.9327$$

$$\text{Volume des deux calottes } 2 \times \frac{1}{6} \pi \times (0.40)^2 \times 0.40 = 0.4019$$

$$\text{Volume total } 4.9327 + 0.4019 = 2.3346 \text{ dont}$$

$$\begin{array}{ll} 2/3 \text{ du volume pour l'eau soit } 1^{\text{me}}.5564 \text{ et} \\ 1/3 " " \text{ pour la vapeur soit } 0 .7782 \end{array}$$

SOUPAPE DE SURETÉ.

Pour déterminer le diamètre des soupapes de sûreté pour machines à haute pression, l'administration des ponts et chaussées applique la formule suivante :

$$D = 2.6 \sqrt{\frac{C}{N - 0.412}}$$

Dans laquelle D représente le diamètre en centimètres.
C la surface de chauffe et N la pression en atmosphères dans la chaudière.

I.

Trouver le diamètre d'une soupape de sûreté en supposant C = 11.98 et N = 4

$$D = 2,6 \sqrt{\frac{44.98}{4 - 0.442}} = 4^{c/m} . 73$$

Étant donné une soupape de 7^{c/m} de diamètre, la pression intérieure de la chaudière 4 atmosphères, la longueur du grand bras de levier de la soupape 0^m.80, celle du petit bras 0^m.08, le poids de la soupape 0^k.860 et le poids du levier 6^k.342, trouver le poids à mettre à l'extrémité du levier ?

$$\left[\left(\frac{0.07}{2} \right)^2 \times \pi \times 4.033 \times (4-1) - (0.860 + 6.340) \right] \times \frac{0.08}{0.80} = 11.200$$

Des machines à vapeur.

I.

Quel est l'effet utile d'une machine à vapeur sans détente ni condensation ayant 0^m.30 de diamètre de piston, une course de 1^m.00 et faisant 40 tours par minute, la pression de la vapeur étant de 4 atmosphères dans la chaudière ?

$$\text{Surface du piston } \pi \left(\frac{0.30}{2} \right)^2 = 1413 \text{ centimètres carrés.}$$

$$\text{Vitesse linéaire du piston par seconde } \frac{1.00 \times 40 \times 2}{60} = 1.33$$

$$\text{Pression totale sur le piston } (4-1) \times 4k.033 \times 1413 = 4378k.88.$$

$$\text{Effet utile } \frac{4378.88 \times 1.33}{75} \times 0.55 = 42^{ch} . 70$$

II.

Étant donné une machine dont le cylindre à $0^m.30$ de diamètre et le piston $0^m.72$ de course avec une vitesse de 40 tours par minute ; la vapeur ayant dans le cylindre une tension de 5 atmosphères et n'agissant avec cette pression que pendant $\frac{1}{4}$ de la course, on demande l'effet utile par seconde ?

$$\text{Surface du piston } \frac{\pi}{4} \times (0.30)^2 = 0^m{0.07065}.$$

Volume de vapeur dépensé par coup de piston
 $0.07065 \times \frac{0.72}{4} = 0^m{0.0127}$

D'après la table de Poucelet donnée ci-dessous indiquant la quantité de travail produite par 1 mètre cube de vapeur à (5-1) ou 4 atmosphères détendu à 4 fois son volume primitif est de 98632^{kg} d'où $0^m{0.0127} \times 98632 = 1252.62$ et l'effet utile par seconde sera donc pour cette machine de :

$$\frac{0.50 \times (2 \times 40) \times 1252.62}{60 \times 75} = 11 \text{ chev. } 134$$

VOLUME après la détente.	Quantité de travail correspondante pour des tensions de :					
	3 atmos- phères.	4 atmos- phères.	4 1/2 atmos- phères.	5 atmos- phères.	5 1/2 atmos- phères.	6 atmos- phères.
	kgrm.	kgrm.	kgrm.	kgrm.	kgrm.	kgrm.
4.00	34000	44333	46500	51666	56833	62000
4.25	37947	50556	56873	63493	69514	75834
4.50	43569	58092	65303	72645	79876	87438
4.75	48348	64464	72322	80580	88638	96696
5.00	52488	69984	78732	87480	96228	104976
5.25	56139	74852	83208	93563	102924	112278
5.50	59406	79208	89409	99010	108911	118812
5.75	62361	83148	93544	103935	114328	124722
6.00	65038	86744	97587	108430	119273	130416
6.25	67539	90052	101308	112565	123824	135078
6.50	69837	93416	104755	116395	128034	139674
6.75	71976	95968	107964	119960	131956	143932
7.00	73974	98632	110961	123290	135649	147948
7.25	77625	103500	114637	129375	142312	155230
7.50	80892	107856	121338	134820	148502	161784

Dans le cas où la machine serait à condensation il ne faudrait retrancher de la pression dans le cylindre que 0.15 atmosphère pour la contrepression à l'échappement dans le condenseur au lieu de 1 atmosphère quand l'échappement est à l'air libre comme précédemment.

Comme la table précédente ne donne pas toutes les fractions d'atmosphère on y supplée par un simple calcul proportionnel :

III.

Si 1 mètre cube de vapeur à 4 atmosphères détendu 4 fois son volume, donne 98632 kilogrammètres combien donneront 1 mètre cube de vapeur dans les mêmes conditions de détente ayant une pression initiale de 4.85 atmosphères.

$$\frac{98632 \times 4.85}{4} = 11951.3$$

Puissance calorique des principaux combustibles.

NOMS DES COMBUSTIBLES.	QUANTITÉ DE VAPEUR FOURNIE par la combustion de 1 kilog. de chaque combustible.
Tourbe ordinaire.....	4.8 à 2.
Tourbe carbonisée.....	2.8 à 3.
Bois séché à l'air.....	2.7
Bois séché au feu.....	3.7
Charbon de bois ordinaire.....	5.6
Charbon de bois sec.....	6.0
Houille qualité inférieure.....	5.0
Houille bonne qualité.....	6.5
Coke.....	7.0

IV.

Quel est le poids d'eau à 33 degrés à injecter dans le condenseur d'une machine à haute pression consommant 19^k.390 de vapeur, à 5 atmosphères à 153 degrés, par minute, le mélange devant sortir à 60 degrés.

$$19.39 \left(\frac{550 + 153 - 60}{60 - 33} \right) = 461.679$$

st
pe

V.

Quel est le volume à engendrer par un coup de piston d'une pompe alimentaire d'une machine dont le cylindre à vapeur engendre un volume de $0^m. e. 1413$ par coup de piston.

$$\frac{0.1413}{230} = 614 \text{ centimètres cubes.}$$

VI.

Quel est le diamètre à donner à la tige en fer forgé d'un piston à vapeur dont le cylindre à $0^m.40$ de diamètre, la tension de la vapeur dans le cylindre étant de 4 atmosphères ou $4^k.132$ par centimètre carré.

$$\text{Surface du piston } \pi \left(\frac{0.40}{2} \right)^2 = 1256.54 \text{ centimètres carrés.}$$

$$1 \text{ Surface de section de la tige} = 1256.54 \times \frac{4.132}{100} = 51.92 \text{ cent. q.}$$

$$2 \text{ Diamètre de la tige du piston} = \sqrt{51.92} = 7^e.2$$

Quand on fait en acier les tiges de piston leur diamètre ne doit être que les $6/10$ du diamètre en fer forgé.

VII.

Quel doit être le poids du volant d'une machine à vapeur à double effet de 30 chevaux, sans détente, la vitesse de l'axe du volant étant de 25 tours par minute et son diamètre moyen de $5^m.5$.

Vitesse moyenne à la circonference du volant par seconde $\frac{3.14 \times 5.5 \times 25}{60} = 7 \text{ mètres.}$

$$\text{Poids de la jante} \frac{5592 \times 35 \times 30}{25 \times (7)^2} = 4793^{\text{kg.}}.200$$

On néglige d'ordinaire le poids du moyeu et des bras.

En divisant $4793^{\text{kg.}}.2$ poids de la jante par 7.2 qui est la pesanteur spécifique de la fonte, le quotient 665.7 pécimètres cubes représente le volume total de la jante;

puis divisant ce volume par la circonférence moyenne du volant $5.5 \times 3.14 = 172.7$ le quotient $\frac{663.7}{172.7} = 3.8$ représentera en décimètres carrés la section de la jante et si cette section est carrée la racine carrée de 3.8 c. a. d. $\sqrt{3.8} = 1.95$ représentera le côté de la section de la jante du volant.

VIII.

Quel est le poids de l'anneau d'un volant dont la section carrée a 1.95 de côté, une circonférence de 172.7 décimètres; sachant que le poids spécifique de la fonte est de 7.2.

$$P = (1.95)^2 \times 172.7 \times 7.2 = 4793.2$$

IX.

L'aire de section des orifices et passages de circulation de la vapeur doit être égale à $1/25$ de celle du piston, il en est de même de celle du tuyau à vapeur dont le diamètre doit être $1/5$ de celui du cylindre.

Les passages et orifices des tuyaux d'émission doivent avoir des sections un peu supérieures à celles des orifices et tuyaux d'admission.

Tableau des valeurs du coefficient K pour déterminer les proportions des volants.

	Valeur de K
Pour machines à pleine pression avec ou sans condensation.	
A balancier bielle égale 5 fois la manivelle.....	5528.2
Sans balancier bielle égale 5 fois la manivelle.....	5592.
Pour machines à 2 cylindres système Woolf, à détente et condensation, à $4\frac{1}{2}$ atmosphères de pression à balancier, bielle égale 5 fois la manivelle.	
le grand cylindre seulement.....	5538.
Détente $4\frac{1}{2}$ dans le grand cylindre.....	5538.
Détente $7\frac{1}{2}$ commençant au $\frac{2}{3}$ de la course du petit cylindre.....	6031.

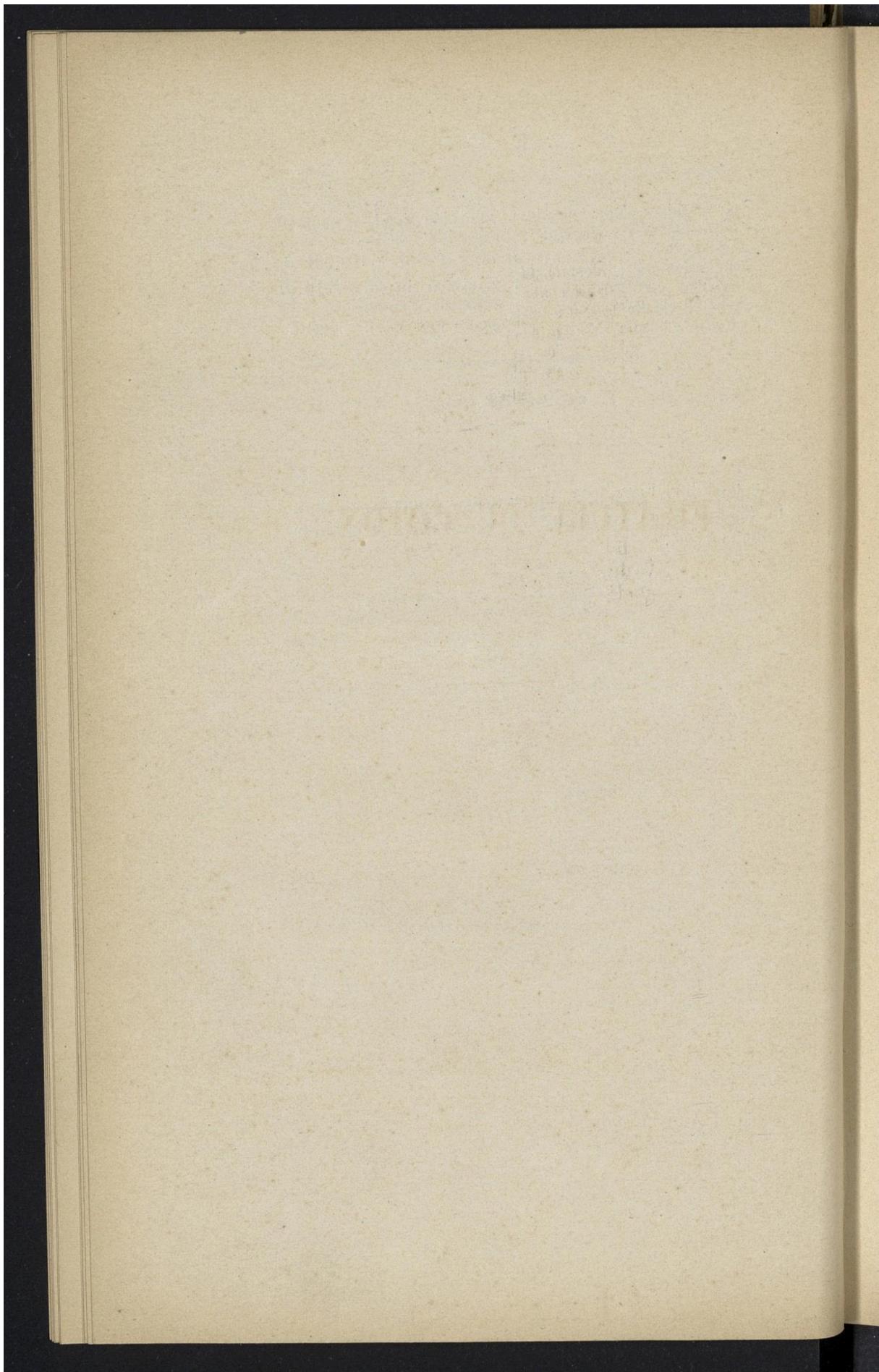
	Valeur de K
Pour machines pleine pression	Manivelle simple. 5592.
sans balancier avec bielle égale 5	Manivelle double à angles droits.... 1531.3
fois la manivelle	
Pour machines à détente et condensation sans balancier à 5 atmosphères, bielle égale à 5 fois la manivelle, détente 1/5.	Manivelle simple. 7619.3
	Manivelle double à angles droits.... 1818.7

Turbines.

I.

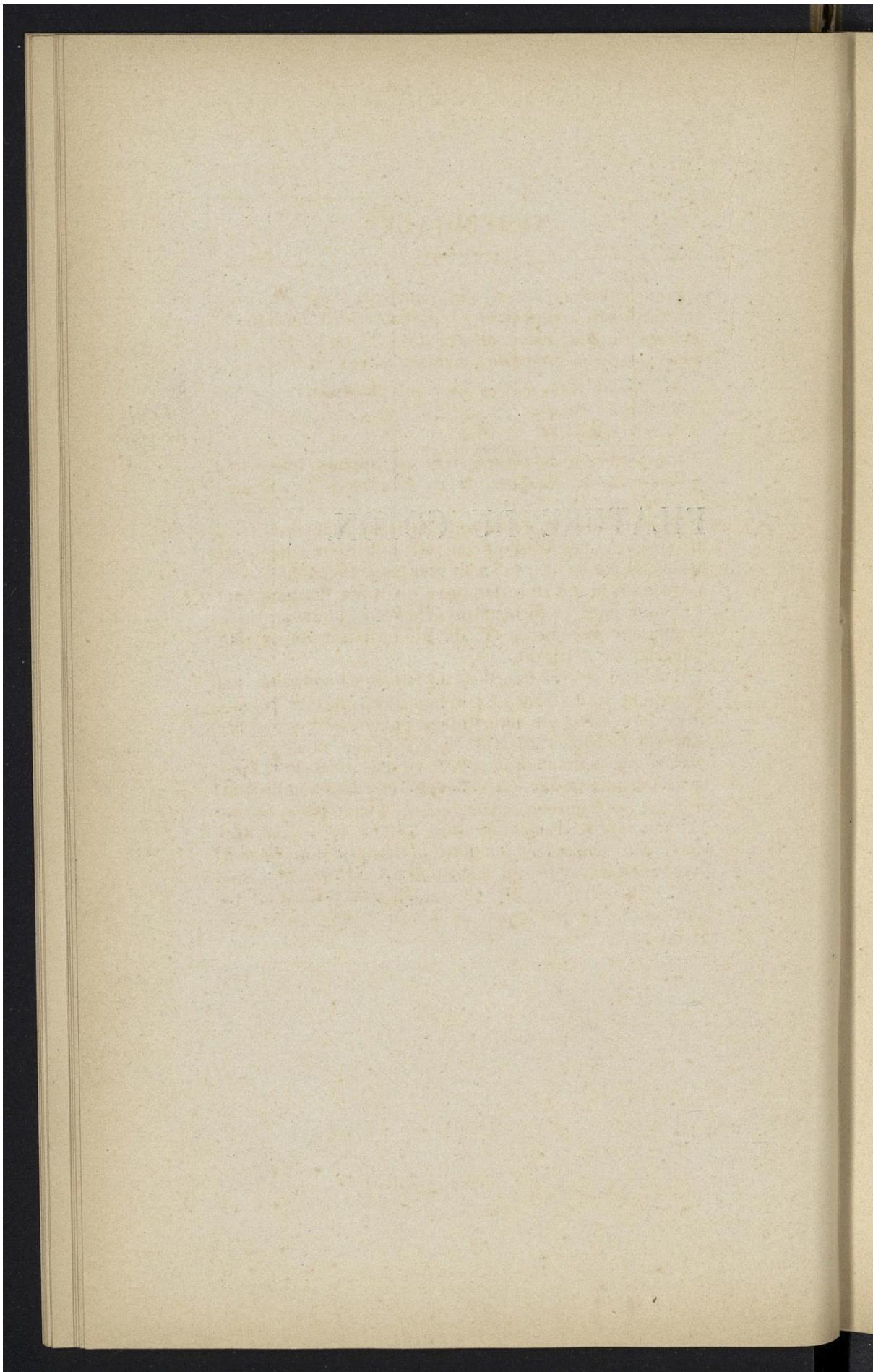
Déterminer l'effet utile d'une turbine Fourneyron dont la dépense d'eau est de 0^{mc}.8 par seconde et la chute totale 1^m.06.

$$F = \frac{700 \times 0.8 \times 1.06}{75} = 12 \text{ chevaux.}$$



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

FILATURE DU COTON.



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

NUMÉROTA GE.

Pour le coton la base du numérotage est de 1000 mètres pesant 500 grammes ; par suite le N° indique le nombre de fois 1,000 mètres d'un N° de fil qu'il faut pour peser 500 grammes ; ainsi les cotons du titre.

N° 1 ont 1000 mètres pour 500 grammes.

N° 6 " 6000 " "

N° 28 " 28000 " "

Une longueur de 1000 mètres est appelée écheveau , et l'écheveau se compose de 10 échevettes de 100 mètres chaque.

Pour mesurer une longueur de 1000 mètres ou faire un écheveau ou emploie un dévidoir dont l'asple ou périmètre est de 1^m.428 mais plus généralement 1^m.425 à cause du fil qui se superpose : 70 tours donnent une échevette dont 10 forment un écheveau qui suspendu à la romaine indique le N° du fil au point où s'arrête l'aiguille sur le cadran.

Il pourra arriver que l'ont ait besoin de comparer un N° anglais au N° français correspondant et *vice versa* : voici le système de numérotage anglais. La circonférence du dévidoir anglais est de 1 1/2 yard ou 54 pouces anglais qui équivalent à 1^m.371 ; 80 tours de la lanterne forment un lay ou échevette et 7 lays réunis font un hank ou écheveau, qui sera donc formé par 7 × 80 ou 560 tours d'asple et aura 560 × 1^y.5 soit 840 yards qui équivalent à 768^m.096 et pèseront juste 1 livre anglaise avoir du poids ou 0^k.453 du N° 1 anglais. De même le N° 40 anglais sera celui dont 40 hanks ou 40 × 768.096 soit 3072^m.392 pèsent 453 grammes.

TABLEAU comparatif des N^os anglais et français.

Nos Anglais.	Français.	Nos Anglais.	Français	Nos Anglais.	Français	Nos Anglais	Français
0.25	0.212	29	24.554	60	54.40	91	77.—
0.50	0.423	30	23.504	64	54.90	92	97.92
0.75	0.635	31	26.240	62	52.70	93	78.76
1	0.846	32	27.200	63	52.50	94	79.60
2	1.693	33	28.000	64	54.40	95	80.55
3	2.540	34	28.900	65	55.20	96	84.40
4	3.388	35	29.30	66	56.40	97	82.24
5	4.233	36	30.60	67	56.9	98	83.09
6	5.080	37	30.64	68	57.8	99	83.94
7	5.930	38	31.30	69	58.6	100	84.78
8	6.775	39	31.90	70	59.3	110	93.25
9	7.620	40	33.90	71	60.1	120	101.75
10	8.470	41	34.80	72	61.2	130	114.47
11	9.313	42	35.70	73	62.—	140	119.64
12	10.160	43	36.50	74	62.9	150	128.44
13	10.990	44	37.40	75	63.3	160	136.58
14	11.854	45	38.20	76	64.6	170	145.05
15	12.700	46	39.40	77	65.4	180	153.52
16	13.547	47	39.90	78	66.2	190	164.99
17	14.394	48	40.80	79	67.1	200	169.50
18	15.240	49	41.60	80	67.7	210	177.97
19	16.087	50	42.30	81	68.5	220	186.44
20	16.934	51	43.30	82	69.4	230	194.91
21	17.781	52	44.20	83	70.2	240	203.48
22	18.627	53	45.90	84	71.4	250	214.85
23	19.474	54	46.40	85	71.9	260	220.32
24	20.364	55	46.70	86	72.8	270	228.79
25	21.168	56	47.60	87	73.6	280	237.26
26	22.014	57	48.40	88	74.5	290	246.73
27	22.861	58	49.30	89	75.3	300	254.23
28	23.708	59	50.20	90	76.2		

On pourra remarquer aussi qu'il existe entre les N^os français et anglais un rapport constant, qui est de 0.847 ou mieux de 0.85.

Il suffira donc pour convertir un N^o anglais en N^o français de multiplier ce N^o par 0.85 ; de même que pour convertir un N^o français en N^o anglais, il suffira de diviser ce N^o par 0.85.

TABLEAU des poids en grammes de 1000 mètres de fil de divers Nos.

Nos	Poids en grammes.						
1	300.	26	19.234	51	9.801	76	6.579
2	250.	27	18.519	52	9.645	77	6.494
3	166.667	28	17.857	53	9.446	78	6.410
4	125.	29	17.244	54	9.259	79	6.329
5	100.	30	16.667	55	9.094	80	6.250
6	83.333	31	16.429	56	8.928	81	6.173
7	71.429	32	15.625	57	8.772	82	6.098
8	62.500	33	15.452	58	8.624	83	6.024
9	55.556	34	14.706	59	8.475	84	5.952
10	50.000	35	14.286	60	8.333	85	5.822
11	43.455	36	13.889	61	8.197	86	5.814
12	41.667	37	13.514	62	8.063	87	5.747
13	38.462	38	13.458	63	7.936	88	5.682
14	35.714	39	12.821	64	7.812	89	5.618
15	33.333	40	12.500	65	7.692	90	5.556
16	31.250	41	12.195	66	7.576	91	5.495
17	29.412	42	11.905	67	7.463	92	5.435
18	27.778	43	11.628	68	7.353	93	5.376
19	26.316	44	11.364	69	7.246	94	5.319
20	25.000	45	11.111	70	7.143	95	5.263
21	23.809	46	10.869	71	7.042	96	5.208
22	22.727	47	10.638	72	6.944	97	5.153
23	21.739	48	10.417	73	6.849	98	5.102
24	20.833	49	10.204	74	6.757	99	5.054
25	20.000	50	10.000	75	6.667	100	5.000

PROBLÈMES DIVERS DE NUMÉROTAGES.

I.

Un numéro N étant donné trouver le poids P d'un écheveau de 1,000 mètres.

$$P = \frac{500}{N}$$

II.

Le poids P d'un écheveau de 1,000 mètres étant donné trouver le numéro N.

$$N = \frac{500}{P}$$

III.

Un nombre M de mètres marque à la romaine un numéro n, trouver le N° N de 1000 mètres ?

$$N = \frac{M \times n}{1,000}$$

IV.

Connaissant le poids p d'un certain nombre de mètres M, trouver le N° métrique N ?

$$N = \frac{M}{2p}$$

V.

Trouver le poids p d'un certain nombre de mètres M de numéro connu N

$$p = \frac{M}{2N}$$

VI.

Trouver la longueur M de K kilogrammes de fil de numéro connu N.

$$M = 4NK.$$

VII.

Une longueur L d'un numéro connu N pèse un poids K, quel serait le poids K' de la même longueur de N° N' ?

$$K' = \frac{N' K}{N}$$

Batteurs,

I

Si l'arbre moteur d'une salle de batteurs (Planchie I) fait 120 tours par minute avec une poulie de 0^m.60 qui en commande une autre de 0^m.30 sur un renvoi qui porte lui-même une poulie de 0^m.80 commandant le frappeur; on demande le diamètre de la poulie X à mettre sur l'arbre du frappeur pour que celui-ci fasse 1200 tours par minute?

$$X = \frac{60 \times 80 \times 120}{1200 \times 30} = 16 \text{ c/m.}$$

II

Un frappeur faisant 1200 tours par minute porte une poulie de 16 c/m. de diamètre qui en commande une autre de 18 c/m. de diamètre calée sur l'arbre du ventilateur, on demande le nombre de tours de ce dernier V.

$$V = 1200 \times \frac{16}{18} = 1066,6.$$

III

Si un frappeur fait 1200 révolutions par minute avec une poulie de 16 c/m. à l'extrémité de son axe en commandant une autre calée à l'extrémité de l'arbre du ventilateur, on demande le diamètre à donner à cette dernière poulie pour que le ventilateur fasse 1066,6 tours par minute?

$$x = \frac{1200 \times 16}{1066,6} = 18 \text{ c/m.}$$

IV.

Le ventilateur d'un batteur fait 1066,6 tours par minute avec une poulie de 18 c/m. sur son axe et reçoit

son mouvement d'une poulie x calée sur l'arbre du frappeur qui fait 1200 tours par minute ; on demande le diamètre de cette dernière poulie ?

$$x = \frac{1066,6 \times 18}{1200} = 16 \text{ c/m.}$$

V.

Recherche de l'étirage d'un batteur étaleur Lord.
Le diamètre des enrouleurs (Planche II) est de 24 c/m. L'un d'eux porte une roue droite de 74 dents et commande un pignon de 11 dents marié à une roue droite de 68 dents ; laquelle à son tour mène un pignon de 13 dents calé sur un arbre portant une poulie de 390 m/m. de diamètre qui est commandée par une autre poulie de 112 m/m. de diamètre calée sur un arbre transversal qui par une autre poulie de 160 m/m. de diamètre communique son mouvement à une poulie de 124 m/m. de diamètre, calée sur l'axe d'un cône qui en commande un autre semblable mais inverse, au moyen d'une courroie mobile. Pour avoir une vitesse moyenne des cônes il faut en prendre les diamètres à mi-hauteur et comme ces diamètres sont égaux entre eux, dans cette partie, on n'aura pas à en tenir compte dans les calculs.

L'extrémité du second cône porte une vis sans fin à filet simple menant une roue de 90 dents calée sur l'axe du cylindre alimentaire d'un diamètre de 50 m/m.

Développement enrouleurs $0.24 \times 3.14 = 0^m,754$.

Développement cylindre alimentaire $0.05 \times 3.14 = 0,157$

Tours du cylindre alimentaire pour 1 tour d'enrouleur

$$1 \times \frac{74 \times 68 \times 390 \times 160 \times 1}{11 \times 13 \times 112 \times 124 \times 90} = 1.70.$$

Développement cylindre alimentaire pour 1.70 tours

$$0.157 \times 1.70 = 0.267.$$

$$\text{Etirage du batteur } \frac{0.754}{0.267} = 2.82$$

VI.

Si un batteur produit des rouleaux de 15 kilos avec une poulie à l'extrémité du cône commandeur de 124 m/m, quelle poulie faudra-t-il employer pour ne plus faire que des rouleaux de 13 kilos, la nappe conservant toujours la même longueur ?

$$x = \frac{15 \times 124}{13} = 143 \text{ m/m.}$$

VII.

S'il était plus commode de changer la poulie de commande de 160 m/m. à la place de la poulie commandée de 124 m/m. on n'aurait qu'à effectuer l'opération suivante :

$$x = \frac{13 \times 160}{15} = 138 \text{ m/m.}$$

VIII.

Si l'on veut changer la longueur du rouleau d'un batteur sans en diminuer l'épaisseur de nappe, on n'a qu'à changer la roue du compteur.

Ainsi, si au compteur avec une roue de 41 dents qui en commande une de 70 dents, on obtient des rouleaux de 28 mètres et que l'on veuille réduire cette longueur à 24 mètres ; on demande le nombre de dents à donner à la nouvelle roue du compteur ? On change dans ce cas presque toujours la roue commandée.

$$x = \frac{70 \times 24}{28} = 60 \text{ dents.}$$

IX.

Trouver la roue d'un compteur débrayeur de batteur Lord pour avoir des rouleaux de 28 mètres de long : le

diamètre des rouleaux presseurs est de 126 m/m. et l'é-
tirage entre les enrouleurs et les presseurs de 1.01.

$$x = \frac{28}{3.14 \times 0.126 \times 1.01} = 70 \text{ dents.}$$

X.

Etant donné des enrouleurs de 225 m/m. de diamètre dont l'un porte à son extrémité une roue de 35 dents menant une roue de 20 dents calée sur l'extrémité du rouleau presseur, lequel porte à son autre extrémité une roue de 24 dents, menant une roue de même denture sur l'arbre de côté commandant par une roue de 30 dents un pignon de 28 dents sur le cylindre alimentaire dont le diamètre est de 50 m/m: On demande l'étrage?

Développement enrouleurs $0.225 \times 3.14 = 0.706$.

Développement cylindre alimentaire $0.05 \times 3.14 = 0.157$.

Tours cylindre pour 1 tour d'enrouleur:

$$1 \times \frac{35}{20} \times \frac{24}{24} \times \frac{30}{28} = 1.87.$$

Développement cylindre alimentaire pour 1.87 tour
 $0.157 \times 1.87 = 0.294$.

Étrage demandé $\frac{0.706}{0.294} = 2.40$.

XI.

160 kilos de coton passés au batteur ont donné 12 kilos de déchet; quel serait le déchet pour 100 kilos.

$$\frac{12 \times 100}{160} = 7.50\%$$

XII.

Si 2 mètres de nappe pèsent 1^k.400 et perdent 50 grammes, quelle sera la perte pour 100 kilos?

$$\frac{0.50 \times 100}{1.400} = 3.57 \%$$

XIII.

Si sur une longueur de 710 m/m. de la table à étaler d'un batteur, on étale 1,000 grammes de coton, que la perte au batteur soit de 3. 57 % et son étrage de 2.40 on demande le numéro de la nappe sortante.

$$\frac{1,000m/m \times 1,000gr}{710} = 1,408 \text{ grammes étalé par mètre.}$$

$$\left(\frac{1,408 - 3.57 \%}{2.4} \right) = \text{poids du mètre sortant} = 569 \text{ gr.}$$

N° métrique d'après la formule N =

$$\frac{M}{2 P} = \frac{1}{2 \times 569} = 0.00088.$$

Cardes:

I.

Trouver l'étrage d'une carte.

Sur le prolongement du rouleau d'appel (Planche III) se trouve une roue de 34 dents commandée par deux intermédiaires et une roue de 166 dents calée sur l'une des extrémités du déchargeur ou peigneur. A l'autre extrémité du peigneur se trouve une roue d'angle de 26 dents engrenant avec une roue de 32 dents fixée sur l'arbre alimentaire qui porte à son extrémité opposée un pignon d'angle de 18 dents engrenant avec une roue de 130 dents sur le cylindre alimentaire. — Le diamètre du cylindr_e

alimentaire est de 57 m/m, et celui du rouleau d'appel de 100 m/m : On demande l'étirage.

Tours rouleau d'appel pour 1 du peigneur :

$$1 \times \frac{166}{34} = 4.882.$$

Développement du rouleau d'appel pour 4.882 tours
 $4.882 \times 0.100 \times 3.14 = 1^m.5209.$

Tours cylindre alimentaire pour un du peigneur :

$$1 \times \frac{26}{32} \times \frac{18}{130} = 0.1125.$$

Développement cylindre alimentaire pour 0.1125 tours
 $0.1125 \times 0.057 \times 3.14 = 0.02004.$

$$\text{Etirage à la carte } \frac{1.5209}{0.02004} = 75.89.$$

II.

Si avec un pignon de 18 dents on a un étirage de 75.89, on demande le pignon x à employer pour avoir un étirage de 80.

$$x = \frac{75.89 \times 18}{80} = 17 \text{ dents.}$$

III.

Si une longueur de boudin de carte de 5 mètres marque à la romaine 22 avec un pignon de 18 dents on demande le pignon x à mettre à la place de ce dernier pour que la même longueur de boudin marque 30 à la romaine ?

$$x = \frac{18 \times 22}{30} = 13 \text{ dents.}$$

IV.

Etant donné un rouleau de batteur dont 1 mètre pèse 273 grammes on demande l'étirage à donner à la cardé pour obtenir des boudins dont 5 mètres marquent un n° 22 à la romaine ?

$$\text{N}^{\circ} \text{ métrique de la nappe de batteur } \frac{1}{2 \times 273} = 0,00183$$

$$\text{N}^{\circ} \text{ métrique du boudin de cardé } \frac{5 \times 22}{1,000} = 0,110$$

$$\text{Étirage à donner } \frac{0,110}{0,00183} = 60$$

V.

Etant donné 2 mètres de nappe de batteur pesant 674 grammes et accordant 28 grammes pour le déchet du passage à la cardé ; quel étirage faut-il donner à la cardé pour que 2 mètres de boudin pèsent 9 gr. 10.

$$\frac{674 - 28}{9,1} = 70,98$$

VI.

Etant donné un déchet à la cardé de 28 grammes pour 2 mètres de nappe de batteur pesant 674 grammes et l'étirage 70,98 à la cardé, trouver le poids de 2 mètres de boudin ?

$$\frac{674 - 28}{70,98} = 9,10$$

VII.

Etant donné un étirage à la cardé de 70,98 le poids 674 grammes de 2 mètres de nappe de batteur et le poids 9 gr. 10 de 2 mètres de boudin, trouver le déchet ?

$$674 - 70,98 \times 9,10 = 28 \text{ grammes.}$$

VIII.

Etant donné un poids de 9 gr. 10 de 2 mètres de boudin de cardé, un étirage de 70,98 et un déchet de 28 grammes, trouver le poids de 2 mètres de nappe de batteur.

$$70,98 \times 9,10 + 28 = 674 \text{ grammes.}$$

IX.

Connaissant le poids de 674 grammes de 2 mètres de nappe, l'étirage 70,98 à la cardé, et le poids 9 gr. 10 de 2 mètres de boudin, trouver le déchet pour cent?

$$[674 - 70,98 \times 9,1] \times \frac{100}{674} = 4,15\%$$

X.

Trouver le nombre de mètres délivrés par un cylindre de 100 m/m. de diamètre pendant 12 heures à une vitesse de 52 tours par minute.

Tours cylindre pendant 12 heures $52 \times 60 \times 12 = 37540$.

Circonférence du cylindre $0,100 \times 3,14 = 0,314$.

Développement du cylindre pendant 12 heures :

$$37540 \times 0,314 = 11756^m.16$$

XI.

Etant donné le développement 11,756^m. 16 d'un cylindre pendant 12 heures en n° 0,110 trouver le poids produit?

$$\frac{11756,16}{2 \times 0,110} = 53437 \text{ grammes.}$$

XII.

Trouver la longueur d'un ruban de cardé de 40 m/m. de large pour un doffer ou peigneur de 580 m/m. de diamètre et de 1^m.005 de longueur?

$$0.580 \times \pi \times \frac{1.005}{0.04} = 45^m.750.$$

Banc d'Etirage.

I.

Trouver l'étirage total et les étirages partiels d'un banc d'étirage à 3 rangs de cylindre commandés comme l'indique le croquis Planche IV?

Tours 1^{er} cylindre 1. — Développement 1^{er} cylindre
 $1 \times 0.030 \times \pi = 0.0942.$

Tours 2^e cylindre pour 1 du 1^{er}:

$$1 \times \frac{41}{105} \times \frac{36}{60} \times \frac{24}{18} = 0.312.$$

Développement du 2^e cylindre pour 0.312 tours
 $0.312 \times 0.025 \times \pi = 0.0245.$

Tours 3^e cylindre pour 1 du 1^{er} $1 \times \frac{41}{105} \times \frac{36}{60} = 0.234$

Développement du 3^e cylindre pour 0.234 tours:
 $0.234 \times 0.029 \times \pi = 0.0213.$

Étirage partiel entre 1^{er} et 3^e cylindre $\frac{0.0942}{0.0245} = 3.845$

Étirage partiel entre 2^e et 3^e cylindre $\frac{0.0245}{0.0213} = 1.1502$

Étirage total c.à.d entre 1^{er} et 3^e cylindre $\frac{0.0942}{0.0213} = 4.4225$

ou encore $3.845 \times 1.1502 = 4.4225.$

II.

Etant donné le n° 0,11 d'un boudin de carder trouver l'étirage nécessaire pour produire du n° 0,10 après un doublage de 8 ?

$$\frac{0.10 \times 8}{0.11} = 7.272.$$

III.

Quel est le n° à tenir aux cardes pour qu'après un doublage de 8 et un étirage de 7,272 on obtienne un n° 0,10.

$$\frac{0.10 \times 8}{7.272} = 0.11.$$

IV.

Connaissant le n° entrant 0,11 le doublage 8 et l'étirage 7,272 trouver le n° sortant ?

$$\frac{0.11 \times 7.272}{8} = 0.10.$$

V.

Etant donnée le n° sortant 0,10 et le pignon de rechange 32 quel pignon faudra-t-il mettre pour obtenir le n° 0,12 sortant ?

$$\frac{32 \times 0.10}{0.12} = 27 \text{ dents.}$$

VI.

Etant donné un étirage de 7,272 avec un pignon de 32 dents, quel pignon faut-il mettre pour avoir un étirage de 8.

$$\frac{7.272 \times 32}{8} = 29 \text{ dents.}$$

VII.

Etant donné un premier cylindre de 30 m/m. de diamètre faisant 400 tours par minute, trouver la production par tête par 12 heures de travail en n° 0,10.

Développement du cylindre par minute :
 $\pi \times 0,030 \times 400 = 37,69.$

Développement du cylindre par 12 heures :
 $37,69 \times 60 \times 12 = 27136,80.$

Production théorique par tête $\frac{27136,80}{2 \times 0,10} = 135^k.684.$

VIII.

Etant donné un poids de 10 kilogrammes agissant sur un levier du deuxième genre (Planche IV) dont le petit bras est de 35 m/m. et le grand bras de 220 + 35 soit 255 m/m; on demande la pression exercée sur chacun des deux cylindres?

$$10 \times \frac{\frac{220+35}{35}}{2} = 36^k.425.$$

IX.

Connaissant la pression 36 k. 425 à exercer sur 2 cylindres et les 2 bras de levier 255 et 35 trouver le poids à mettre à l'extrémité du levier pour obtenir la pression demandée ?

$$\frac{36,425 \times 2}{\left(\frac{255}{35}\right)} = 10 \text{ kilos.}$$

X.

Etant donné le poids de 10 kilos à mettre à l'extrémité d'un levier dont le petit bras est de 35 m/m. et la pres-



sion de 36 k. 425 effectuée sur chacun des cylindres ; trouver le grand bras de levier.

$$\frac{36.425 \times 2 \times 35}{10} = 255.$$

XI.

Etant donné le poids de 10 kilos à mettre à l'extrémité d'un levier dont le grand bras est de 255 m/m. et la pression à exercer sur chacun des deux cylindres 36.425 ; trouver le petit bras de levier ?

$$\frac{255 \times 10}{36.425 \times 2} = 35.$$

Bancs à Broches.

I.

Pour 1 tour de l'arbre moteur trouver le nombre de tours d'une broche (Planche V) ?

$$1 \times \frac{31}{31} \times \frac{35}{23} = 1.521.$$

II.

Pour un tour de l'arbre moteur trouver le développement du premier cylindre dont le diamètre est de 30 m/m ?

Tours 1^{er} cylindre pour un tour d'arbre moteur :

$$1 \times \frac{44}{45} \times \frac{84}{140} = 0.586.$$

Circonférence du 1^{er} cylindre $0.030 \times 3.14 = 0.0942$.

Développement du 1^{er} cylindre pour 0.586 tours :

$$0.0942 \times 0.586 = 0.0552,$$

III.

Etant donnés le nombre de tours de la broche 1,521 et le développement du premier cylindre 0,0552 pendant 1 tour de l'arbre moteur; trouver le nombre de tours de torsion de la mèche par décimètre.

$$\text{Pour un tour broche cylindre délivre } \frac{0.0552}{1.521} = 0.0362$$

$$\text{Torsion ou tours broche par décimètre } \frac{0.10}{0.0362} = 2.762.$$

IV.

Trouver le pignon de torsion T pour une torsion de 2 tours 762 par décimètre?

Tours 1^{er} cylindre pour développer un décimètre:

$$\frac{0.10}{0.030 \times \pi} = 1.0615.$$

Tours d'arbre moteur pour 2.762 tours des broches:

$$2.762 \times \frac{23}{35} \times \frac{31}{31} = 1.804.$$

Tours cône supérieur pour 1.0615 tours du 1^{er} cylindre:

$$1.0615 \times \frac{140}{84} = 1.769.$$

Pignon de torsion T pour que le cône supérieur fasse

$$1.769 \text{ tours } \frac{1.769 \times 45}{1.804} = 44 \text{ dents.}$$

V.

Etant donnés le n° 0,52 de la mèche sortante d'un banc à broches et le pignon de torsion 44; trouver le nombre de dents du pignon de torsion à mettre pour le n° 0,60 la préparation derrière restant la même?

$$\frac{44 \times \sqrt{0.52}}{\sqrt{0.60}} = 41 \text{ dents.}$$

VII.

Etant donné le pignon de change du chariot 27 dents pour un n° 0.52 de mèche sortante, trouver le pignon à mettre pour un n° 0.60, la préparation derrière restant la même?

$$27 \times \frac{\sqrt{0.52}}{\sqrt{0.60}} = 25 \text{ dents.}$$

VIII.

Etant donné un rochet de 18 dents pour un n° de mèche sortante 0.52, trouver le rochet à mettre pour un n° 0.60, la préparation derrière restant la même?

$$18 \times \frac{\sqrt{0.60}}{\sqrt{0.52}} = 19 \text{ dents.}$$

VIII.

Connaissant le nombre de tours des broches 1.521 pour 1 tour de l'arbre moteur; trouver le nombre de tours des broches par minute, sachant que l'arbre moteur fait 245 tours, 59 par minute?

$$1.521 \times 245.59 = 373.542.$$

IX.

Trouver la vitesse effective de renvillage au commencement d'une levée, en supposant que l'on commence la levée avec des diamètres de cônes comme 83 m/m. et 158 m/m?

$$\text{Tours des broches p. minute } 245.59 \times \frac{31}{31} \times \frac{35}{23} = 373.542$$

$$\text{Tours cône supérieur p. minute } 245.59 \times \frac{44}{45} = 239.941$$

$$\text{Tours cône inférieur p. minute } 239.941 \times \frac{158}{83} = 455.887$$

$$\text{Tours arbre B par minute } 455.887 \times \frac{30}{48} = 284.929$$

Tours roue différentielle par minute :

$$284.929 \times \frac{20}{128} = 44.245.$$

$$\text{Tours roue C p. minute } 245.59 - (2 \times 44.245) = 157.11$$

$$\text{Tours des esquives } 157.11 \times \frac{66}{66} \times \frac{35}{23} = 238.964.$$

Tours effectifs pour renvider :

$$373.542 - 238.964 = 134.578.$$

X.

Le nombre de tours effectifs de renvage pendant une minute étant de 134.578, le diamètre du tube en bois de 35 m/m, trouver la longueur de mèche renvagée dans le même temps?

$$0.035 \times \pi \times 134.578 = 14^m.766.$$

XI.

Etant donnée la longueur de mèche renvagée 14.766 par minute et le développement 13.559 du cylindre par minute, l'étirage entre le cylindre et l'ailette est demandé?

$$\frac{14.766}{13.559} = 1.08.$$

XII.

Calculer à combien de mètres correspond une des divisions du cadran d'un compteur : le cadran étant divisé en 100 parties et le compteur étant commandé par un cylindre de 30 m/m, de diamètre? (Planche VI).

Tours 1^{er} cylindre pour 1 tour roue de 100 dents.

$$1 \times \frac{100}{6} \times \frac{60}{6} \times \frac{60}{6} \times \frac{60}{6} \times \frac{47}{1} = 783333,33.$$

Une division cadran correspond donc à

$$\frac{783333,33}{100} = 7833,33 \text{ tours de cylindre.}$$

Développement du cylindre pour 7833,33 tours =
 $7833,33 \times \pi \times 0,030 = 737\text{m}.899.$

XIII.

Si une division du compteur correspond à un développement du cylindre de 737m.899 ; à quel poids correspond-elle en n° 3.5.

$$\frac{737.899}{2 \times 3,5} = 115\text{gr}.414.$$

Self-actings.

I.

Trouver l'étirage à donner pour filer des n°s 40 ayant du n° 5.25 en préparation et sachant que les cylindres développent 1m.500 par aiguillée de 1m.575.

$$\frac{40 \times 1500}{5.25 \times 1.575} = 7.256.$$

II.

Formule pratique pour trouver la torsion par décimètre à donner aux fils de chaîne.

$$17.36 \times \sqrt{\text{du N°}}$$

Exemple : Trouver la torsion d'un fil de chaîne n° 36.

$$17.36 \times \sqrt{36} = 104.16.$$

III.

Formule pratique pour trouver la torsion par décimètre à donner aux fils de trame.

$$14 \times \sqrt{\text{du N}^{\circ}}$$

Exemple : Trouver la torsion d'un fil de trame n° 49.

$$14 \times \sqrt{49} = 98.$$

IV.

Connaissant le nombre de tours de torsion par décimètre 104.16 d'un fil de chaîne Louisiane n° 36, trouver le nombre de tours de torsion par décimètre d'un fil de chaîne n° 40 en même qualité de coton ?

$$104.16 \times \frac{\sqrt{40}}{\sqrt{36}} = 109.78.$$

V.

Le premier cylindre d'un métier à filer self-acting (Planche VII) faisant 109 tours 66 par minute, le diamètre de la poulie de main-douce étant de 175 m/m. et celui de la corde de 10 m/m. trouver la vitesse linéaire de sortie du chariot par minute.

Tours main-douce pour un du cylindre :

$$109.66 \times \frac{20}{47} \times \frac{19}{57} = 15.55.$$

Vitesse de sortie du chariot :

$$\left(0.175 + \frac{0.010}{2}\right) \pi \times 15.55 = 8^m.788.$$

VI.

Trouver l'étirage entre le chariot et le 1^{er} cylindre qui a un diamètre de 0^m.025 et fait 109 tours, 66 par minute ?

Développement du cylindre par minute 8.608.

Vitesse linéaire du chariot par minute 8.788.

Différence entre ces deux vitesses $8.788 - 8.608 = 180^m/m$

— 62 —

L'aiguillée étant 1, m. 570 l'étirage par le chariot sera de

$$\frac{0,180 \times 1,570}{8,608} = 0,0328 \text{ par aiguillée.}$$

VII.

L'arbre moteur faisant 470 tours par minute trouver le nombre de tours théoriques des broches par minute ? (Planche VIII).

$$470 \times \frac{0,470}{0,230} \times \frac{0,150}{0,022} = 6533$$

VIII.

La poulie de main-douce ayant un diamètre de 175 m/m. sa corde de 10 m/m; trouver le nombre de tours de cette poulie par aiguillée de 1^m. 570 ?

Circonférence poulie main-douce :

$$\left(175 + \frac{10}{2} \right) \times \pi = 0^m.565.$$

$$\text{Tours arbre main-douce par aiguillée } \frac{1,570}{0,565} = 2,7786.$$

IX.

Trouver le nombre de tours et le développement du 1^{er} cylindre par aiguillée, son diamètre étant de 0^m. 025 et l'arbre de main-douce faisant 2 t, 7786 par aiguillée.

$$\text{Tours 1^{er} cylindre par aiguillée } 2,7786 \times \frac{57}{19} \times \frac{47}{20} = 19,589$$

Développement 2^e cylindre par aiguillée :

$$19,589 \times 0,025 \times \pi = 1,538.$$

X.

Le 1^{er} cylindre développant 1^m.538 par aiguillée de 1^m.570 trouver l'étirage par le chariot?

$$1.570 - 1.538 = 0.032.$$

XI.

Etant donné un roue de compteur de 48 dents et faisant 2 tours avant d'agir; trouver le nombre de tours des broches par aiguillée de 1^m.570 et ensuite par décimètre?

$$\text{Tours par aiguillée } 48 \times 2 \times \frac{0.470}{0.230} \times \frac{0.150}{0.022} = 1337.80.$$

$$\text{Tours par décimètre } \frac{1337.80}{15.70} = 85.17.$$

XII.

Ayant une aiguillée de 1^m.570 et voulant donner à notre fil 85 tours, 17 de torsion par décimètre; quel pignon de compteur faut-il employer?

Tours broches pour 1 tour arbre moteur:

$$1 \times \frac{0.470}{0.230} \times \frac{0.150}{0.022} = 13.9.$$

$$\text{Tours de torsion par aiguillée } 15.70 \times 85.17 = 1337.28$$

$$\text{Tours arbre moteur par aiguillée } \frac{1337.28}{13.9} = 96.2.$$

Le compteur sera donc de 96 dents et s'il doit faire deux tours avant d'agir de $\frac{96}{2}$ ou de 48 dents.

XIII.

L'arbre moteur faisant 96 tours par aiguillée de 1^m.570 si l'on veut donner les 5/6 de la torsion pendant la sortie et 1/6 pendant l'arrêt du chariot avant le dépointage, on demande le pignon de sortie du chariot à em-

— 64 —

ployer ? le diamètre du cylindre cannelé de devant étant 0,025. Tours que doit faire arbre moteur pendant la sortie $96 \times \frac{5}{6} = 80$.

On doit donc alors avoir $80 \times \frac{x}{120} \times 0,025 \times \pi = 1,570$
d'où le pignon cherché $x = \frac{1,570 \times 120}{80 \times 0,025 \times \pi} = 30$ dents.

XIV.

Si pour du n° 28 par exemple on a un rochet de 30 dents, quel rochet faudra-t-il employer pour du n° 40.

$$\frac{30 \times 40}{28} = 42.$$

XV.

Sachant que pour un n° 28 il faut un pignon de marche de 30 dents, quel pignon faudra-t-il pour du n° 40.

$$30 \times \frac{\sqrt{28}}{\sqrt{40}} = 25 \text{ dents.}$$

XVI.

Si pour du n° 28 par exemple j'ai un compteur de 48 dents faisant 2 tours, quel compteur faisant 2 tours faudra-t-il employer pour du n° 40.

$$48 \times \frac{\sqrt{40}}{\sqrt{28}} = 57 \text{ dents.}$$

XVII.

La longueur de l'aiguillée étant de 1^m.570 la vitesse linéaire de sortie du chariot de 8.788 par minute trouver la durée de la sortie du chariot.

$$\frac{1,57 \times 60}{8,788} = 10,7 \text{ secondes}$$



XVIII.

Trouver la vitesse de l'arbre des scroles, la vitesse linéaire des scroles par minute et la durée de la rentrée du chariot ? (Planche IX).

Plus petit diamètre des scroles 60 m/m, plus grand diamètre 250, épaisseur de la corde 20 m/m, donc diamètre moyen :

$$\frac{60 + 250 + 20}{2} = 165 \text{ m/m}$$

Tours par minute arbre des scroles est de :

$$470 \times \frac{17}{30} \times \frac{18}{36} \times \frac{16}{16} \times \frac{11}{32} = 45.77$$

Circonférence moyenne des scroles :

$$0.165 \times 3.14 = 1.518.$$

Vitesse linéaire moyenne par minute des scroles :

$$0.518 \times 45.77 = 23^m.708.$$

Durée de la rentrée du chariot $\frac{1.57 \times 60}{23.708} = 3.9$ secondes

XIX.

La durée de la sortie du chariot étant de 10 secondes ; celle du dépointage de 3 secondes et celle de la rentrée du chariot de 4 secondes 8, trouver la production théorique d'un métier à filer en 12 heures en n° 30 ?

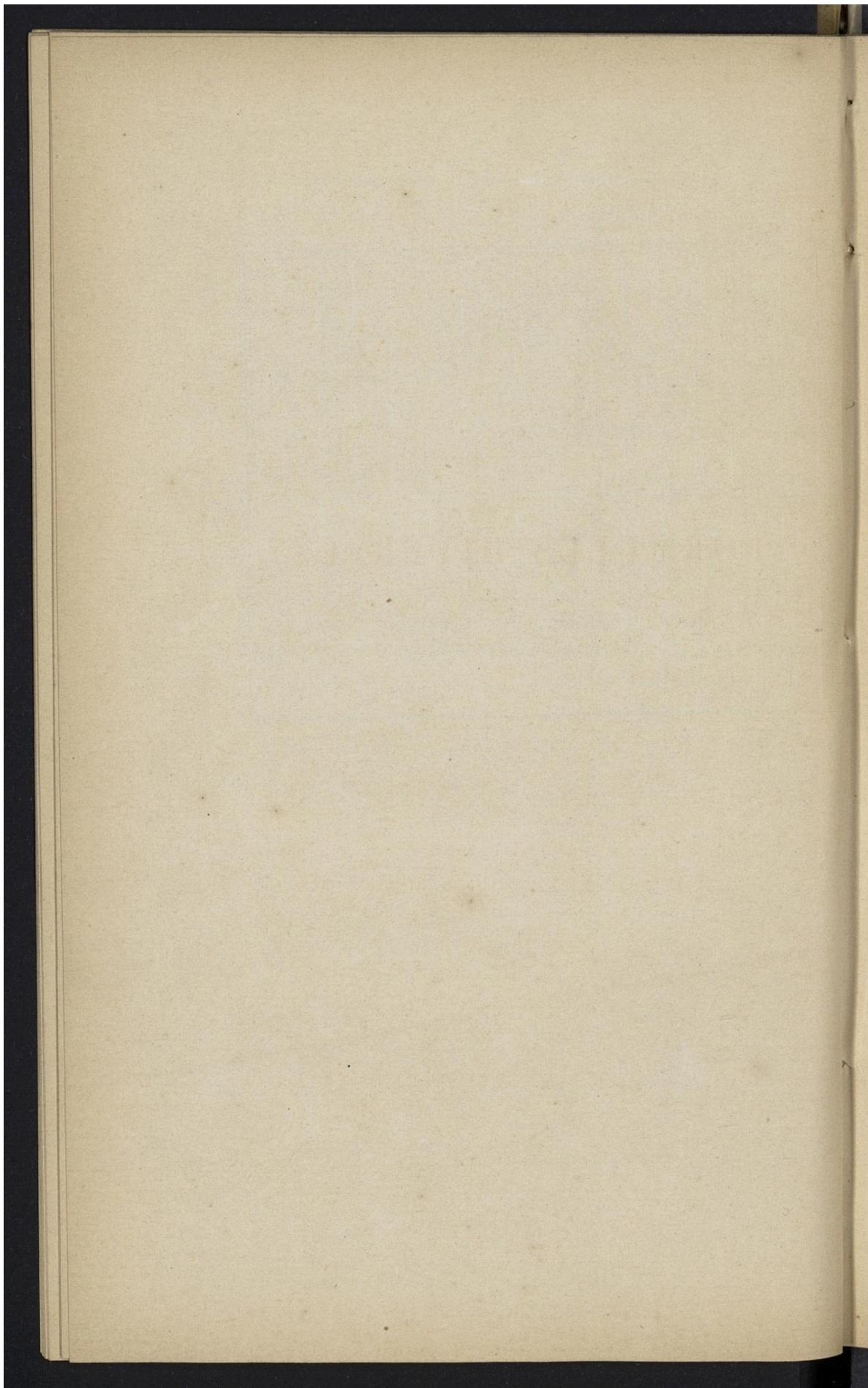
Durée totale de l'aiguillée $10.7 + 3 + 4.8 = 18.5$ secondes.

Nombre total d'aiguillées, théorique pour 12 heures de travail :

$$12 \times \frac{3600}{18.5} = 2334 \text{ aiguillées de } 1^m.570.$$

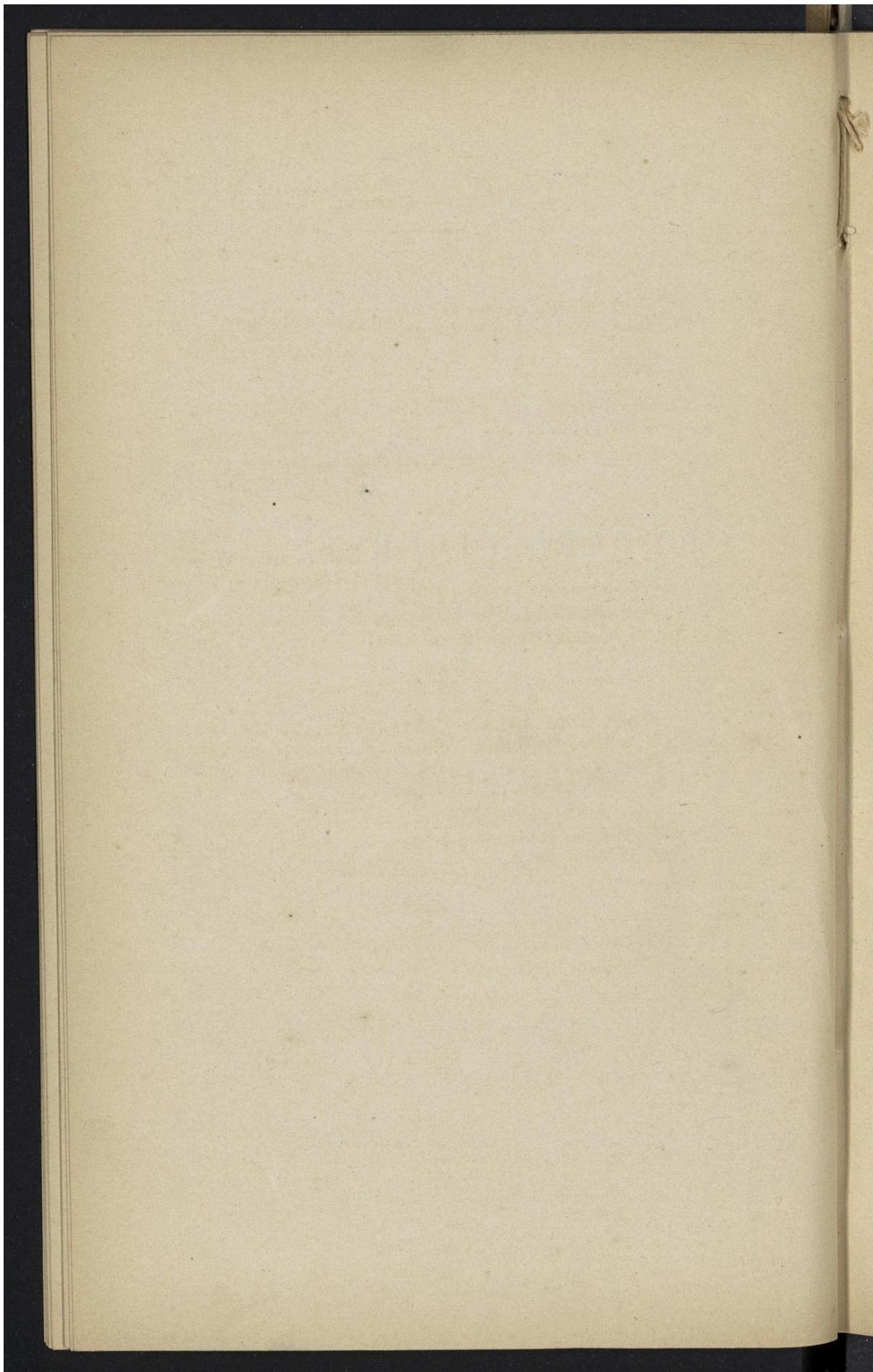
Production théorique par 12 heures :

$$\frac{2334 \times 1.57}{2 \times 30} = 61^gr.064.$$



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

FORMULES DIVERSES



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Alliages divers.

I.

Cuivre rouge... 900 gr. }
Etain..... 100 gr. } Bon pour coussinets.

II.

Cuivre rouge... ok. 880 } Bon pour clapets métal-
Etain..... o 120 } liques et corps de pompe.
Plonger dans l'eau après avoir rougi les pièces.

III.

Cuivre rouge..... ok. 100 } Bon pour petits coussi-
Etain..... o 050 } nets et crapaudines.
Zinc..... o 030 }

Inattaquable à la lime et au crochet sur le tour, les
pièces devront être fondues exactes.

IV.

Fondre d'une part...	Cuivre rouge.....	ok. 120
Y ajouter après fusion.	Etain.....	o 360
Puis.....	Régule d'antimoine	o 240
Et ensuite encore.....	Etain.....	o 360

Prendre 500 grammes de cet alliage dur et y ajouter
1 kilo d'étain Banca.— Bon pour les boîtes, colliers,
têtes de bielle, etc...

V.

Cuivre.....	ok. 780
Etain.....	o 220

Fondre et couler sur une plaque, briser en petits morceaux, meler et fondre pour mettre au moule. Bon pour les petits timbres et sonnettes, ajouter au moment de couler 10 grammes de zinc en fusion et bien brassier le métal.

V I .

Zinc durci. — Zinc en fusion 1 kilo et y ajouter peu à peu en brassant vivement 200 à 250 grammes de chlorhydrate d'ammoniaque (sel ammoniac) et couler dans un moule qui a été préalablement chauffé puis refroidi : sans cette dernière précaution on aurait des soufflures.

V II .

Alliages de Darcet ou alliages fusibles.

Bismuth.	Plomb.	Etain.	Degrés de fusion centigrades.
80 gr.	64 gr.	30 gr.	100
80	80	38	112
80	80	75	122
80	126	80	135
80	160	90	150
80	294	240	170

V III .

Alliage fusible à 200 centigrades.

Etain..... 80
Bismuth..... 10

I X .

Métal blanc dit de la reine.

N° 1. Etain..... ok, 300
Bismuth..... 0 100
Antimoine..... 0 100
Plomb..... 0 100

N° 2.	Etain	ok. 500
	Antimoine	o 040
	Bismuth	o 005
	Cuivre	o 020

Ces deux mélanges peuvent être employés pour pièces de luxe et d'ornementation.

Vernis et enduits pour machines

N° 1.—	Goudron de Stokholm	500 grammes.
	Essence de térébenthine	450 "
Mélez exactement à froid— S'emploie au pinceau.		
N° 2.—	Coal-tar	500 grammes.
	Essence de térébenthine . .	450 "
	Comme le précédent.	
N° 3.—	Huile de lin cuite	500 grammes.
	Brai sec	150 à 200 grammes.
	Dissoudre à chaud.	

Préparation pour cuir gras pour pompes.— Caoutchouc en solution sirupeuse dans l'essence de térébenthine camphrée o k. 500— Huile de ricin à froid ok. 500. Agiter jusqu'à formation du coagulum que l'on étendra sur le cuir préalablement mouillé d'eau : opérer vivement dans un endroit chauffé à 38 ou 40 degrés centigrades. Battre ensuite le cuir pour l'assouplir avec un marteau de bourrelier en le plaçant sur un marbre.

MÉLANGE POUR EMPÊCHER LES CONSSINETS DE CHAUFFER ET GRIPPER

Huile d'olive de graissage	100 grammes.
Fleurs de soufre	30 "
Employer en marche.	

MOYEN DE COUPER LES TUBES DE VERRE.

Limer le tube circulairement en maintenant la lime bien imprégnée d'essence de térébenthine pendant toute l'opération et casser le bout par chocs. Pour percer le verre humecter également le foret avec de la térébenthine.

MASTIC POUR JOINTS DE VAPEUR.

Blanc de Céruse..... 3 k^{os}.
Minium..... 1 k^{os}.
Huile de lin en quantité suffisante.

Mélangez d'abord le blanc de Céruse et le minium en poudre ; ajoutez l'huile et pétrissez jusqu'à consistance de mastic, puis battez la masse posée sur un bloc de pierre dure ou de métal avec un marteau ou maillet métallique. — On ajoute généralement un peu d'étope effilochée dans la masse de ce mastic pour donner de la liaison.

MASTIC CALORIFUGE.

N° 1.— Argile grasse lavée,... 10 parties en volume.
Charbon de bois en poudre, 10 "
Soufre pulvérisé..... 1 "
Fibres végétales..... quantité suffisante.
Mélangez les trois premières matières avec l'eau nécessaire pour faire une pâte et ajoutez les fibres à la masse divisée par portions.

N° 2.— Bouse de vache.

Argile grasse.

Poussières de ventilateur d'ouvreuse avec poivre ou feuillée.

Le tout en parties égale et pétri avec soin.

Ces deux mastics s'appliquent à la truelle et par couches de 5 à 10 millimètres au plus sur tuyaux de vapeur-cylindriques, etc.

VERNIS POUR CYLINDRES DE PRESSION.

N° 1.— Dissolvez à une douce chaleur de la gomme arabique dans quantité suffisante de vinaigre blanc pour obtenir un liquide sirupeux que vous emploierez au pinceau en ayant soin de mettre la couche aussi mince que possible. — On peut colorer le vinaigre avec un peu d'osseille, d'orcanette ou de rocou.

N° 2.— Empoiss d'amidon (cuit) avec un peu de vermillon pour colorer. — Employez avec une éponge et après avoir laissé sécher, passez au lissoir.

TREMPE DE L'ACIER.

N° 1.— Prussiate de potasse.....	125	grammes
Sel de tartre.....	125	"
Savon vert.....	250	"
Axonage.....	250	"

Piler les sels, les mêler au savon puis y verser l'axonage ou saindou fondu et triturer jusqu'à refroidissement. — On chauffe la pointe d'acier au rouge blanc, on la plonge dans la pâte; puis on la chauffe au rouge cerise claire et on la trempe dans un bain de prussiate ou simplement dans de l'eau.

N° 2.— Chauffez l'outil à tremper au rouge cerise noir et martelez la partie à durcir jusqu'à refroidissement presque complet; chauffez de nouveau au rouge cerise noir et plongez rapidement dans le liquide suivant composé dans l'ordre qui suit:

Eau.....	15	litres
Acide nitrique.....	100	grammes.
Carbonate d'ammoniaque huileux..	100	"
Sulfate de zinc.....	100	"
Sel ammoniaque.....	100	"
Alun.....	100	"
Sel de cuisine.....	200	"

Rapures de sabot de cheval..... deux poignées
N'employez le mélange qu'après une nuit de macération.

DURCISSEMENT DU FER.

N° 1.—Pour les petits objets, plongez les dans du bon charbon de bois en poudre fine après les avoir chauffés au rouge vif, répétez l'opération à plusieurs reprises et enfin trempez dans l'eau.

N° 2.—Pour tourillonrs, collets, pivots, etc... chauffez la partie à durcir jusqu'au rouge vif; puis plongez la dans une poudre composée de parties égales de prussiate jaune de potasse et de charbon de bois pulvérisés; remettez au feu pour rougir au vif encore et ainsi de suite jusqu'à ce que l'on aperçoive sur la pièce quand elle est au feu une couche égale luisante dans toutes les parties à durcir ; à ce moment trempez dans une assez grande masse d'eau pour que ce liquide ne s'échauffe pas sensiblement.

TREMPE DES MACHOIRES D'ETAU.

Pilez ensemble jusqu'à consistance de pâte des oignons, de l'ail, du sel de cuisine et du charbon de cuir, le tout en parties égales en poids; étalez ensuite cette pâte sur les mâchoires d'étau que vous porterez ainsi graduellement au rouge vif jusqu'à ce que la pâte soit complètement en fusion; à ce moment trempez vivement dans l'eau.—Si l'acier était trop sec il faudrait le faire revenir en saisiissant entre les mâchoires de l'étau monté un morceau de fer rouge qui s'appliquerait exactement sur les surfaces mordantes et l'y laissant le temps convenable.

GRAISSE POUR DENTS DE BOIS.

N° 1.—	Suif.....	2 kilos
	Savon vert.....	ok. 500
	Goudron.....	ok. 250

— 79 —

N° 2.— Huile sale des paliers.....	1k. 500
Carbonate de potasse.....	ok. 100
Goudron.....	ok. 050

Pour décrasser les coussinets en cuivre, fonte ou fer,
les faire bouillir dans :

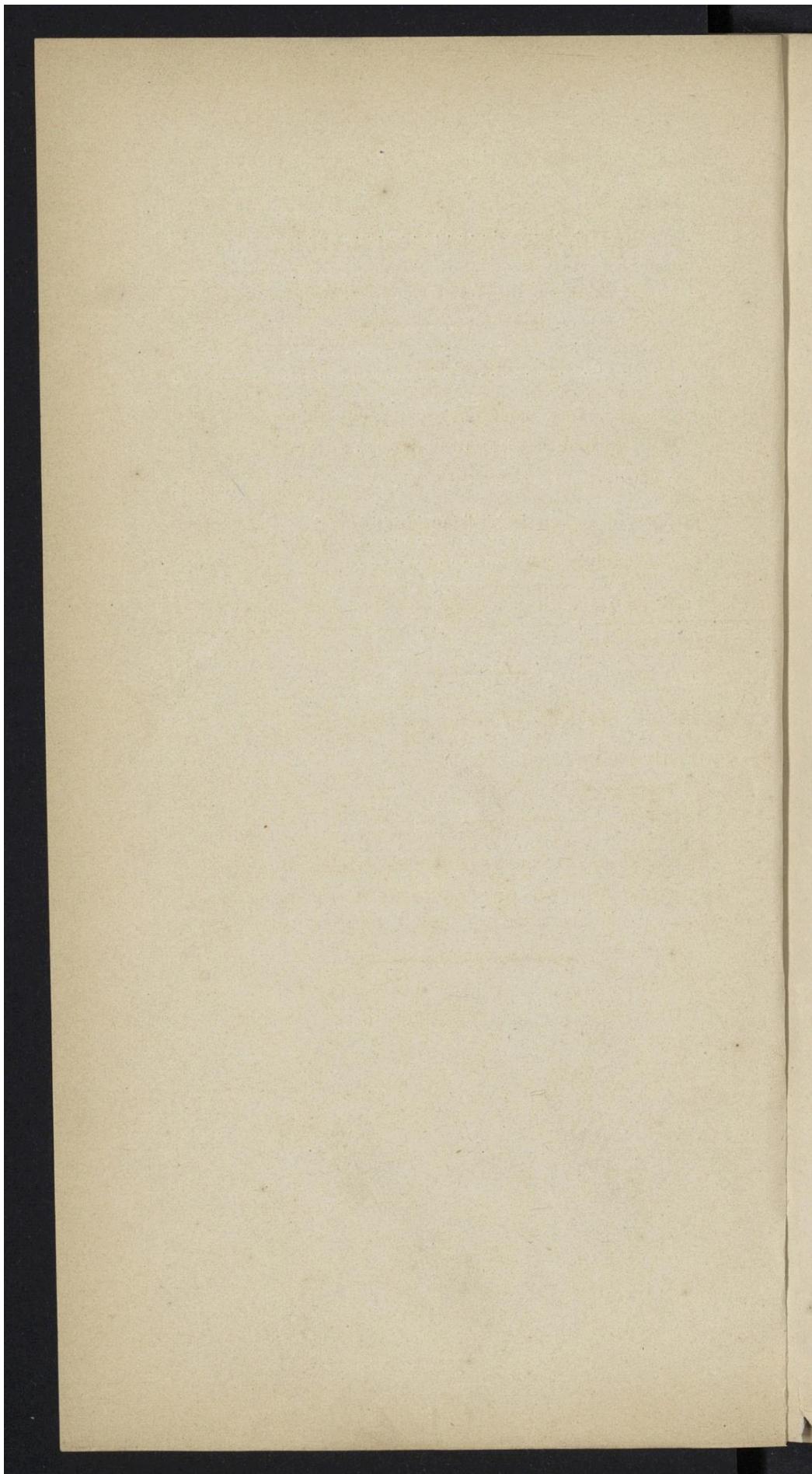
Cendre de bois.....	2k ^{os}
Chaux éteinte en poudre.....	ok. 100
Eau.....	15 litres.

MASTIC DE FONTE.

Limaille de fonte ou tournure de fonte pilée et tamisé bien fine.....	ok. 200
Sel ammoniaque.....	ok. 010
Soufre en fleur.....	ok. 005

Arrosez avec de l'urine ou de l'eau. — La limaille ne doit pas être oxydée et le mastic préparé par portions bien battues s'applique en l'enfonçant au matoir et au marteau. On saupoudre la surface avec de la fleur de soufre qui forme bientôt une croûte.

FIN.



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

GUIDE PRATIQUE DE FILATURE

Par C. POULAIN et V. LEHR.

ERRATA

Page 32, Des machines à vapeur, problème I
2^{me} ligne, au lieu de : 0^m,30 de diamètre, lisez : 0^m,424
de diamètre.

Et ligne 6, au lieu de : Surface du piston $\pi \left(\frac{0,30}{2} \right)^2 =$
1413 centimètres carrés,

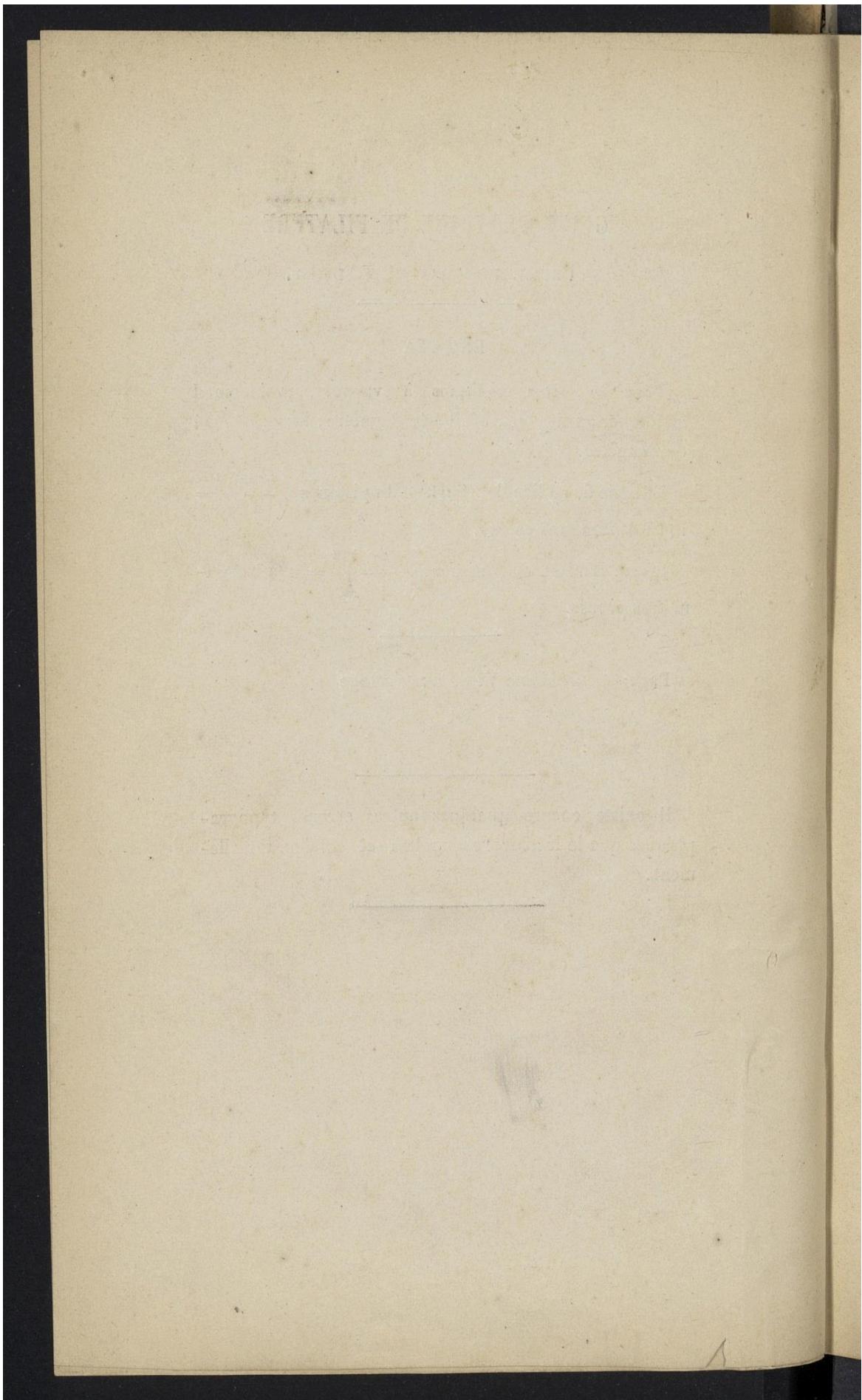
Lisez : Surface du piston $\pi \left(\frac{0,424}{2} \right)^2 = 1413$ centi-
mètres carrés.

Page 44, problème VI de numérotage

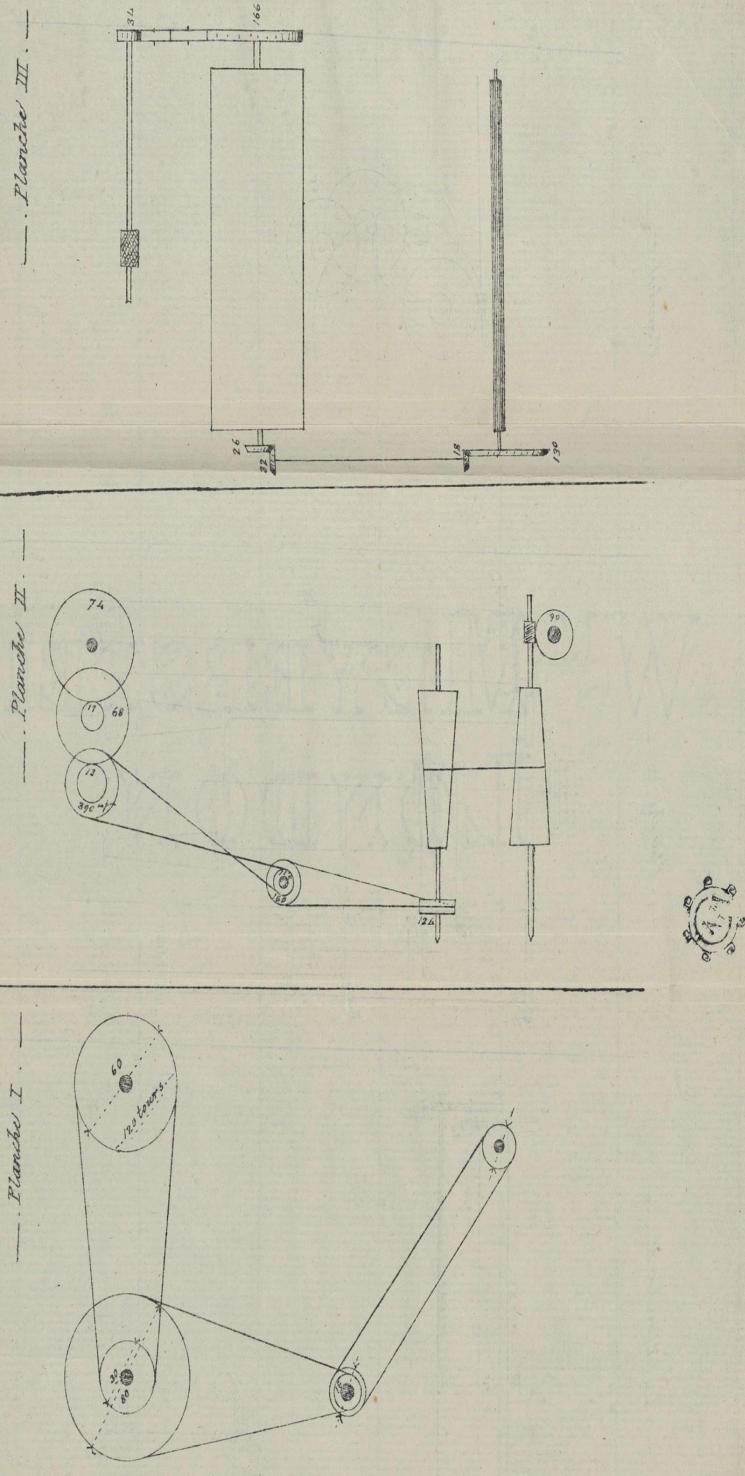
Au lieu de M = 4NK

Lisez : M = 2NK

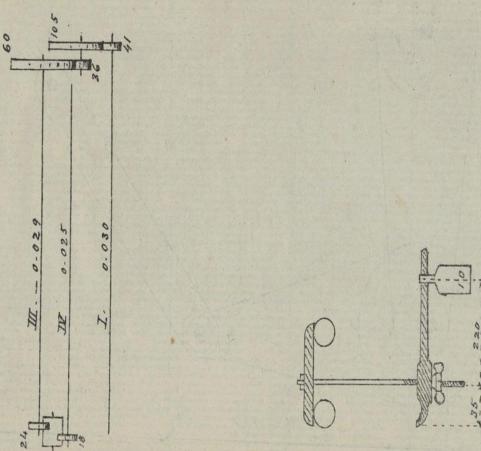
Il existe encore quelques autres erreurs typogra-
phiques que le lecteur reconnaîtra et corrigera facile-
ment.



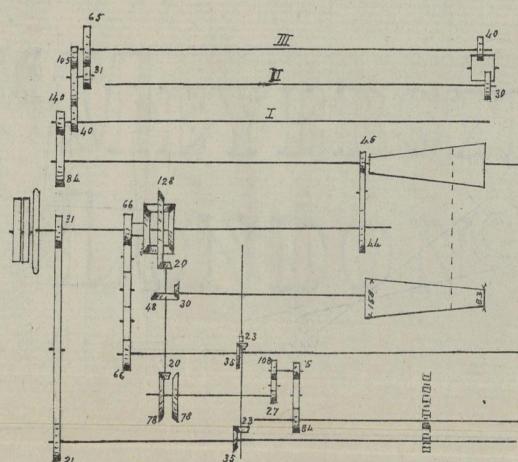
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



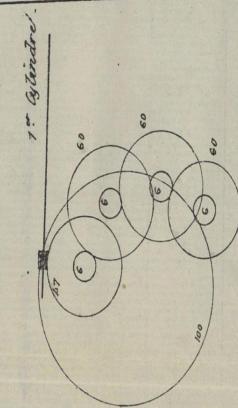
— Planche II. —



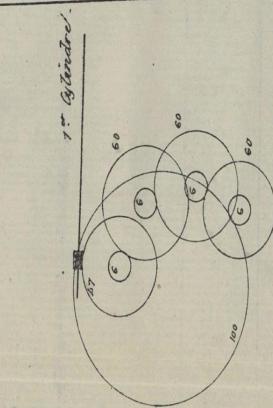
— Planche II. —



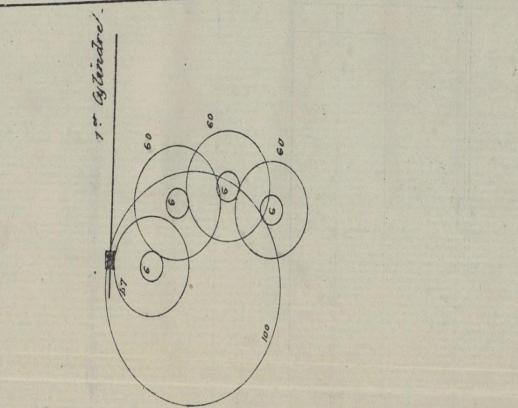
— Planche II. —



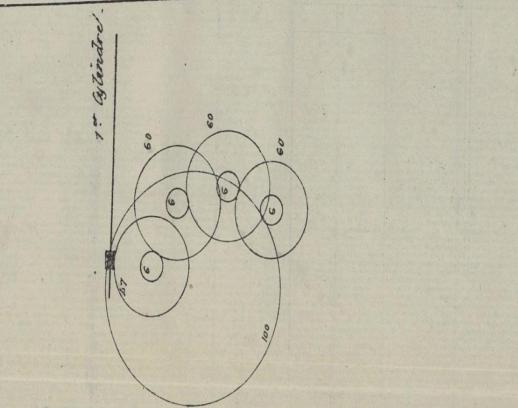
— Planche II. —



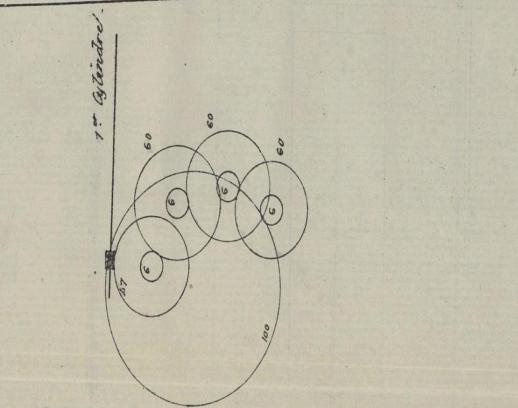
— Planche II. —



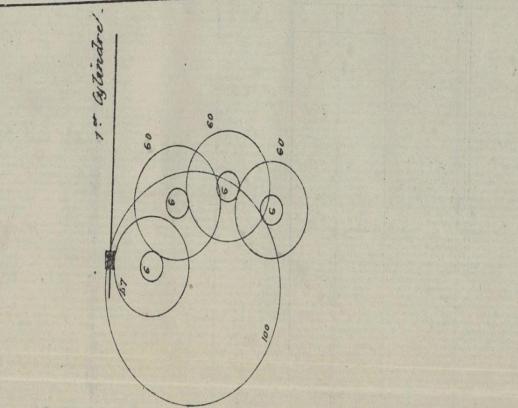
— Planche II. —



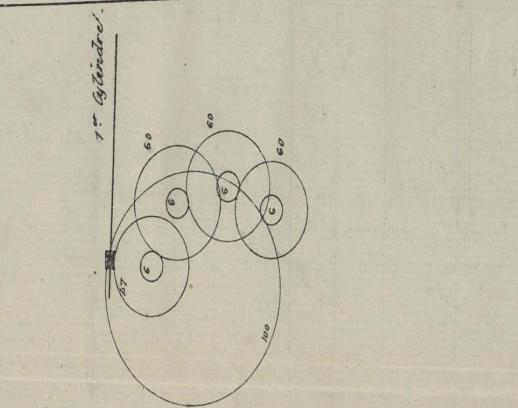
— Planche II. —



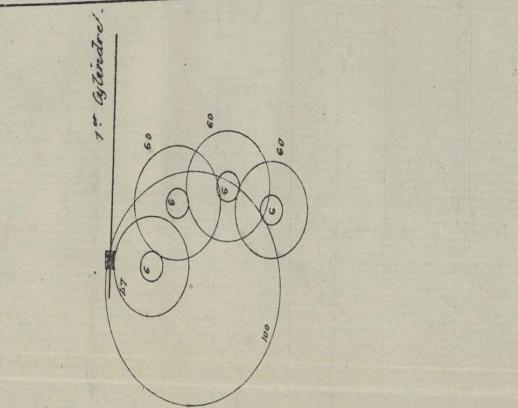
— Planche II. —



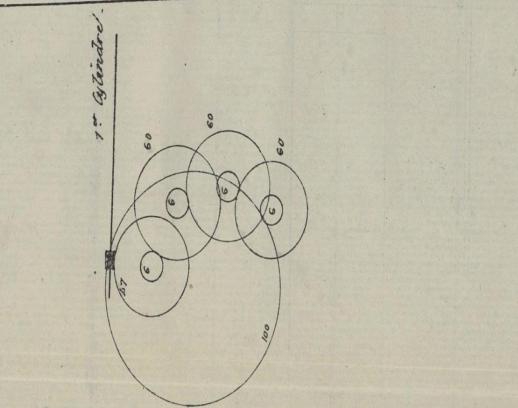
— Planche II. —



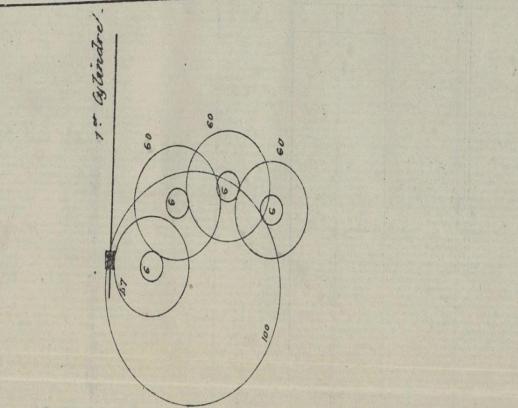
— Planche II. —



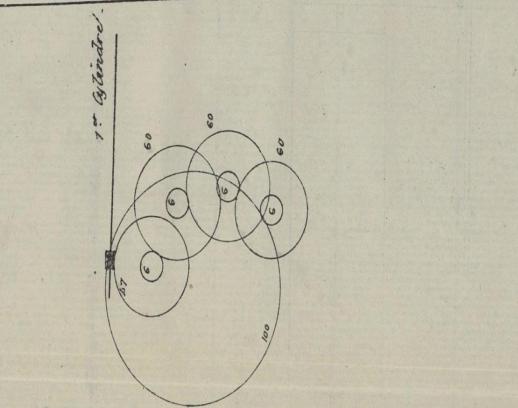
— Planche II. —



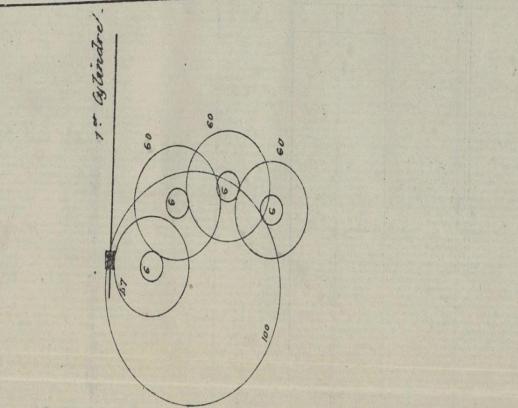
— Planche II. —



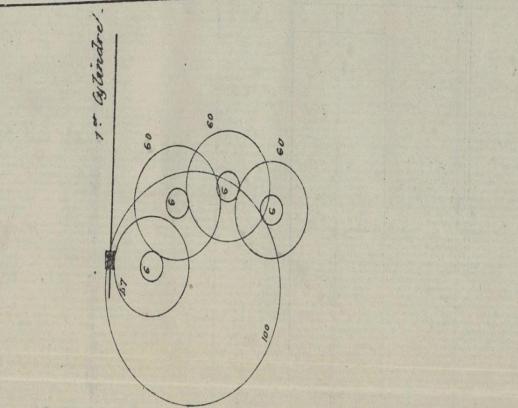
— Planche II. —



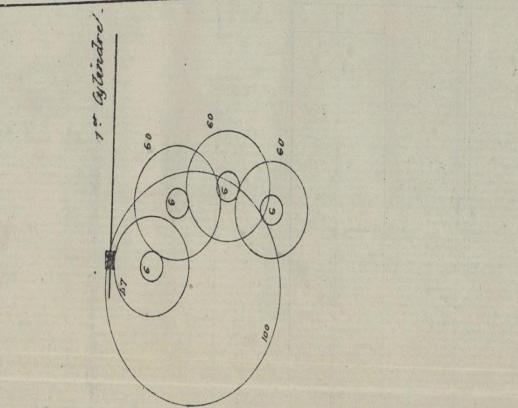
— Planche II. —



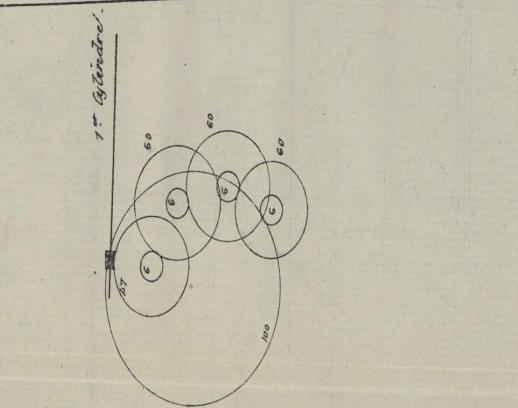
— Planche II. —



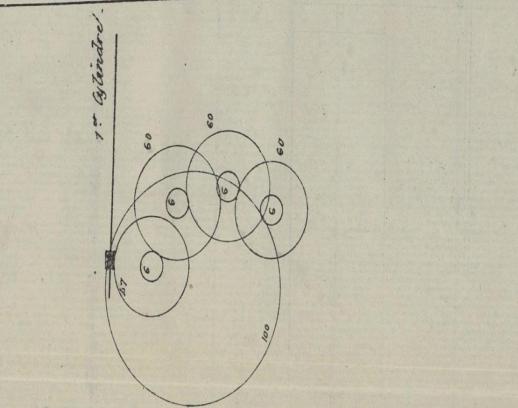
— Planche II. —



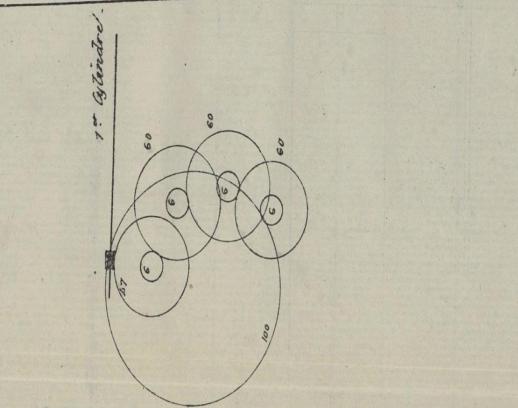
— Planche II. —



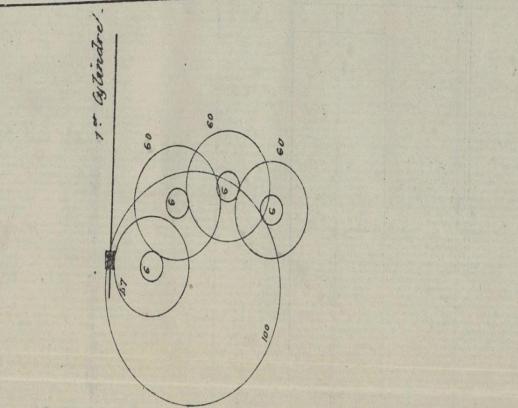
— Planche II. —



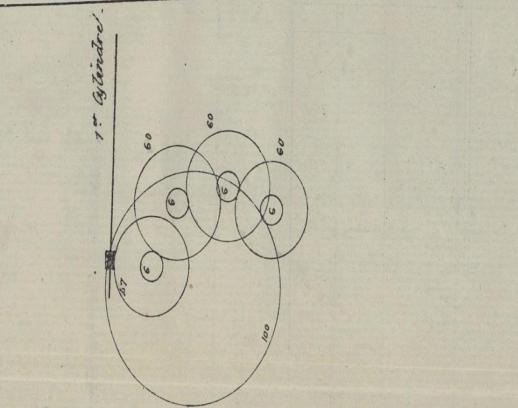
— Planche II. —



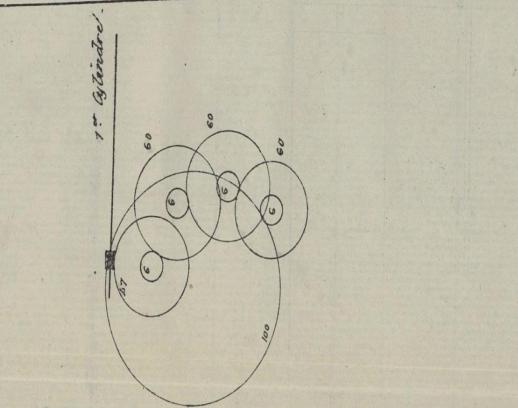
— Planche II. —



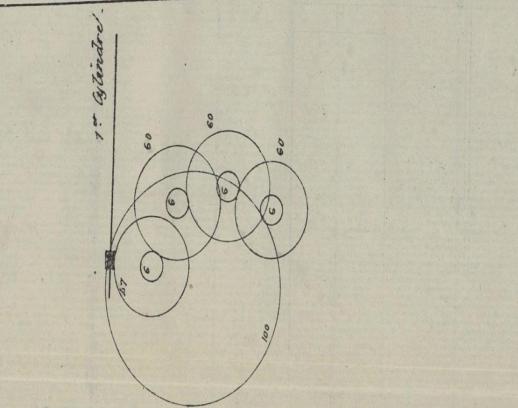
— Planche II. —



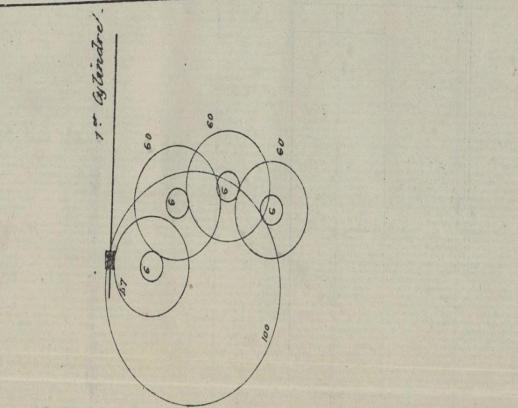
— Planche II. —



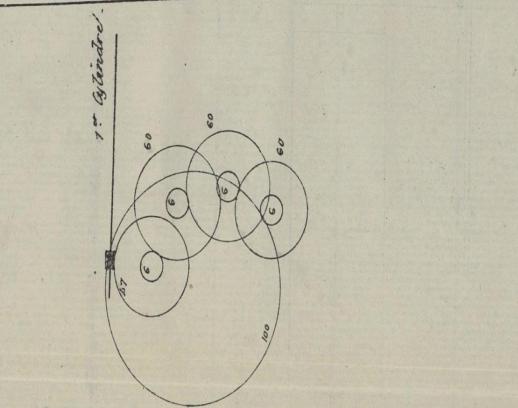
— Planche II. —



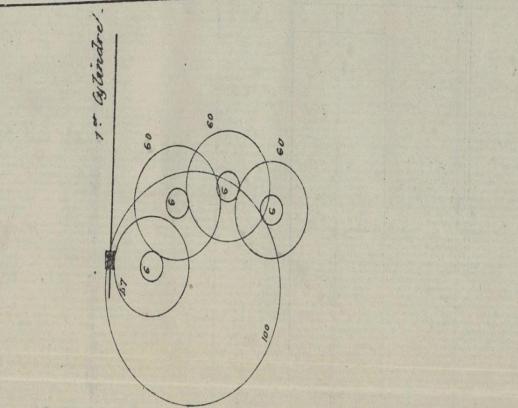
— Planche II. —



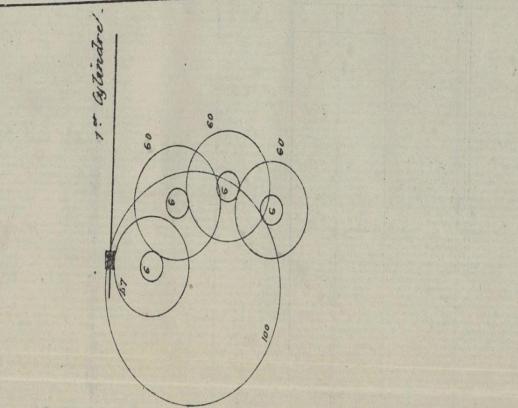
— Planche II. —



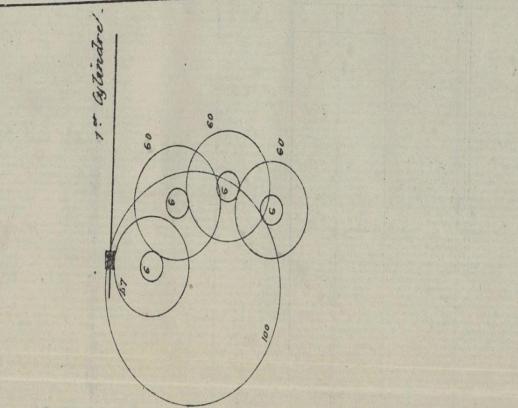
— Planche II. —



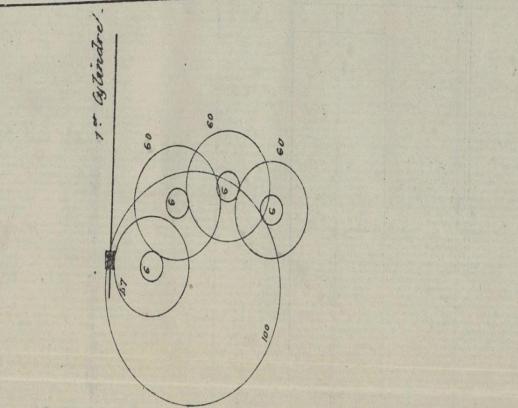
— Planche II. —



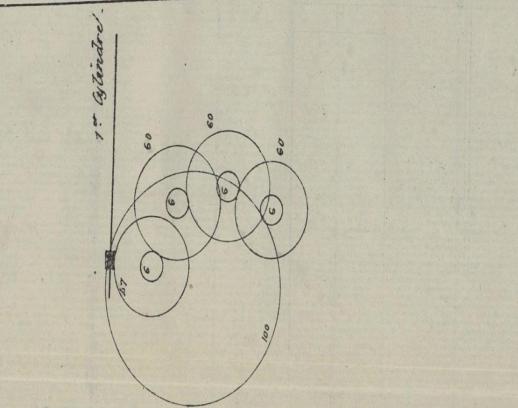
— Planche II. —



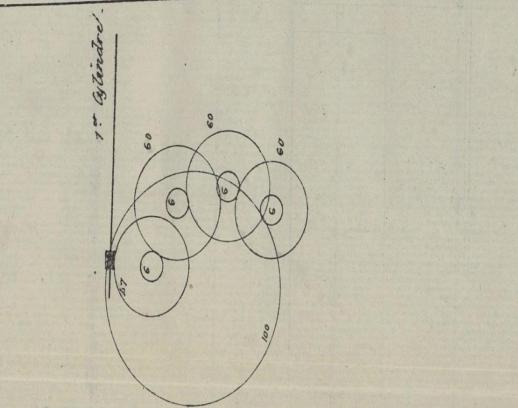
— Planche II. —



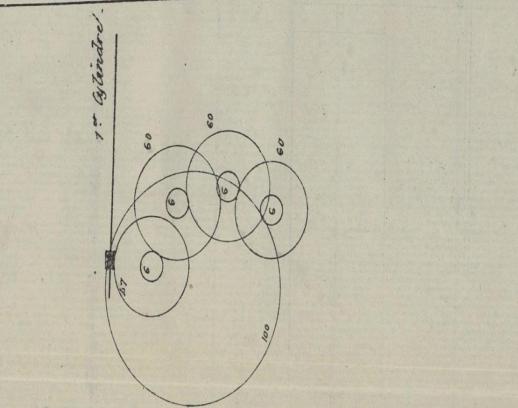
— Planche II. —



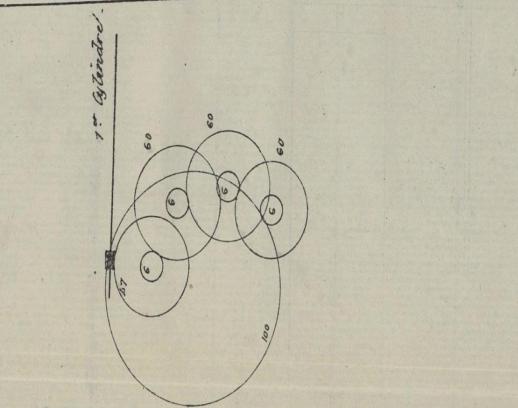
— Planche II. —



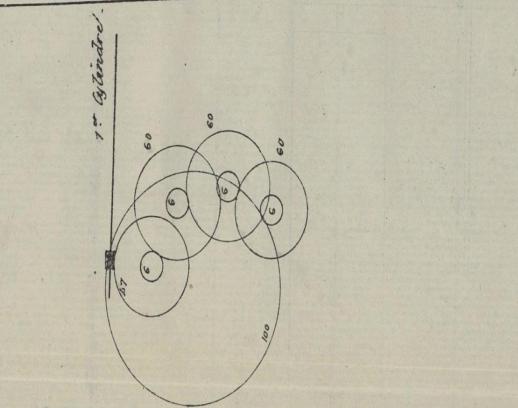
— Planche II. —



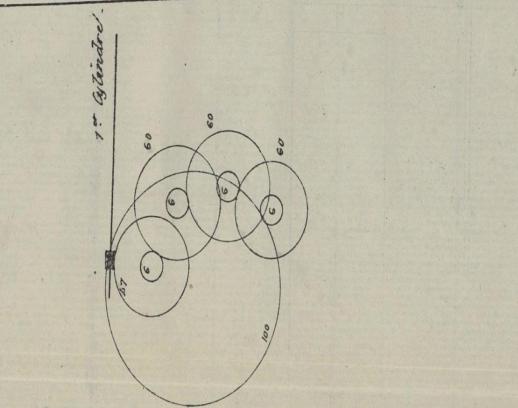
— Planche II. —



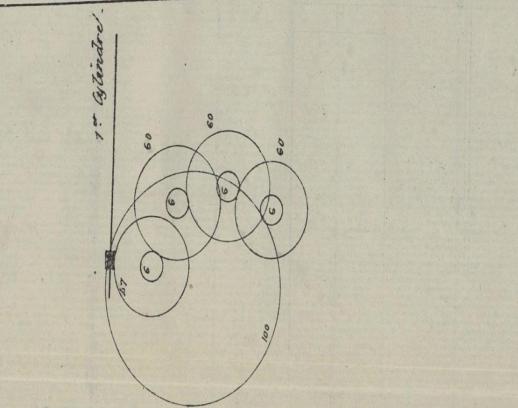
— Planche II. —



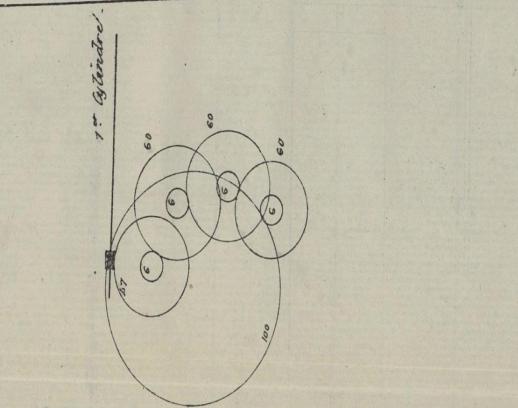
— Planche II. —



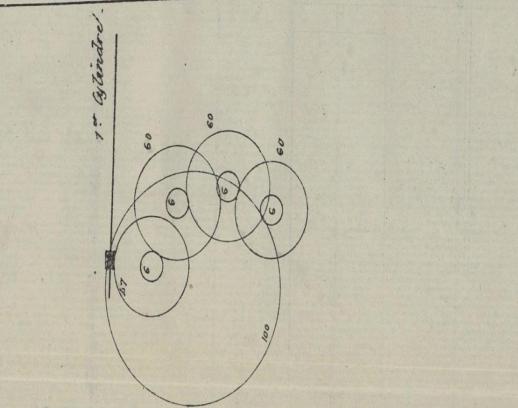
— Planche II. —



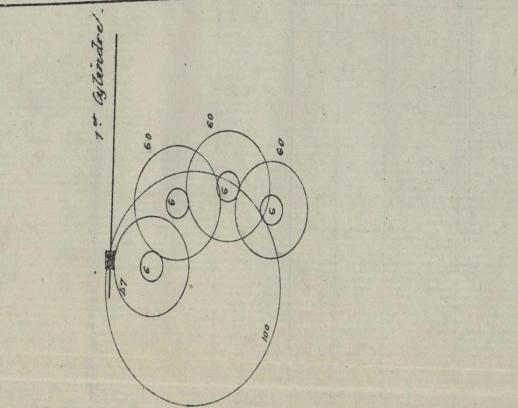
— Planche II. —



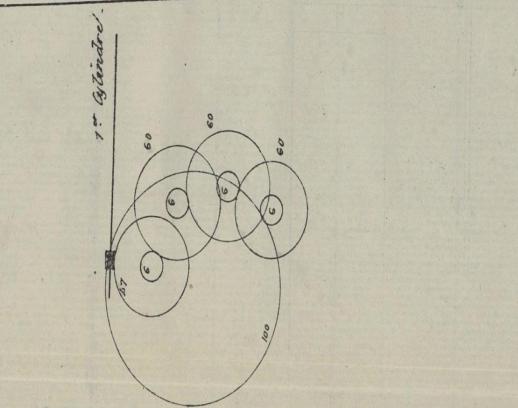
— Planche II. —



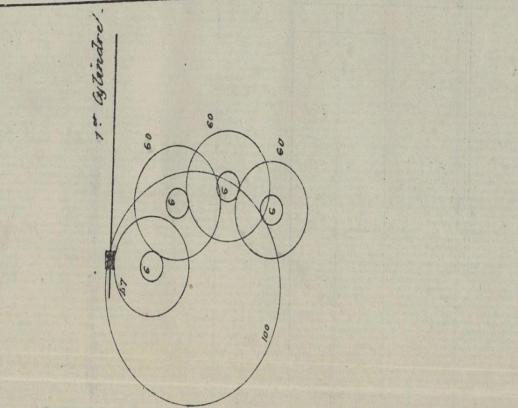
— Planche II. —



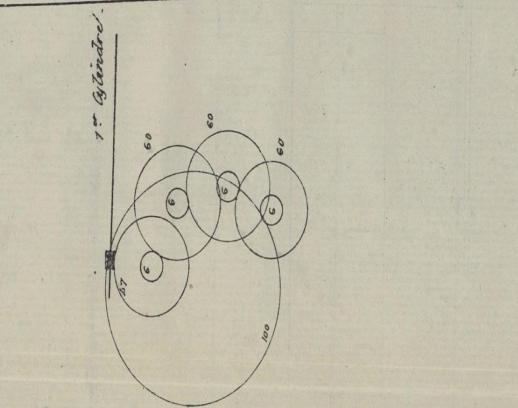
— Planche II. —



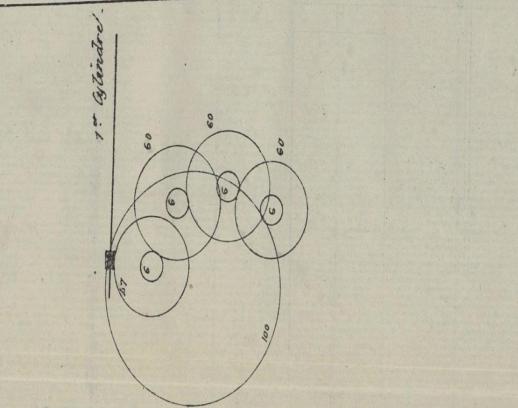
— Planche II. —



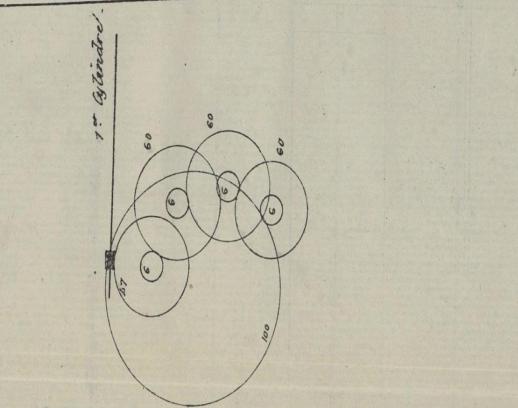
— Planche II. —



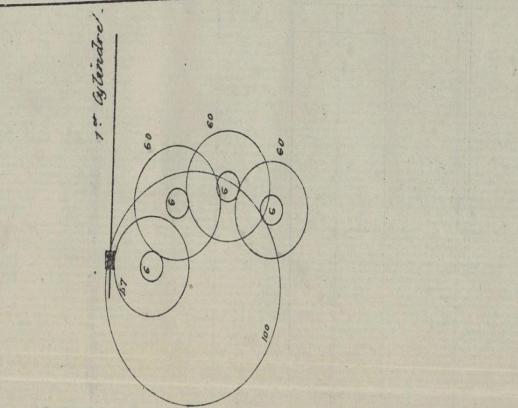
— Planche II. —



— Planche II. —



— Planche II. —



— Planche II. —

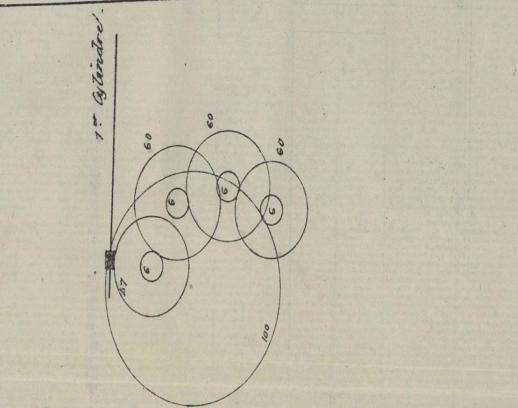
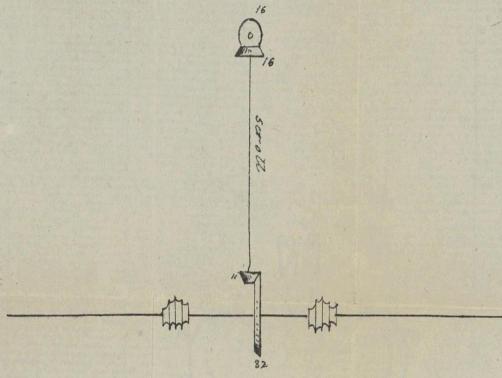


Planche IX.



Scoutte

Planche X.

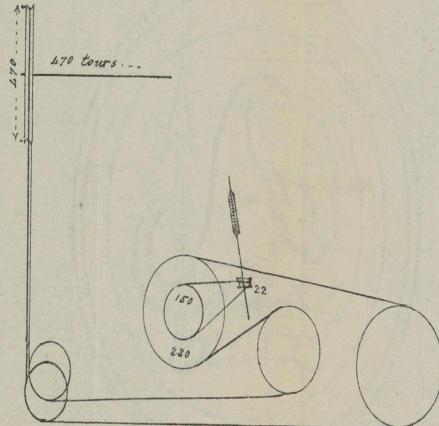


Planche XII.

