

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 44 (1918)
Heft: 2

Artikel: Problème d'équilibre tiré de la construction des machines à broder
Autor: Bolle, L.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34002>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 02.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

quantités relativement grandes de gaz, les ventilateurs centrifuges à basse pression peuvent être aussi exécutés avec roues à ailettes de largeur double pour des débits doubles. La figure 8 représente un ventilateur destiné au refoulement de vapeurs chargées d'acide sulfureux et dont la carcasse est exécutée en plomb antimonieux ; les autres pièces venant en contact avec les gaz sont plombées. Le ventilateur de cette construction s'est très bien comporté alors que tous les autres ventilateurs essayés ont été détruits en peu de temps par l'action corrosive de l'acide sulfureux.

Les figures 10 et 11 représentent les dessins en coupe de ventilateurs centrifuges simple et multicellulaire. La normalisation comprend plusieurs dispositions de tubulures pour chaque ventilateur ; ces dispositions sont obtenues par un rivetage correspondant du socle, respectivement en tournant les couvercles de la carcasse.

(A suivre).

Les Rocailles.

Propriété de M. et M^{me} F. Ruchonnet, à Ouchy.
Architectes : MM. M. de Rham et G. Peloux.

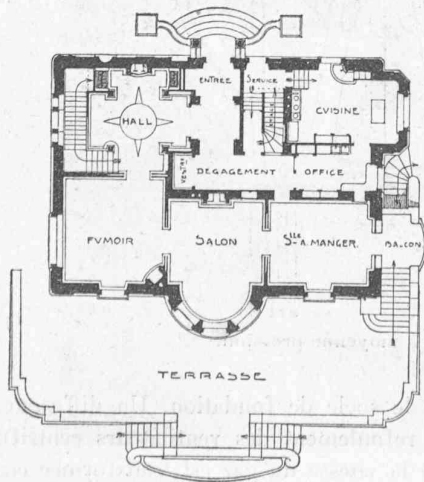
(Planches 1 et 2.)

Cette habitation particulière occupe l'emplacement de deux villas locatives jumelles démolies à cet effet et donne sur un vaste jardin dégagé en vue du côté du lac.

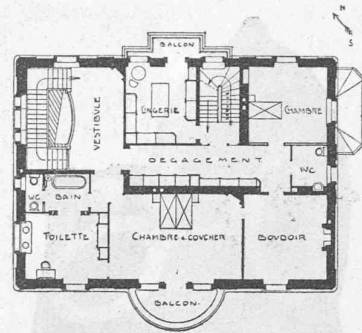
Les pièces principales sont disposées sur la façade Sud et tous les services et chambres de bonnes sont mis en communication directe par un escalier de granit indépendant. Le Hall est relié à l'étage par un escalier de chêne apparent.

Les matériaux employés sont pour les façades : la Meillerie recouverte d'un crépi blanc à la chaux grasse, la molasse de Fribourg pour les encadrements, chaînes d'angle et corniche, et la roche d'Arvel pour les socles et perrons, couverture en ardoises violettes des Ardennes.

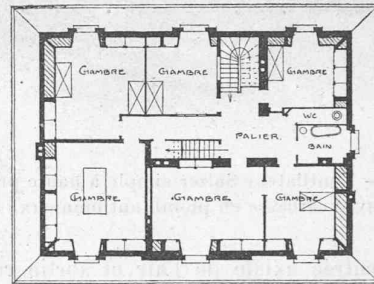
L'aspect général extérieur a été cherché au moyen



Plan du rez-de-chaussée. — 1 : 400.



Plan du 1^{er} étage. — 1 : 400.



Plan du 2^{me} étage. — 1 : 400.

de lignes très simples dans le caractère des habitations du pays à l'exclusion de tout motif inutile.

La décoration des pièces principales est : pour le Hall, boiseries de 2 mètres et corniche en chêne du Japon ; pour le fumoir et la salle à manger, soubassements, corniches et encadrements de tentures en acajou ; pour le salon traité en style Louis XVI, menuiseries et staffs peints en gris, entrepreneur : R. Ledermann, et sculpture de R. Weitzel.

L'entreprise de maçonnerie a été confiée à M. J. Zolla, et les travaux de béton armé sont du système de MM. Boiceau et Muret, ingénieurs. Système d'appareillage avec pression directe et basse pression et drainage anglais (entrepreneur : Diemand). Chauffage central et circulation d'eau chaude par potager (entrepreneur : Weber). Fers forgés des maisons L. Zwahlen et A. Spagnol.

Problème d'équilibre

tiré de la construction des machines à broder

par L. BOLLE, D^r ès sc. tech., Uzwil.

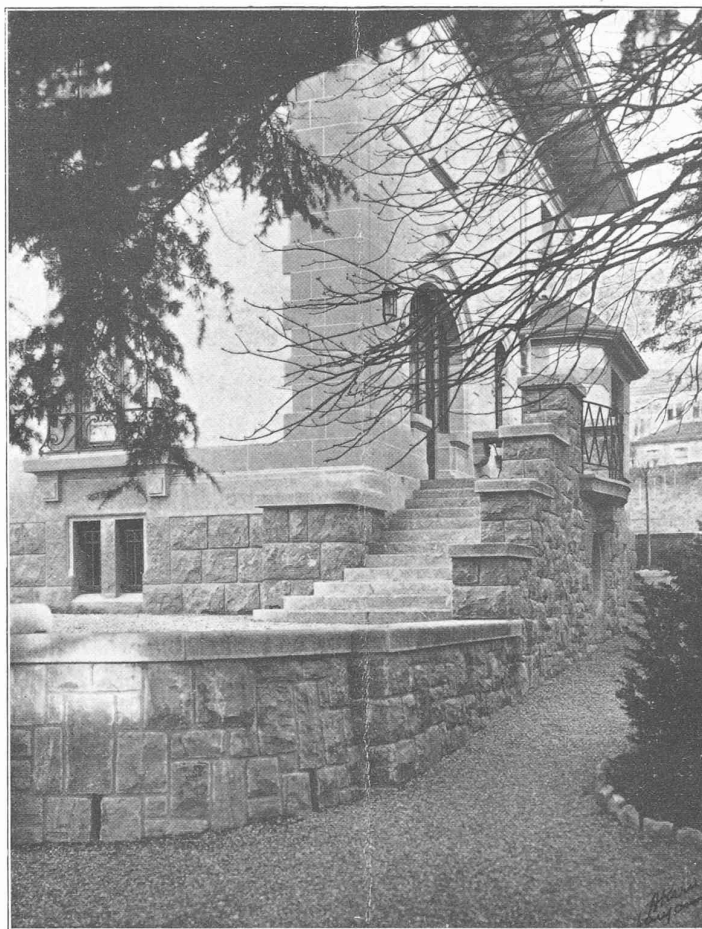
(Suite et fin¹.)

Seconde solution.

Nous faisons $M(\alpha) = M \sin \alpha$, et $\alpha_0 = 0$ dans les équations $v' \dots vi'$, et désignons de nouveau par b la constante $\frac{c_0}{M}$; nous aurons

$$2') \quad \varpi = \pm \sqrt{2k'M} \sqrt{1 - \cos \alpha + b}$$

¹ Voir *Bulletin technique* du 29 décembre 1917, p. 237.



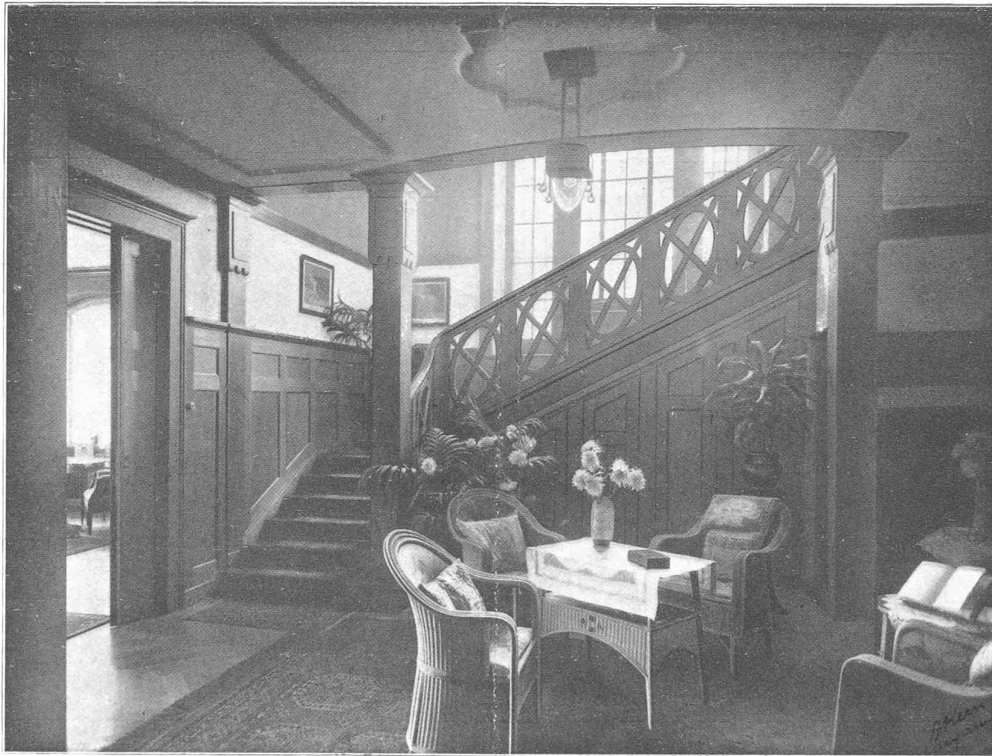
Détail de la façade Est.



Façade Nord.

VILLA DE M. ET M^{me} F. RUCHONNET, A OUCHY

Architectes : MM. H. de Rbam et G. Peloux, à Lausanne.



Le Hall.

VILLA DE M. ET M^{me} F. RUCHONNET, A OUCHY

Architectes : MM. *H. de Rbam*, et *G. Peloux*, à Lausanne.

$$3') \quad \beta = \pm \sqrt{\frac{2M}{k'}} \sqrt{1 - \cos \alpha + b}$$

$$4') \quad \frac{r_A}{r_B} = \pm \frac{\sqrt{\frac{M}{2k'}} \sin \alpha}{\sqrt{1 - \cos \alpha + b}}$$

$$5') \quad r_A = \frac{eM \sin \alpha}{M \sin \alpha + \mathcal{M}c}$$

$$6') \quad r_B = \frac{e\mathcal{M}c}{M \sin \alpha + \mathcal{M}c}$$

Ici encore il y a lieu de distinguer comme précédemment suivant la valeur de b trois cas particuliers susceptibles de donner une solution réelle dans une partie au moins de l'intervalle $0 \dots \pi$; mais à cause du double signe qui apparaît dans les formules nous aurons dans chaque cas deux solutions (*), qui correspondent aux deux sens de rotation possibles de l'arbre O . Nous nous bornons à reproduire ici (Fig. 13, 14 et 15), les

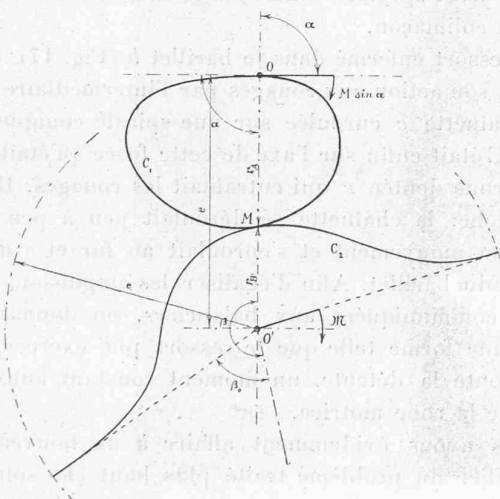


Fig. 13. — Cas particulier 1.

groupes de courbes pour des sens de rotation différents des deux arbres (signe supérieur), et pour des valeurs de α comprises entre les limites $0 \leq \alpha \leq \pi$. Les valeurs de M et b sont les mêmes que dans les trois cas traités plus haut et la nouvelle constante k' a été choisie égale à $k' = 2000 \text{ kgs.cm}$.

Dans cette nouvelle solution, aucun point singulier des courbes C_1 et C_2 ne réduira le domaine d'application, et la réalisation pratique sera possible, sans discontinuité, dans tout l'intervalle pour lequel la solution analytique est réelle. A ce point de vue la nouvelle solution présentera dans le troisième cas particulier (mais seulement dans celui-ci), un avantage sur la première qui restait inutilisable dans tout une partie de l'intervalle $\lambda \leq \alpha \leq \pi$.

(*) Ces deux solutions n'en forment évidemment qu'une si l'on admet que α peut prendre des valeurs supérieures à π , car à partir de cette limite, le ressort devant restituer l'énergie emmagasinée, l'arbre O' devra tourner dans l'autre sens.

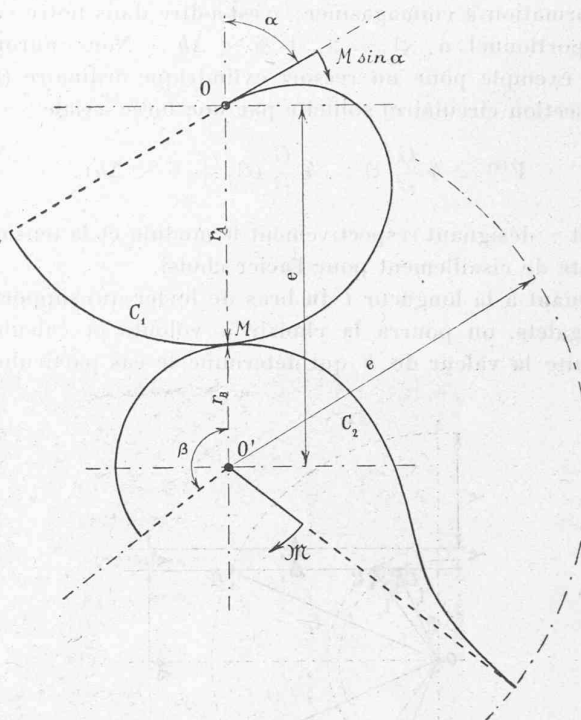


Fig. 14. — Cas particulier 2.

Fig. 13, 14, 15 : Base et roulette du mouvement relatif des plans A et B.

Remarques relatives au choix d'une construction avantageuse.

Dans tous les exemples numériques ci-dessus nous avons admis la même valeur de M et nous avons comparé les solutions auxquelles on était conduit en choisissant différentes valeurs de b ou ce qui revient au même, de e_0 . Dans la pratique, ce n'est pas M qui est donné mais le poids \mathcal{G} et le déplacement vertical maximum Δh du cadre. Si nous exigeons d'autre part que l'énergie potentielle du ressort ne puisse jamais descendre au-dessous d'une certaine limite \mathcal{E}_1 (ceci afin de conserver toujours une tension dans les organes de liaison), nous pourrons déterminer à l'aide de ces données le volume minimum du ressort que nous devons employer. En effet ce volume V est, pour un même type de ressort et un même acier, proportionnel au travail de

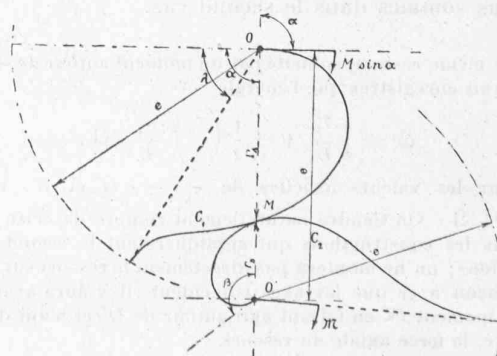


Fig. 15. — Cas particulier 3.

déformation à emmagasiner; c'est-à-dire dans notre cas proportionnel à $\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{G} \times \Delta h$. Nous aurons par exemple pour un ressort cylindrique ordinaire (fil de section circulaire) sollicité par une force axiale

$$V^{(*)} = 4 \frac{G}{\tau^2} \cdot \mathcal{E} = 4 \frac{G}{\tau^2} (\mathcal{E}_1 + \mathcal{G} \times \Delta h),$$

G et τ désignant respectivement le module et la tension limite de cisaillement pour l'acier choisi.

Quant à la longueur l du bras de levier qui supporte les galets, on pourra la choisir à volonté et calculer ensuite la valeur de b qui détermine le cas particulier

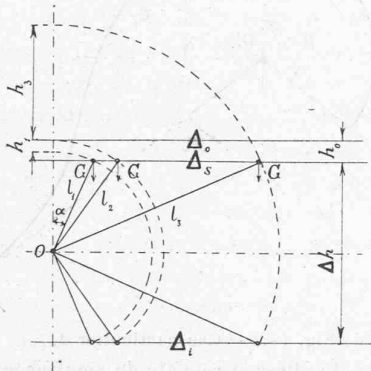


Fig. 16.

auquel on est conduit. A cet effet nous dessinons (Fig. 16), les deux horizontales Δ_s et Δ_i marquant les positions supérieure et inférieure des galets, et au-dessus de Δ_s , à une distance $h_0 = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{G}}$, une nouvelle horizontale Δ_0 qui correspondrait à la position du galet pour laquelle le ressort serait complètement détendu ($\mathcal{E} = 0$). En traçant maintenant autour de l'arbre O la circonférence décrite par le galet, nous distinguerons immédiatement les trois possibilités suivantes qui correspondent à nos trois cas particuliers :

1. La circonférence ne rencontre pas Δ_0 ; nous avons affaire au premier cas particulier ($b > 0$) et la valeur correspondante de b se calcule d'après la fig.

$$b \equiv \frac{\mathcal{E}_0^{(*)}}{M} = \frac{\mathcal{G} \cdot h_1}{\mathcal{G} \cdot l_1} = \frac{h_1}{l_1} > 0$$

2. La circonférence est tangente à Δ_0 ; b étant égal à 0 nous sommes dans le second cas.

(*) Le même ressort, sollicité par un moment autour de son axe, ne pourrait enregistrer que l'énergie

$$\mathcal{E}^r = \frac{1}{8} \frac{\sigma_b^2}{E} \cdot V = \frac{1}{2} \left(\frac{\sigma_b}{\tau} \right)^2 \cdot \frac{G}{E} \cdot \mathcal{E},$$

soit pour les valeurs usuelles de σ_b , τ , G et E , environ $\frac{1}{2} \mathcal{E} \div \frac{1}{3} \mathcal{E}$. On tiendra naturellement compte de cette remarque dans les constructions qui appliqueraient le second groupe de solutions; on ne montera pas directement le ressort sur l'arbre O' de façon à ce que les axes coïncident, il y aura avantage à créer le moment \mathcal{M} en faisant agir autour de O' et à une distance constante, la force axiale du ressort.

(**) Nous rappelons que \mathcal{E}_0 désigne ici l'énergie potentielle du ressort pour la position $\alpha_0 = 0$ du levier.

3. La circonférence coupe Δ_0 , c'est le troisième cas particulier puisque

$$b \equiv \frac{\mathcal{E}_0}{M} = \frac{-\mathcal{G}h_3}{\mathcal{G}l_3} = -\frac{h_3}{l_3} < 0.$$

Il est intéressant de remarquer que les constructeurs qui ont essayé d'appliquer la première solution choisissaient fatalement les grandeurs \mathcal{E}_1 et l de façon à se trouver dans le troisième cas. Les courbes C qu'ils déterminaient de proche en proche prenaient toutes une allure défavorable, à cause du voisinage de l'asymptote, ce qui faisait croire à l'impossibilité d'utiliser pratiquement cette solution.

Cas particulier $M(x) = \text{const} \equiv M$; application tirée de l'horlogerie ancienne.

En horlogerie ancienne avant la découverte des systèmes d'échappement modernes on cherchait à égaliser l'action motrice du ressort sur les rouages en employant un dispositif spécial connu sous le nom de fusée, escarbot, ou colimaçon.

Le ressort enfermé dans le barillet b (Fig. 17), transmettait son action aux rouages par l'intermédiaire d'une fine chaînette c enroulée sur une spirale conique f la fusée. C'était enfin sur l'axe de cette fusée qu'était montée la roue dentée r qui entraînait les rouages. Durant la marche, la chaînette se déroulait peu à peu de la fusée en mouvement et s'enroulait au fur et à mesure autour du barillet. Afin d'égaliser les impulsions régulières communiquées aux balanciers, on donnait à la fusée une forme telle que le ressort pût exercer, pendant toute la détente, un moment constant autour de l'axe de la roue motrice.

Nous avons évidemment affaire à un nouveau cas particulier du problème traité plus haut (1^{re} solution), cas particulier dans lequel le moment $M(x)$ exercé autour de l'arbre O (l'axe de la fusée) est constant, égal à M . Les nouvelles formules se déduiront facilement des formules générales, mais comme toutes les positions α de O sont ici équivalentes en ce qui concerne le moment extérieur $M(x) = M$, nous pourrons, sans restreindre la généralité des résultats, compter les α à partir de la position pour laquelle le ressort serait complètement détendu ($\mathcal{E}_0 = 0$). Les formules 1 à 1v deviennent alors

$$1) \quad \mathcal{E} = M \cdot \alpha \qquad 2) \quad F = \sqrt{2kM} \cdot \sqrt{\alpha}$$

$$3) \quad f = \sqrt{\frac{2M}{k}} \cdot \sqrt{\alpha} \qquad 4) \quad p = \sqrt{\frac{M}{2k\alpha}}$$

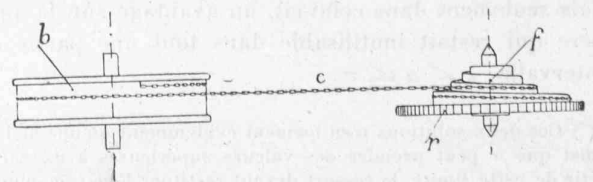


Fig. 17.

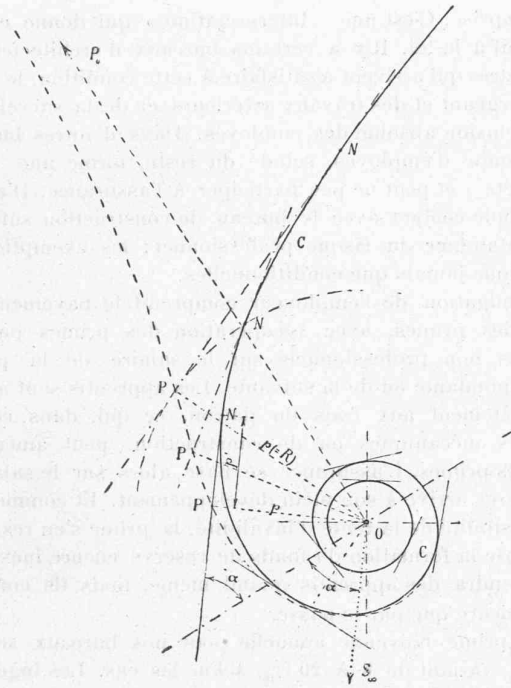


Fig. 18. — $M(z) = \text{const.}$ Courbe C pour $R = \infty$.

Pour discuter maintenant la courbe C que doit former la retraite hélicoïdale de la fusée, nous dessinons, comme pour le moment $M(z) = M \sin \alpha$, d'abord la courbe qui correspond à la valeur $R = \infty$ c'est-à-dire le point fixe S rejeté à l'infini. Les formules qui donnent alors PN et ρ sont

$$5) \quad PN = p' = -\frac{p}{2\alpha}$$

$$6) \quad \rho = p + p'' = p \left(1 + \frac{3}{4\alpha^2} \right)$$

La figure 18 représente la courbe C pour la valeur particulière $\frac{M}{2k} = 0,40 \text{ cm}^2$. Comme on le voit, la courbe possède dans la direction $\alpha = 0$ une branche parabolique puis elle tourne autour de O en s'approchant indéfiniment de ce point asymptotique. La distance $PN = p'$ devenant assez vite très petite on pourra déjà pour des valeurs relativement petites de α (c'est-à-dire pour des tensions encore faibles du ressort), substituer au bras de levier $p = OP$ d'une tangente, le rayon vecteur $r = ON$ du point de contact. L'équation qu'on obtiendrait alors de 4

$$r = \sqrt{\frac{2k\alpha}{M}}$$

représenterait la courbe C en coordonnées polaires; c'est de cette équation, donnée dans les traités d'horlogerie (*), qu'on faisait usage pour tailler la retraite de

(*) V. RÉNAL. *Traité de Mécanique générale*. Tome III. Paris. Gauthier-Villars, 1876, p. 406. La solution donnée dans ce traité n'est pas absolument rigoureuse; elle ne tient en outre aucun compte de la distance relativement faible de la fusée et du barillet ($R \neq \infty$).

la fusée. La fig. 18 montre que l'approximation était tout-à-fait suffisante pour la pratique à condition de ne pas laisser le ressort se détendre trop. La différence entre les deux courbes devient sensible dans le voisinage de $\alpha = 0$; pour de telles valeurs, la courbe approchée posséderait une branche asymptotique dans la direction OP_0 , tandis que la courbe exacte possède, comme nous l'avons dit, une branche parabolique dans la direction $\alpha = 0$, c'est-à-dire dans une direction perpendiculaire à OP_0 .

Examinons maintenant les modifications que subira la courbe lorsqu'on donnera à R une valeur finie. Ici encore nous pourrons faire usage, dans la figure 18, de la circonférence de rayon R pour déterminer les valeurs de α qui donnent lieu à une asymptote et à un point d'arrêt de la nouvelle courbe. Nous voyons que ces deux singularités se présenteraient toujours ici, quel que soit R . La nouvelle courbe (Fig. 19) ne sera donc dans aucun cas utilisable jusqu'à détente complète du ressort, mais en armant suffisamment le ressort au début, on pourra toujours obtenir, dans un intervalle donné, un tronçon utilisable de la courbe.

On pourrait encore examiner ce que devient dans notre nouveau cas particulier la seconde solution du problème, les formules qui s'y rapportent II', III' et IV' fournissent

$$\mathfrak{N} = \sqrt{2k'M} \cdot \sqrt{\alpha} \quad \beta = \sqrt{\frac{2M}{k'}} \cdot \sqrt{\alpha} \quad \frac{r_A}{r_B} = \sqrt{\frac{M}{2'kx}}$$

et les équations en coordonnées polaires des courbes C_1 et C_2 se réduisent à

$$r_A = e \frac{\sqrt{\frac{M}{2k'}}}{\sqrt{\frac{M}{2k'} + \sqrt{\alpha}}} \quad r_B = e \frac{\beta}{\frac{M}{k} + \beta}$$

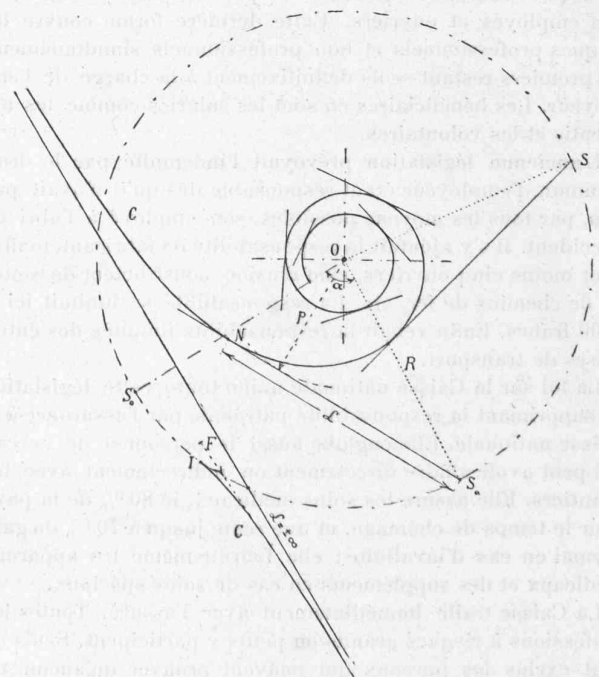


Fig. 19. — $M(z) = \text{const.}$ Courbe C pour $R \neq \infty$.

Ces courbes n'offrant aucun caractère intéressant, nous nous abstenons de les reproduire; nous remarquons seulement que cette seconde solution permet (comme plus haut, troisième cas particulier du moment $M(z) = M \sin z$) de poursuivre la rotation de l'arbre O jusqu'à détente complète du ressort, ce qui n'est pas possible dans la première solution.

Société et Section vaudoise des Ingénieurs et des Architectes.

Séance ordinaire du 22 décembre 1917 au Café du Musée, à 4 heures après-midi.
Présidence de M. H. Verrey, président.

21 membres assistent. Le Secrétaire lit le procès-verbal de la séance du 3 novembre, qui est adopté. L'assemblée se lève en souvenir de notre ancien membre M. James Rau, ingénieur, récemment décédé. M. Ryncky, ingénieur des Chemins de fer de la Gruyère, passe, à notre regret, à la Section fribourgeoise.

Le Comité s'est occupé du projet d'Infirmier communale au Bois Mermet et a demandé à la Municipalité d'en faire l'objet d'un concours entre les architectes du canton, actuellement peu occupés. Un semblable concours éveillerait sans doute un vif intérêt. Notre Comité a aussi correspondu avec celui de la Société vaudoise des Sciences naturelles qui nous propose une séance en commun consacrée à la question si actuelle du combustible. Nos techniciens auraient tout intérêt à discuter la question à un point de vue général, en présence de forestiers particulièrement.

Le président donne alors la parole à M. Niess, avocat, qui nous fait un clair exposé de l'Assurance des employés d'ingénieurs et d'architectes, entrant en vigueur probablement le 1^{er} avril 1918. La loi organique qui crée cette institution date du 13 juin 1914. Elle prévoit l'assurance-maladie et l'assurance-accident. La première fonctionne par l'intermédiaire des caisses régulièrement constituées, avec subvention par la Confédération.

La Caisse assurance-accident à Lucerne procède indépendamment par assurance volontaire et par assurance obligatoire des employés et ouvriers. Cette dernière forme couvre les risques professionnels et non professionnels simultanément, les premiers restant seuls définitivement à la charge de l'employeur. Les bénéficiaires en sont les salariés comme les apprentis et les volontaires.

L'ancienne législation prévoyait l'indemnité par le droit commun, l'employeur étant responsable dès qu'il n'avait pas mis, par tous les moyens possibles, son employé à l'abri de l'accident. Il s'y ajoutait la responsabilité du fabricant, maître d'au moins cinq ouvriers, chef d'usine, constructeur de routes ou de chemins de fer, etc. La responsabilité se limitait ici à 6000 francs. Enfin venait la responsabilité illimitée des entreprises de transport.

La loi sur la Caisse nationale unifie toute cette législation en supprimant la responsabilité patronale par l'assurance à la Caisse nationale. Elle englobe aussi le personnel de bureau qui peut avoir affaire directement ou indirectement avec les chantiers. Elle assure les soins médicaux, le 80 % de la paye pour le temps de chômage, et une rente jusqu'à 70 % du gain normal en cas d'invalidité; elle fournit même les appareils médicaux et des suppléments en cas de soins spéciaux.

La Caisse traite immédiatement avec l'assuré. Toutes les professions à risques grands ou petits y participent. Seuls en sont exclus les bureaux qui peuvent prouver qu'aucun de leurs employés n'a quelque contact que ce soit avec les risques

d'entreprise. C'est une « Interprétation » qui donne ce sens extensif à la loi. Il y a certains bureaux d'architectes et de géomètres qui arrivent à satisfaire à cette condition, le patron se chargeant et des travaux extérieurs et de la surveillance, à l'exclusion absolue des employés. Dans d'autres bureaux, un groupe d'employés, scindé du reste, forme une « unité distincte » et peut ne pas participer à l'assurance. D'ailleurs un simple contact avec le bureau de construction suffirait à le contaminer du risque professionnel: les exemptions ne sont donc jamais que conditionnelles.

L'obligation de l'employeur comprend le paiement intégral des primes, avec récupération des primes pour les risques non professionnels sur le salaire de la période correspondante ou de la suivante. Les apprentis sont assurés complètement aux frais du patron, ce qui, dans certains métiers mécaniques ou de construction, peut amener de grosses primes. L'assurance se base alors sur le salaire de l'employé arrivé à son plein développement. Et comme il y a la possibilité de la rente d'invalidité, la prime s'en ressent, à cause de la formation du fonds de réserve encore inexistant. On prendra des apprentis quand même, mais ils coûteront plus encore que par le passé.

La prime moyenne annuelle pour nos bureaux sera de 12 ‰, variant de 6 à 20 ‰ selon les cas. Les ingénieurs ont en général un peu plus de risque que les architectes.

L'assurance nouvelle coûtera, en fait, 25 ‰ de plus que l'ancienne, sauf dans quelques cas bien préparés. Mais l'œuvre sociale créée sera bien plus équitable et satisfaisante que l'état antérieur. Le montant des primes, qui assurera intégralement le personnel et encouragera son recrutement, n'influera pas de manière appréciable sur le budget des entreprises. Certaines d'entre elles y trouvent même momentanément une économie sur l'ancienne assurance.

De chaleureux applaudissements ont marqué la péroraison de notre aimable conférencier, qui a bien voulu se prêter encore à une discussion nourrie.

A. P.

BIBLIOGRAPHIE

L'Annuaire du Bureau des longitudes pour l'année 1918, si précieux par le nombre des documents qu'il contient, vient de paraître. Cet excellent recueil renferme cette année, après les documents astronomiques, des tableaux relatifs à la météorologie, aux monnaies, aux heures légales, à la météorologie, à la réfraction astronomique, au magnétisme terrestre, aux données physiques et chimiques.

Cet ouvrage ne se trouvera pas seulement sur la table du technicien, du physicien, du mathématicien; chacun voudra le consulter pour avoir sous les yeux la liste des constantes usuelles, et aussi pour lire les intéressantes notices de cette année: *Les cadrans solaires*, par G. BIGOURDAN; *Le calendrier égyptien*, par G. BIGOURDAN; *L'heure en mer*, par J. RENAUD; *Le soleil et le magnétisme terrestre*, par M. HAMY; *La vie et l'œuvre de Gaston Darboux*, par EMILE PICARD. Le Supplément qui donne le **Calendrier pour l'année 1919** sera vivement apprécié également de nombre de lecteurs (In-16 de x-870 pages avec 33 figures, 5 cartes célestes, 3 planches magnétiques et 1 portrait; 2 fr. net. Franco 2 fr. 35.)

AVIS

Le montant de l'abonnement au « Bulletin technique » sera pris en remboursement dès le 29 janvier. Nous prions nos fidèles abonnés de bien vouloir y faire bon accueil.