Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande

Band: 43 (1917)

Heft: 25

Artikel: Projection oblique d'un terrain dessinée mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau

Autor: Dufour, Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-33203

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: 11.01.2026

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

43me année 16 Décembre 1917 N° 25

BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : Dr H. Demierre, ing.
2, Valentin, Lausanne

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Projection oblique d'un terrain dessinée mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau*, par Pierre Dufour, ingénieur, Dr ès sciences (Planche 19). — *Problème d'équilibre tiré de la construction des machines à broder*, par L. Bolle, Dr ès sc. tech., Uzwil (suite). — Adjudication de la conduite forcée de l'usine de Ritom pour la traction électrique sur la ligne du Gothard. — Concours pour l'aménagement des quais et le plan d'extension de la ville de Lucerne. — *Bibliographie*.

Projection oblique d'un terrain dessinée mécaniquement d'après une carte à courbes de niveau

par Pierre Dufour, ingénieur, Dr ès sciences.

(Planche 19.)

Nous avons décrit, en détail, dans la *Revue de Géographie annuelle* [1], un procédé mécanique qui permet de dessiner facilement la vue plongeante d'un terrain donné par une carte à courbes de niveau. Il pourrait être utilisé par les ingénieurs civils et les architectes désireux de donner de leurs projets de construction ou d'aménagement une

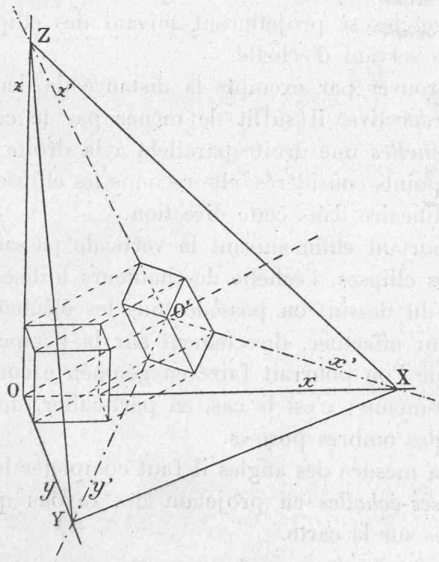


Fig. 1. — Perspective axonométrique d'un cube.

vue d'ensemble à la fois précise et immédiatement compréhensible.

Sans entrer dans tous les détails que comporte la brochure originale citée plus haut, nous allons rapidement exposer ce procédé et l'illustrer de quelques exemples.

Principe du procédé. — Sous le nom de « perspective axonométrique » on entend la projection orthogonale d'un solide sur un plan, appelé « tableau », oblique par rapport aux directions maîtresses du solide (fig. 1). Les trois axes de coordonnées de l'objet se projettent sur le tableau en formant les trois axes principaux de la perspective. Les angles qu'ils forment, entre eux, peuvent être quelconques, mais les réductions d'échelles sur ces différents axes sont liées géométriquement aux angles compris entre les axes.

Trois cas particuliers de perspectives axonométriques sont représentés dans les fig. 2, 3 et 4. Dans la première, dite « perspective isométrique », les trois axes forment des angles égaux et les échelles suivant les trois axes sont les mêmes. C'est ce cas de projection, spécialement simple, que nous utilisons dans le dessin mécanique des perspectives-reliefs d'un terrain ; tandis que, dans la projection des solides géométriques, on préfère en général la perspective dimétrique (fig. 3) qui donne moins facilement le recouvrement des arêtes rectilignes.

En examinant la figure 2 et en la comparant au plan d'un cube, on se rend immédiatement compte des conditions que doit remplir un mécanisme, capable de transformer le plan coté de ce cube en sa projection isométrique. Le carré formant la face supérieure doit se déformer en un *losange* à angle obtus de 120 degrés ; le carré formant la face inférieure et qui, en plan, se recouvre avec la face supérieure doit être déformé en un losange identique mais décalé par rapport au premier dans le sens vertical.

Une *très longue bielle* munie d'un crayon, dont une des extrémités décrit le carré convenablement orienté et dont l'autre extrémité coulisse dans une glissière, opère automatiquement la première transformation du carré en un losange. En effet, (fig. 5) un déplacement AC de la pointe sèche dans le sens de la glissière donne au crayon un déplacement identique, tandis qu'un déplacement perpendiculaire BD donne un déplacement du crayon réduit dans le rapport.

$$\frac{hk}{ck}$$

La position du crayon h est déterminée par la relation qui doit exister dans la perspective isométrique entre les deux diagonales $A'C'$ et $B'D'$ du losange à angle obtus de 120 degrés. Cette relation est

$$\frac{B'D'}{A'C'} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{hk}{ck}$$

Le décalage vertical des deux losanges représentant les faces supérieure et inférieure du cube s'obtient par dépla-

[1] Pierre-Th. Dufour, *Les Perspectives-reliefs*, Revue de Géographie annuelle, T. VIII, Fas. IV. Delagrave, Paris 1917.

Cas particuliers de perspectives axonométriques d'un cube.

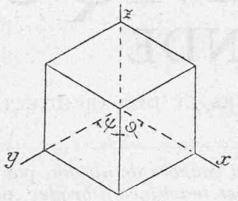


Fig. 2. — Perspective isométrique.

l = unité de longueur du solide.
lx, ly, lz = » » sur les axes de la perspective
$lx = ly = lz = 0{,}8165\ l$
$\varphi = 60°$ $\psi = 60°$.

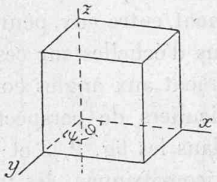


Fig. 3. — Perspective dimétrique.

$lx = lz = 0{,}9428\ l$
$ly = 1/2\ lx = 1/2\ lz$
$tg\ \varphi = 8$ $tg\ \psi = 8/7$.

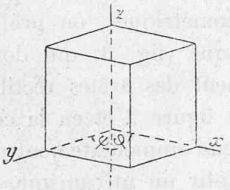


Fig. 4. — Perspective trimétrique.

$lz = 0{,}9670\ l$
$lx = 5/6\ lz$
$ly = 2/3\ lz$
$tg\ \varphi = 5$ $tg\ \psi = 3$.

cement du dessin. Ce déplacement, que l'on peut faire varier à son gré, permet d'exagérer les hauteurs du relief.

Détails du procédé opératoire. — En résumé, dans la mise en perspective isométrique d'une carte à courbes de niveau on procède de la façon suivante : La carte est orientée sur la table à dessin, dans le prolongement de la glissière de la bielle, avec la trace du plan vertical de vue perpendiculaire à la glissière. En suivant à la pointe sèche la courbe de niveau supérieure, le crayon dessine automatiquement sa perspective isométrique. Avant de passer à la courbe de niveau suivante on déplace le dessin vers le haut, perpendiculairement à la direction de la glissière, d'une quantité proportionnelle à l'équidistance des courbes, variable avec l'exagération des hauteurs que l'on désire obtenir.

Les perspectives des courbes de niveau ainsi mises en place donnent, par leur imbriquement les unes dans les autres, la délimitation des versants vus et les profils des crêtes. Il est indispensable de les tracer au fur et à mesure avec des crayons de couleurs variées afin de ne pas confondre leur ordre de succession.

Le modelé du terrain peut s'indiquer dans les versants ombrés par des traits parallèles aux courbes de niveau en prenant la précaution de commencer par les sommets les plus rapprochés afin de ne pas s'engager dans des versants cachés.

Mesure des distances et des angles. — Le choix d'une projection cylindrique présente l'avantage de donner une échelle unique à tout le dessin. Les premiers plans du terrain sont à la même échelle que les arrière-plans, puisque le point de vue est à l'infini. Dans ces conditions il est facile de mesurer directement sur la perspective les distances et les angles du terrain, si l'on a soin de projeter, en même temps que la carte, des cercles concentriques, dessinés dans un coin de celle-ci, avec des rayons croissant d'unité en unité de longueur. Dans la perspective ces cercles se projetteront suivant des ellipses concentriques servant d'échelle.

Pour trouver par exemple la distance de deux points de la perspective, il suffit de mener par le centre des *ellipses-échelles* une droite parallèle à la droite qui relie les deux points considérés, elle recoupe les ellipses suivant l'échelle linéaire dans cette direction.

En reportant enfin suivant la verticale passant par le centre des ellipses, l'échelle des hauteurs utilisée pour le décalage du dessin, on possède tous les éléments nécessaires pour effectuer, directement sur la perspective, les épures que l'on pourrait faire en géométrie cotée sur la carte elle-même ; c'est le cas, en particulier, de la construction des ombres portées.

Pour la mesure des angles il faut compléter le système des *ellipses-échelles* en projetant des rayons qui soient équiangles sur la carte.

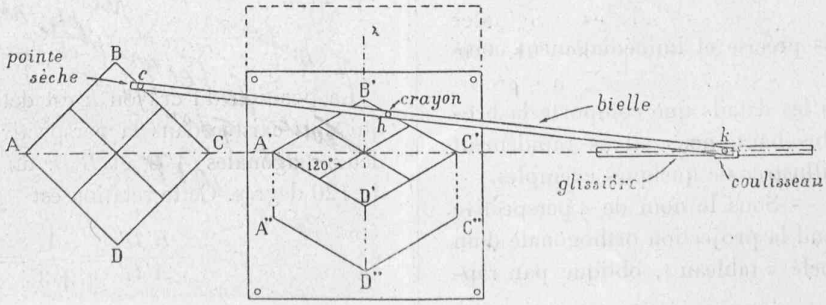
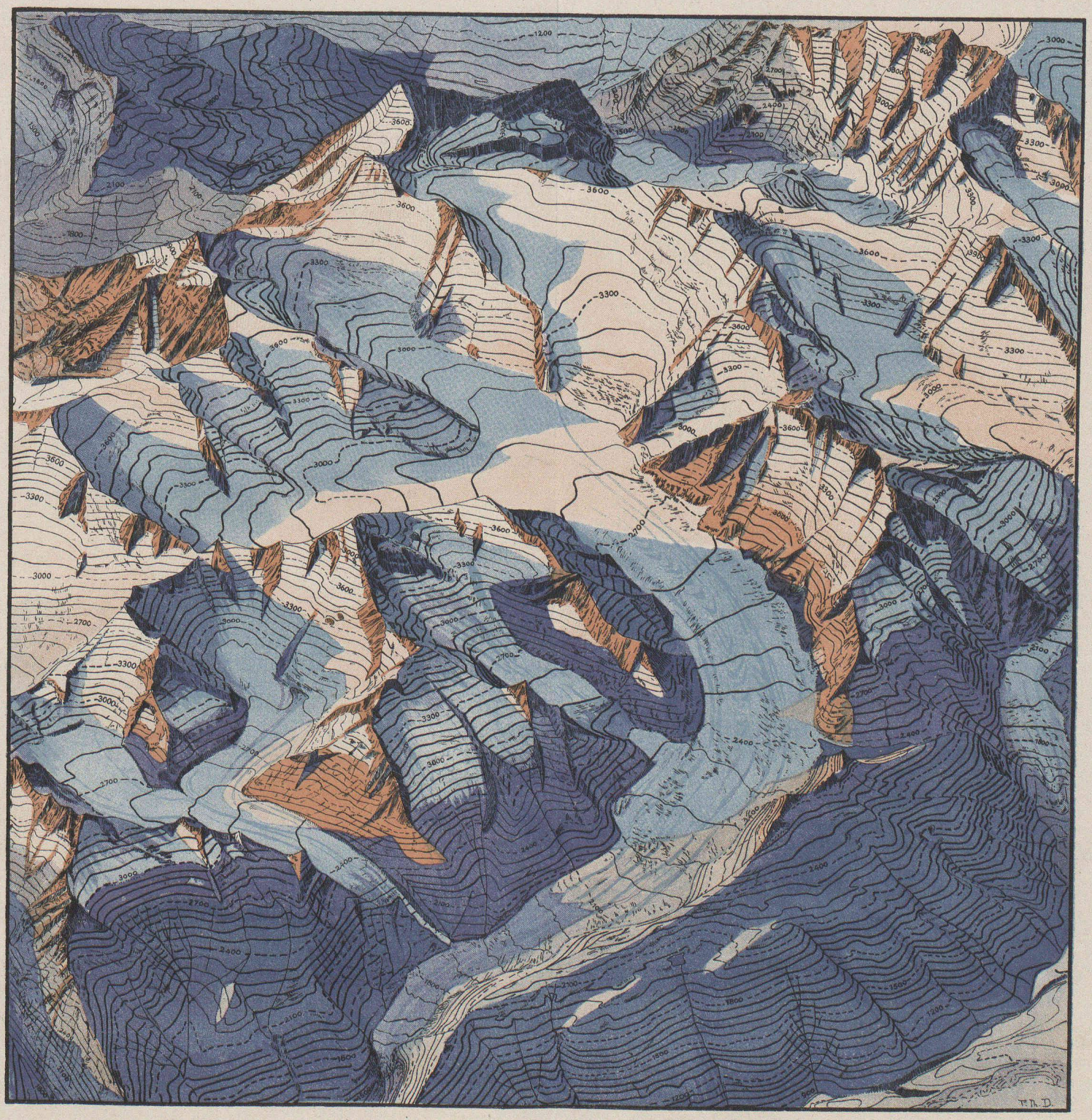


Fig. 5. — Schéma de la bielle à perspective.



PROJECTION OBLIQUE DU GLACIER D'ALETSCH

Dessinée avec la bielle à perspective, d'après les cartes du Service topographique fédéral au 1 : 50000.

Feuilles : N° 395, 396, 488, 489, 492, 493.

Dessin de *Pierre-Th. Dufour*.

Seite / page

leer / vide / blank

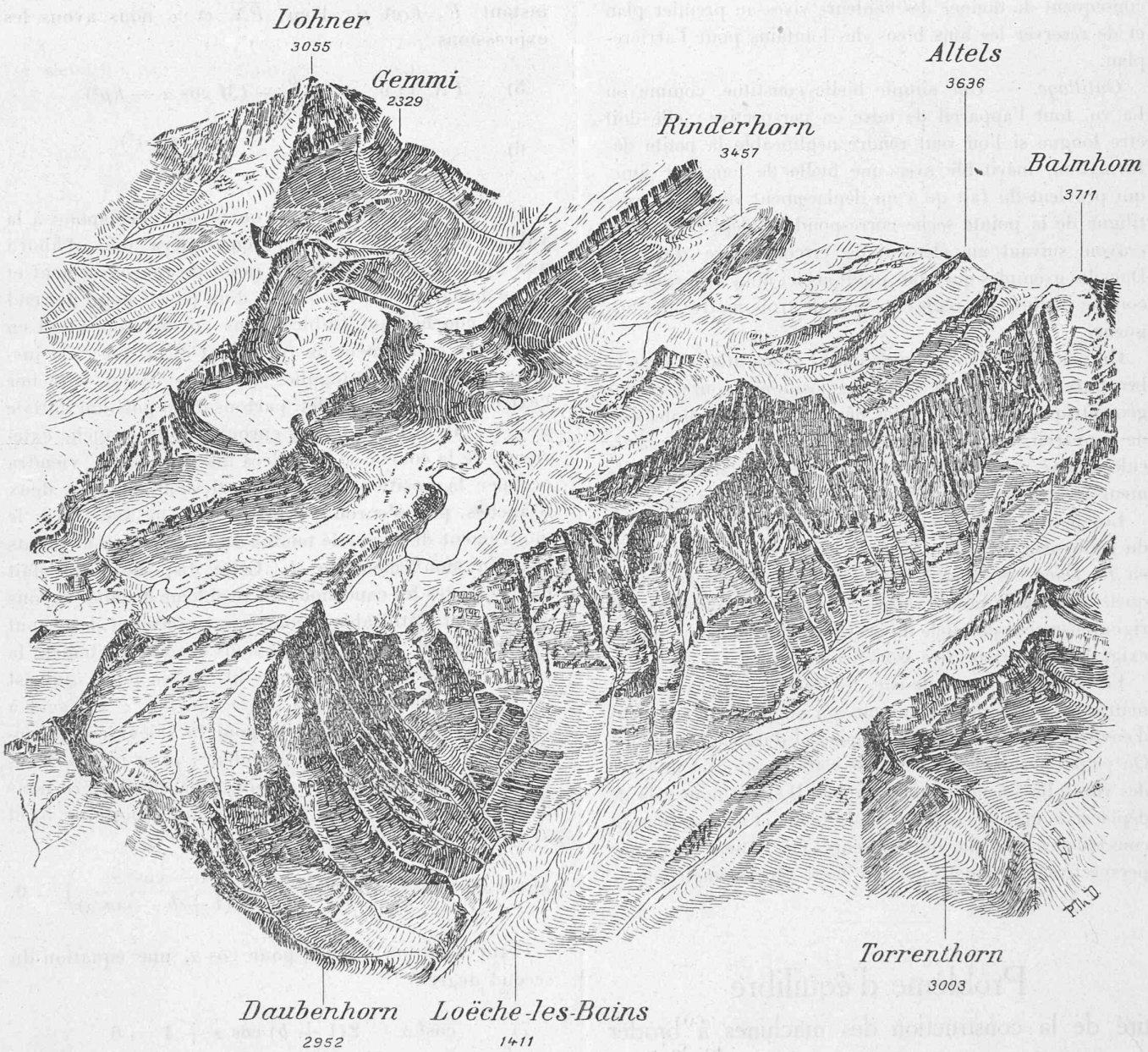


Fig. 6. — Région du Col de la Gemmi.
Projection oblique dessinée d'après la Carte du Service topographique fédéral. — Feuille N° 473.

Les exemples de *perspectives-reliefs* (fig. 6 et planche 19) montrent les résultats que l'on peut obtenir, elles pourront être comparées avec les cartes originales. Dans la vue du glacier d'Aletsch on voit le tracé des courbes de niveau ; elles ont été effacées, dans la perspective de la région de la Gemmi, après avoir servi à tracer les traits d'ombres qui donnent le modelé du terrain. Toutes deux comportent la délimitation des ombres portées.

Coloris. — Dans le coloris de telles perspectives on ne peut pas, malheureusement, utiliser les ressources de la perspective aérienne pour faire fuir le terrain. Tous les plans étant à la même échelle et offrant le même détail, le choix des couleurs ne doit dépendre que de l'orientation

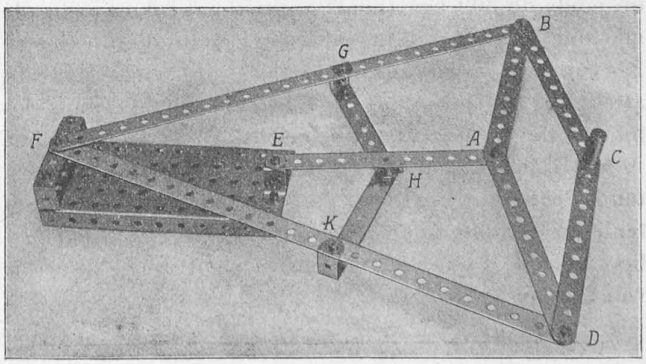


Fig. 7. — Mécanisme de l'inverseur de Peaucellier.

ou de la couleur propre des versants. Il serait faux par conséquent de donner des couleurs vives au premier plan et de réserver les tons bleus des lointains pour l'arrière-plan.

Outillage. — Une simple bielle constitue, comme on l'a vu, tout l'appareil de mise en perspective ; elle doit être longue si l'on veut rendre négligeable la petite déformation, inévitable avec une bielle de longueur finie, qui provient du fait qu'à un déplacement vertical et rectiligne de la pointe sèche correspond un déplacement du crayon suivant un élément de circonférence d'ellipse. Dans les exemples que nous publions ici nous avons utilisé, comme bielles, des règles en bois de trois mètres de longueur.

On peut cependant, comme nous l'avons montré dans la brochure citée, obtenir une transposition rigoureusement géométrique, sans augmenter démesurément la dimension de l'appareil, en remplaçant la bielle par un système articulé, dérivé de l'inverseur de Peaucellier et dont les éléments sont schématiquement représentés dans la fig. 7.

Les points fixes E et F de l'inverseur sont solidaires du coulisseau, la pointe sèche est fixée en C et le crayon en H. Dans ces conditions, à un déplacement rectiligne quelconque de la pointe sèche, correspond un déplacement rigoureusement parallèle du crayon, réduit dans le rapport exigé par la perspective isométrique.

Variation de l'angle de vue. — Dans la perspective isométrique, le terrain est vu sous un angle de plongement d'environ 35 degrés qui est en général d'un effet agréable. On peut cependant se libérer de cette sujétion et dessiner des vues plus ou moins plongeantes. Il suffit pour cela de déplacer le crayon sur l'axe de la bielle et de modifier en conséquence l'échelle des hauteurs. On obtient alors une perspective axonométrique qui n'est plus isométrique.

Problème d'équilibre

tiré de la construction des machines à broder

par L. Bolle, Dr ès sc. tech., Uzwil.

(*Suite*[1].)

Passons aux exemples numériques. Nous supposons un poids de 500 kgs (poids approximatif d'un cadre de machine à broder), agissant à l'extrémité d'un levier de 20 cm.; le déplacement vertical du poids pouvant atteindre 40 cm., nous sommes absolument dans les limites des constructions usuelles. Nous aurons donc $M = 10.000$ kg/cm.. et soit $k = 20$ kg.cm. la constante du ressort que nous voulons employer. Afin d'obtenir un exemple pour chacun de nos trois cas particuliers, nous donnerons successivement à b les trois valeurs suivantes :

$$b_1 = +0{,}134 \qquad b_2 = 0 \qquad b_3 = -0{,}500$$

[1] Voir *Bulletin technique* du 1er décembre 1917, p. 237.

Les formules 2, 3 et 4 permettent de calculer à chaque instant F, f et p. Pour $\overline{PN}$ et ρ nous avons les expressions :

$$5) \qquad \overline{PN} = p' = \frac{p}{M \sin\alpha}\,(M\cos\alpha - kp^2)$$

$$6) \qquad \rho = p + p'' = -\frac{3kp^2 \cdot p'}{M \sin\alpha}. \ (*)$$

La figure 5 reproduit la courbe qui correspond à la valeur $b = +0{,}134$. On remarquera tout d'abord que cette courbe possède un point de rebroussement et on se demandera si l'existence d'un pareil point ne rend pas la courbe inutilisable. Nous voyons cependant en suivant le mouvement de roulement de d que c'est justement en ce point singulier que nous devons attacher l'extrémité du fil. En effet, partons de la position initiale $\alpha = 0$, le fil qui est alors enroulé sur la branche extérieure de la courbe se déroulera insensiblement, viendra occuper la position de la tangente commune aux deux branches, puis s'enroulera sur la branche intérieure; le mouvement de la partie tendue du fil sera en tous points égal au mouvement de d. Cette disposition satisfait donc à toutes les conditions du problème et nous voyons qu'elle reste utilisable d'une façon continue dans tout l'intervalle $0 \ldots \pi$. Déterminons encore exactement la position du point d'attache du fil. En ce point, qui est un point de rebroussement de la courbe, ρ est égal à zéro et il résulte de 6) que pour la valeur correspondante de α l'une des deux grandeurs p ou p' doit s'annuler aussi; p étant en ce point différent de zéro nous devrons avoir $p' = 0$, ou en tenant compte de 5) et 4) :

$$M\cos\alpha - kp^2 = M\left(\cos\alpha - \frac{1-\cos^2\alpha}{2(1+b-\cos\alpha)}\right) = 0.$$

Cette condition fournit, pour $\cos\alpha$, une équation du second degré :

$$7) \qquad \cos^2\alpha - 2(1+b)\cos\alpha + 1 = 0$$

qui aura dans le cas où $b < 0$, toujours une racine comprise entre 0 et $+1$, à savoir :

$$8) \qquad \cos\nu = 1 + b - \sqrt{(1+b)^2 - 1}.$$

La position du point singulier D est donc déterminée par l'angle ν et la valeur correspondante de p, $(p' = 0)$

$$9) \qquad p_\nu\,(= p_{max}) = \sqrt{\frac{M}{k}\cos\nu}.$$

(*) Les expressions de $\overline{PN}$ et ρ dans le cas d'un moment quelconque sont :

$$\overline{PN} = p' = \frac{p}{M(\alpha)}\left(M'(\alpha) - kp^2\right)$$

$$\rho = p + p'' = \frac{p}{M(\alpha)}\left\{M(\alpha) + M''(\alpha) - 3kpp'\right\}.$$