

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 57 (1931)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Aspect de certains problèmes photogrammétriques (suite et fin)  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-44164>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 05.05.2025

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

# BULLETIN TECHNIQUE

## DE LA SUISSE ROMANDE

Réd.: D<sup>r</sup> H. DEMIERRE, ing.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE DE L'ASSOCIATION SUISSE DE TECHNIQUE SANITAIRE

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

SOMMAIRE : Aspect actuel de certains problèmes photogrammétriques (suite et fin). — Le chaland « Lemania ». — CHRONIQUE. — Entreprise du Palais des Nations. — Colloque « électrique ». — L'Union de centrales suisse d'électricité et l'Association suisse des Electriciens. — 1<sup>er</sup> Congrès international de la Nouvelle Association internationale pour l'essai des matériaux, à Zurich. — Société suisse des ingénieurs et des architectes. — BIBLIOGRAPHIE. — Service de placement.

### Aspect actuel de certains problèmes photogrammétriques.

(Suite et fin.)<sup>1</sup>

Communiqué par la maison Leupin et Schwank, à Berne.

#### La restitution.

Cette méthode permet de tenir compte des particularités altimétriques de la contrée à lever ; c'est ce qui la différencie du redressement. Le résultat de la restitution constitue généralement un *plan topographique* ou une *carte topographique*, indiquant le relief du terrain au moyen de courbes de niveau ou de cotes d'altitude. La restitution est également la méthode la plus indiquée lorsqu'on désire obtenir le plan exact d'un terrain plus ou moins accidenté (sans s'intéresser à l'altimétrie), ou encore lorsqu'on exige, en terrain horizontal, une identification facile de tous les détails.

La restitution exige deux photographies complémentaires du terrain à lever ; les points de vue d'où ces photographies sont prises doivent être situés à une certaine distance l'un de l'autre. Combinées dans un système

d'observation binoculaire, ces photographies donnent une image stéréoscopique (« modèle optique » du terrain) ; la position de chacun des points de cette image peut être déterminée, par rapport à trois axes de coordonnées rectangulaires, avec l'aide d'un index mobile que l'on peut « poser » en n'importe quel point du « modèle ».

En photogrammétrie aérienne, il suffit de connaître les coordonnées et altitudes de trois points de repère, reconnaissables sur l'image stéréoscopique, pour pouvoir restituer tous les autres points remplissant cette dernière condition.

Les choses se présentent dès lors de la même façon qu'en photogrammétrie terrestre, sauf que l'on ne connaît d'avance ni la position des points d'où les vues ont été prises, ni l'orientation qu'avaient les plaques

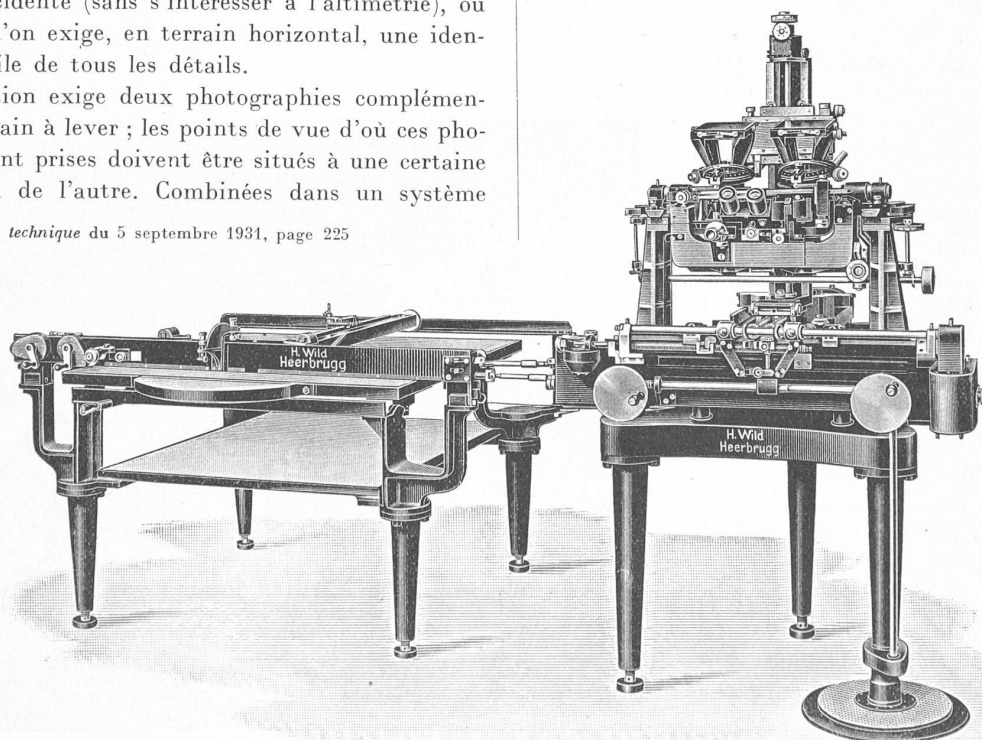


Fig. 4. — Stéréoautographe H. Wild.

<sup>1</sup> Voir Bulletin technique du 5 septembre 1931, page 225

photographiques. Ces éléments pourraient être déterminés analytiquement, avec l'aide éventuelle de mesures photo-goniométriques ; cette façon de procéder se heurterait toutefois à de grandes difficultés pratiques. Les calculs, en particulier, seraient si longs qu'ils compromettraient gravement le succès économique de la restitution.

La difficulté a été tournée par l'emploi d'une méthode empirique, procédant par approximations successives ; les calculs simplifiés sont réalisés en grande partie mécaniquement, dans l'appareil restituteur même (autographe) au moyen duquel l'image stéréoscopique est observée et mesurée. Le problème de trouver les coordonnées et les altitudes des deux points de vue, ainsi que les angles caractérisant l'orientation des plaques photographiques, se trouve résolu implicitement.

Dans l'autographe, les deux plaques sont d'abord amenées aussi exactement que possible à l'orientation réciproque qu'elles avaient au moment où les vues ont été prises. On leur donne en particulier, dans ce but, une certaine convergence ou divergence, un certain gauchissement, et un certain déversement réciproque. Le critérium sur lequel sont basées les corrections successives réside dans le degré de perfection du « modèle optique » résultant de l'examen stéréoscopique. Lorsque la position définitive est atteinte, les rayons issus des points d'une plaque photographique et les rayons issus des points correspondants de l'autre plaque se coupent chacun à chacun. L'image stéréoscopique est alors libre de « parallaxe de hauteur ».

Si l'on essayait à ce moment-là de mesurer les coordonnées et altitudes d'un certain nombre de points du « modèle optique », les résultats correspondraient, à une échelle quelconque, à une projection orthogonale sur un plan incliné arbitrairement dans l'espace. Pour obtenir l'image stéréoscopique à l'échelle désirée et pour orienter l'ensemble du « modèle optique » par rapport au système de coordonnées, on s'appuie sur les points de repère. Ces points, nous l'avons vu, doivent être au nombre d'au moins trois, et leurs coordonnées et altitudes doivent avoir été déterminées très soigneusement sur le terrain même.

Grâce à la photogrammétrie aérienne, il est possible de lever avec un minimum de difficultés les territoires où les méthodes usuelles de la photogrammétrie terrestre ne sont pas applicables, faute de points de vue suffisamment dominants. La réduction considérable des travaux de terrain et des déplacements souvent très fatigants qui en résultent constitue un avantage très intéressant du lever aérien par rapport au lever terrestre.

Le champ d'application de la photogrammétrie aérienne n'est pas limité par

des difficultés géodésiques ou par une insuffisance des instruments actuellement disponibles. Le problème posé peut être considéré, sous ce dernier rapport, comme entièrement résolu. Les difficultés proviennent avant tout des avions (trop grande vitesse de vol, vibrations, hauteur de vol limitée, etc.) et des produits photographiques (plaques trop peu sensibles, ou alors d'un grain trop grossier). L'influence de ces facteurs a déjà été étudiée plus haut ; elle tend à rendre problématique l'application de la photogrammétrie aérienne aux levés de précision dont l'échelle dépasse  $1/2500^e$ . (Fig. 4.)

Les temps d'exposition extrêmement courts imposés par la grande vitesse de vol ne permettent la prise des vues que sous les conditions d'éclairage les plus favorables : soleil proche du zénith pour éliminer les ombres portées ; air calme ; soleil non voilé. De là le faible nombre d'heures durant lesquelles il est possible, chaque année, de prendre des vues sous nos latitudes. Il faut remarquer toutefois qu'un avion peut déjà survoler une très grande surface de terrain durant ce temps-là.

La plus grande partie du capital engagé dans une entreprise de lever aérien, et une forte proportion des dépenses (restitution mise à part) concernent l'avion, son abri, l'amortissement, l'assurance, le personnel et l'entretien, l'huile et la benzine, etc. (Fig. 5 et 6.)

#### Quelques conclusions générales.

La photogrammétrie aérienne est appelée à jouer un rôle de tout premier plan dans les travaux topographiques et cartographiques de l'avenir. Sous des formes très différentes les unes des autres : « plans topographiques obtenus par restitution », « plans photographiques » et leurs dérivés, « mosaïques photographiques », etc., les

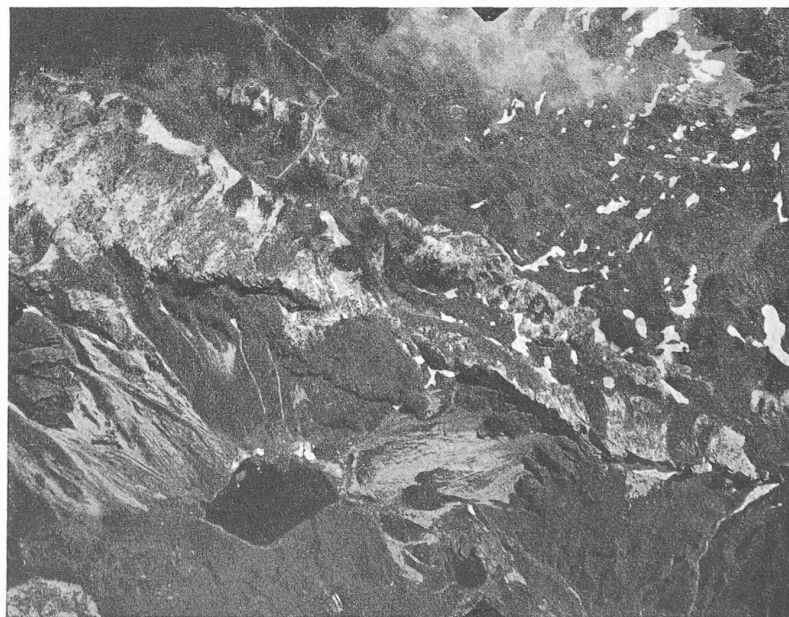


Fig. 5. — Cliché de gauche d'un levé aérotopographique. Altitude de vol 4800 m s/m.



résultats livrés par la photogrammétrie aérienne assurent aujourd'hui déjà une extension rapide de notre connaissance superficielle du globe terrestre. Cette extension peut consister, dans certains cas, en une étude très exacte et très détaillée d'un territoire restreint auquel l'on a une raison particulière de s'intéresser. Dans d'autres cas, elle couvrira de grandes étendues inexplorées, et conservera un caractère très général.

Il serait cependant bien imprudent de croire que la photogrammétrie aérienne doit étouffer complètement les anciennes méthodes de lever. Bien plus : la photogrammétrie ne saurait se passer de l'aide de ces anciennes méthodes. De vrais plans ne peuvent pas être établis par voie de restitution ou de redressement sans le secours de points de repère déterminés par les procédés classiques de la triangulation et du nivellement.

On ne peut pas adopter systématiquement l'une des nombreuses méthodes de lever à l'exclusion des autres. Il faut étudier dans chaque cas particulier quelle méthode (ou quelle combinaison de méthodes) est vraiment rationnelle ; cette étude est du ressort exclusif de l'expert,

au courant de toutes les méthodes, expérimenté dans chacune d'elles.

#### La photogrammétrie au service de l'architecture.

Le relevé exact de la forme et des dimensions de monuments ou de bâtiments présentant une grande valeur artistique ou architecturale est souvent très difficile et très coûteux. Les premières tentatives de recourir à l'aide de la photographie remontent déjà à bien des années. Néanmoins, il semble qu'aujourd'hui encore les intéressés ne soient pas suffisamment orientés sur les progrès généraux de la photogrammétrie pour être à même d'en utiliser les résultats. Il est étonnant de constater (des publications toutes récentes le prouvent) qu'ignorant apparemment l'existence de la stéréophotogrammétrie, certains d'entre eux poursuivent encore des études sur la base désuète du recoupement point par point.

L'exemple suivant illustre de façon frappante ce que la stéréophotogrammétrie permet d'accomplir dans ce domaine spécial. Le « Lion de Lucerne » (Thorwaldsen),

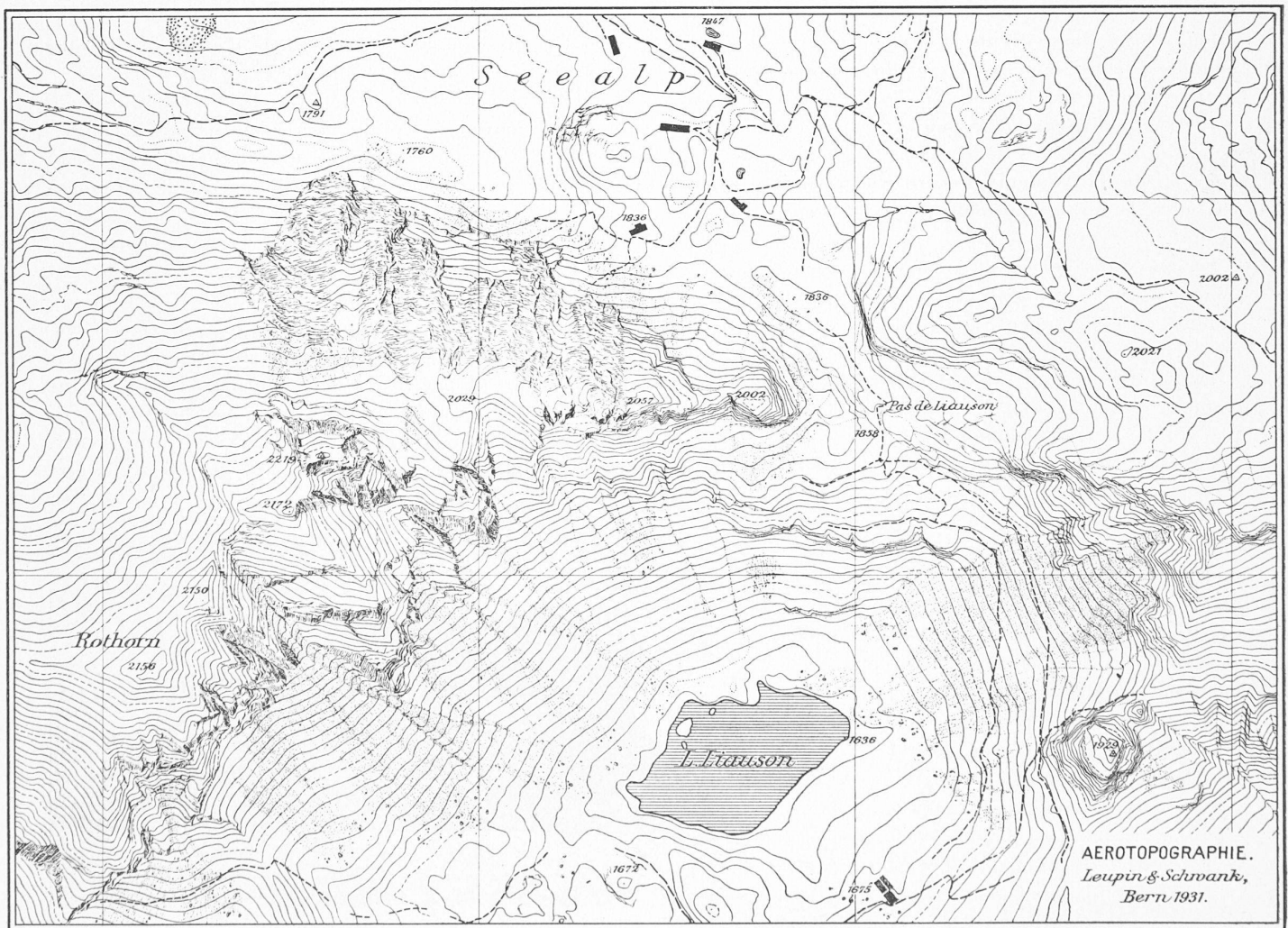


Fig. 6. — Plan aérotopographique. Echelle 1 : 10 000. — Equidistance 10 m. Rochers représentés par des hachures et par des courbes de niveau.

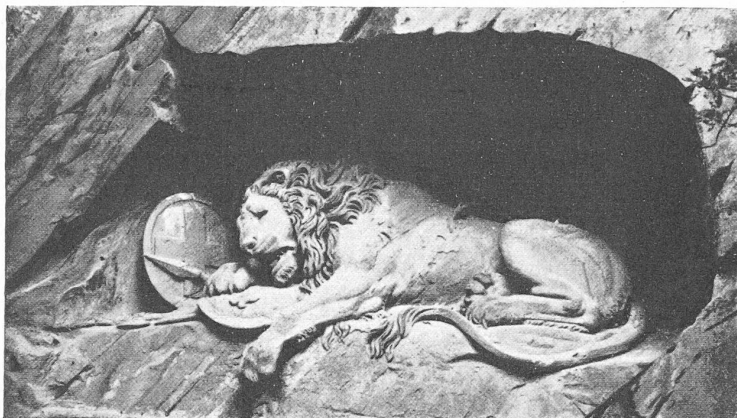


Fig. 7. — Lion de Lucerne. — Cliché de gauche du levé stéréoscopique.

sculpté dans une paroi de rocher, se désagrège rapidement sous l'action des intempéries. La molasse qui le constitue s'effrite chaque année un peu plus, malgré les mesures prises pour enrayer les progrès du mal. Or, il s'agit là d'un monument remarquable, dont une reconstruction ultérieure n'est pas exclue et dont il est désirable de pouvoir exécuter en tous temps un modèle exact. On a donc décidé de relever jusque dans les moindres détails le relief actuel du monument.

Déterminer directement la forme du monument, point par point (comme le font ordinairement les sculpteurs), aurait été très coûteux vu la grande exactitude que l'on désirait obtenir. Ce procédé n'aurait d'ailleurs pas offert la garantie absolue que le but final puisse être atteint.

En essayant d'exécuter un moule en plâtre, directement d'après l'original, on aurait couru le risque d'endommager le monument ; les frais auraient aussi été très élevés.

La solution photogrammétrique, adoptée en fin de compte, remplit toutes les conditions posées. Elle est très simple et très économique.

Le monument a été photographié des deux extrémités d'une base de longueur convenable, au moyen d'un photothéodolite. On l'avait pourvu préalablement de quelques repères qui furent rattachés très exactement aux deux stations, en plan et en hauteur, à l'aide du théodolite. Ces repères, déterminés trigonométriquement et identifiés sur les clichés, formèrent au moment de la restitution le cadre rigide dans lequel les autres résultats, tirés uniquement des photographies, vinrent se ranger avec une grande précision. (Fig. 7.)

Le résultat de la restitution est un plan au  $1/40^e$ , sur lequel sont tracées des courbes de niveau à 5 cm d'équidistance. Chaque courbe est déplacée parallèlement à elle-même de 8 mm, dans une direction fixe, par rapport à la courbe précédente. Les courbes successi-

ves ne se touchent donc pas, elles sont complètement démêlées et les confusions sont absolument exclues.

Grâce aux précautions prises, l'erreur moyenne de position de chaque point ne dépasse pas  $\pm 0,15$  mm à l'échelle du plan, soit 6 mm dans la nature. Une telle exactitude est certainement plus que suffisante, si l'on tient compte des grandes dimensions du monument (environ  $10 \times 6$  m ; la cavité de l'œil du lion a déjà une hauteur d'environ 25 cm).

Un modèle a été établi à l'échelle du plan, au moyen de feuilles de carton de 1,25 mm d'épaisseur découpées directement d'après les courbes de niveau puis collées les unes sur les autres. La surface du modèle présente des irrégularités en forme d'escalier dues à l'épaisseur

du carton ; les positions relatives des diverses feuilles n'ont pas toujours été contrôlées très exactement au moment du collage ; le matériel choisi s'est déformé irrégulièrement. En dépit de tout cela, le modèle rend d'une façon tout à fait saisissante le caractère du monument. Il en reproduit les moindres détails avec une absolue sincérité (dents, crinière, expression de la face). Un tel résultat montre que l'emploi de la méthode photogrammétrique était entièrement justifié. (Fig. 8.)

On aurait très bien pu déterminer la forme du monument au moyen de sections verticales, au lieu de courbes de niveau. Il semble toutefois que ces dernières doivent se prêter mieux à une reproduction éventuelle du monument.

Il va de soi que l'application de la stéréophotogrammétrie aux besoins de l'architecture n'est pas toujours aussi facile que dans l'exemple dont il vient d'être question. Pourtant, les cas sont rares où une solution économique, rapide et sûre ne peut pas être trouvée dans le même ordre d'idées. Et cette solution a beaucoup de chances d'être supérieure aux procédés usités jusqu'ici (lever direct de profils longitudinaux et transversaux, par exemple). Les plaques photographiques peuvent être

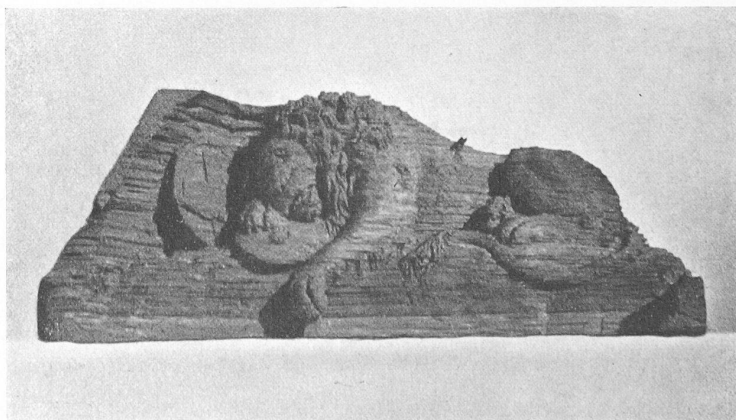


Fig. 8. — Lion de Lucerne. Photographie du modèle en carton découpé sur les couches de niveau. Echelle 1 : 40. Equidistance 5 cm.



conservées très longtemps; on peut recourir à leur aide chaque fois qu'il s'agit de vérifier ou de compléter les plans, d'étudier de plus près certains détails particuliers, etc.

## Le chaland «Lemania».

Tout récemment, la *Sagrave S. A.*, Société anonyme pour l'exploitation des sables et graviers, à Lausanne, a augmenté sa flotille d'un imposant chaland construit par la maison *H. Vogt-Gut, S. A.*, à Arbon et pourvu, par *Daverio et Cie*, à Zurich, d'une installation mécanique de déchargement à grand débit, d'un type original. Les illustrations que nous reproduisons et les données suivantes décrivent les caractéristiques de ce beau bâtiment que nous eûmes le privilège de visiter sous la conduite du très actif et très affable directeur de la «Sagrave», M. Dupont.

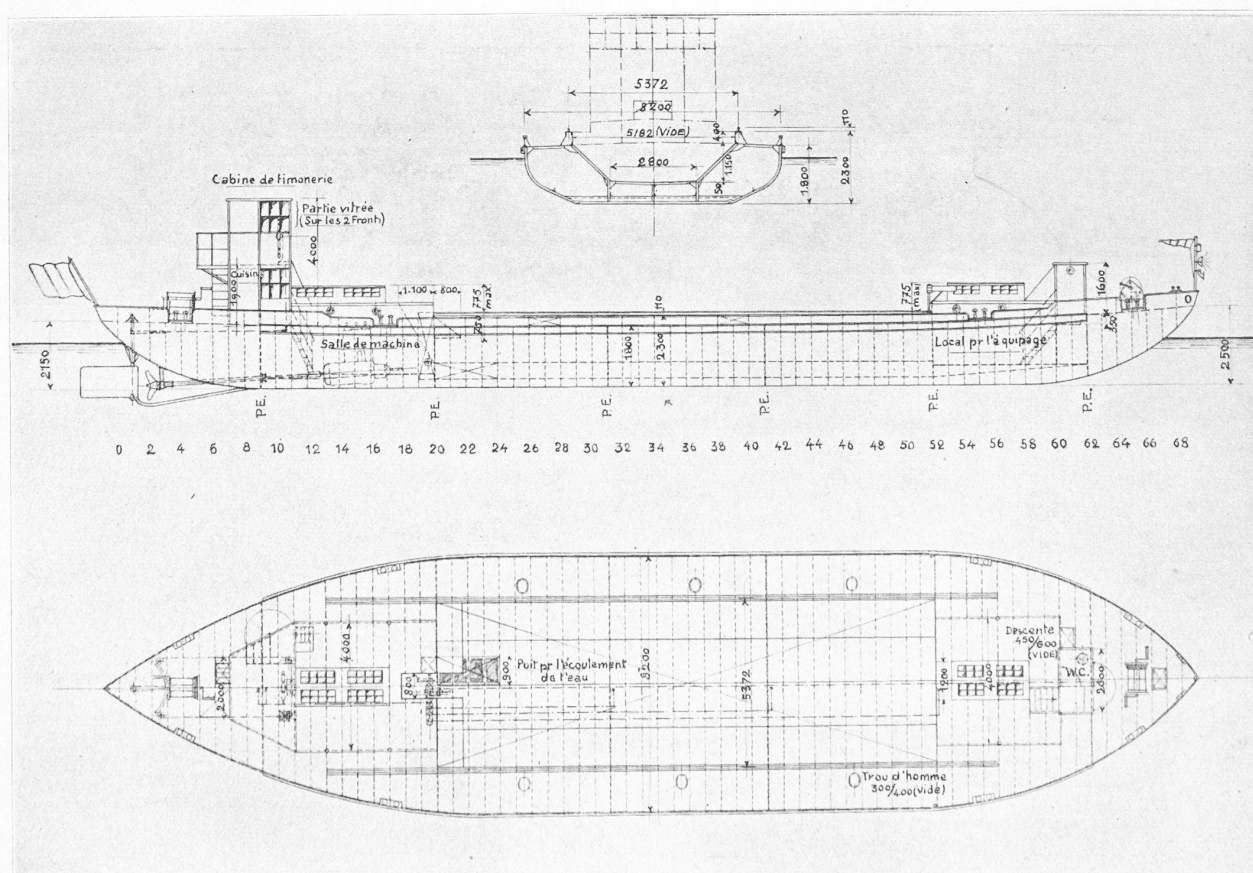
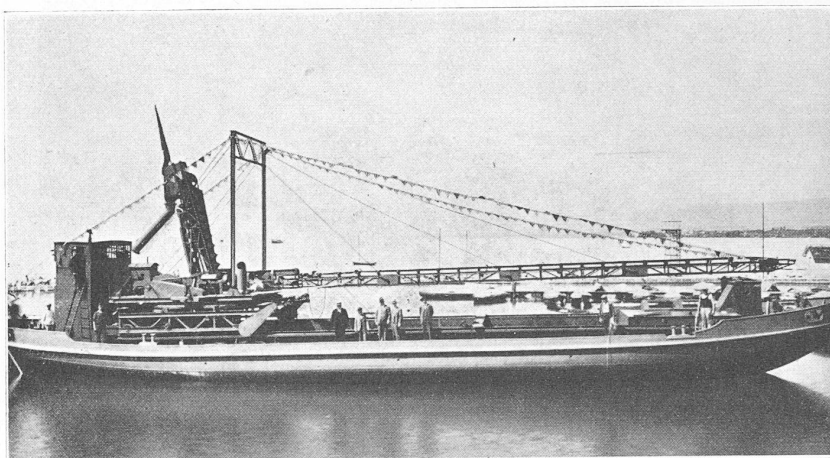
Le chaland «Lemania» mesure 35 m de longueur. La plus grande largeur, au maître-couple, est de 8,20 m. Sa charge utile est de

190 tonnes, son tirant d'eau en pleine charge de 1,50 m, capacité totale : 270 tonnes.

Le matériel à transporter, sable ou gravier, est emmagasiné par une sorte de trémie, complètement étanche dont la capacité est de 100 m<sup>3</sup>, la longueur de 16 m et la largeur maximum de 5,20 m.

La coque est divisée par 6 cloisons étanches en 7 compartiments reliés séparément à la pompe de cale.

La forme spéciale de la coque est une heureuse combinaison entre la forme à quille et celle à fond plat, et



Le chaland «Lemania», de la «Sagrave S. A.».