

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DU D^S TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE

DIRECTEUR

DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

M. D'OCAGNE

Métrophotographie

PAR

J. TH. SACONNEY



O. DOIN ET FILS. ÉDITEURS, PARIS

Ce livre fait 12x18 cm et il a une couverture rigide.

Il fait partie de ma bibliothèque.

Le chapitre III, l'annexe N°2 et la table des matières
ont été digitalisées.

Ces parties sont disponibles pour tous en Open Library.

La commercialisation n'est pas autorisée.

Christian Becot.

MÉTROPHOTOGRAPHIE

PAR

J.-Th. SACONNEY

Avec 130 figures dans le texte

PARIS

OCTAVE DOIN ET FILS, ÉDITEURS

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

—
1913

Tous droits réservés

CHAPITRE III

APPLICATIONS DE LA MÉTROPHOTOGRAPHIE (Suite).

Photo-topographie aérienne. — La photographie aérienne doit se substituer à la photographie sur terre dès que le sol devient insuffisamment accidenté ou trop coupé de haies élevées pour que l'on puisse découvrir d'un point quelconque le terrain environnant.

§ I. — GÉNÉRALITÉS SUR LES PROCÉDÉS DE PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE

Pour obtenir des photographies aériennes, on peut soit confier l'appareil à un opérateur monté à bord d'un *ballon captif, libre ou dirigeable*, soit le suspendre librement au câble de retenue d'un ballonnet ou d'un cerf volant.

Dans le premier cas, l'opérateur pointe lui-même l'appareil et déclanche l'obturateur au moment voulu, dans le second cas, la chambre suspendue par un dispositif spécial, qui assure le pointage, comporte un déclanchement automatique.

Au point de l'utilisation de la photographie aérienne, c'est-à-dire au point de vue des procédés photo-topographiques, on a à résoudre le même problème, que le cliché ait été pris à bord d'un ballon monté ou exécuté au moyen d'un appareil librement suspendu. Dans les deux cas

l'instabilité de l'appareil rend illusoire tout essai de calage rigoureux préalable et cela quels que soient les dispositifs compensateurs adoptés.

Tout procédé de restitution de photographie aérienne doit comporter l'étude d'un moyen précis de déterminer la direction du pointage réellement pris par l'appareil.

Application à la topographie. — La photographie aérienne constitue pour les levés en pays de plaine, un procédé d'exécution rapide et économique. L'appareil est élevé au moyen d'un ballonnet de faible cube ou d'un petit train de cerfs volants. Il ne saurait être question d'employer pour des opérations photographiques, des ballons montés qui exigent un matériel et un personnel de manœuvre considérables. L'emploi des aérostats captifs, libres ou dirigeables doit être uniquement réservé aux opérations photographiques de reconnaissance du temps de guerre. Nous examinerons plus loin leur emploi.

Emploi des ballonnets et des cerfs-volants.
Ballonnets. — Le ballonnet sphérique est impropre à la photographie aérienne. Il est en effet incapable de résister au vent, sauf à employer des cubes considérables.

La cause de son instabilité réside toute entière dans la formation des poches où le vent s'engouffre, provoquant des oscillations et rabattements brutaux.

Le meilleur type de ballonnet à utiliser est le « drachenballon », ballon allongé qui jouit à la fois des propriétés du ballon et des cerfs-volants. En tant que ballon, il s'élève par la légèreté de son hydrogène, en tant que cerf-volant, il prend appui sur le vent grâce à la forme spéciale de son enveloppe, long cylindre incliné sur l'horizon (fig. 17).

Le volume minimum du « Drachen-ballon » à employer est de 60 mètres cubes environ ¹. La force ascensionnelle disponible doit être de 20 kilogrammes, dont 10 kilogrammes pour la chambre et sa suspension et 10 kilogrammes pour le câble.

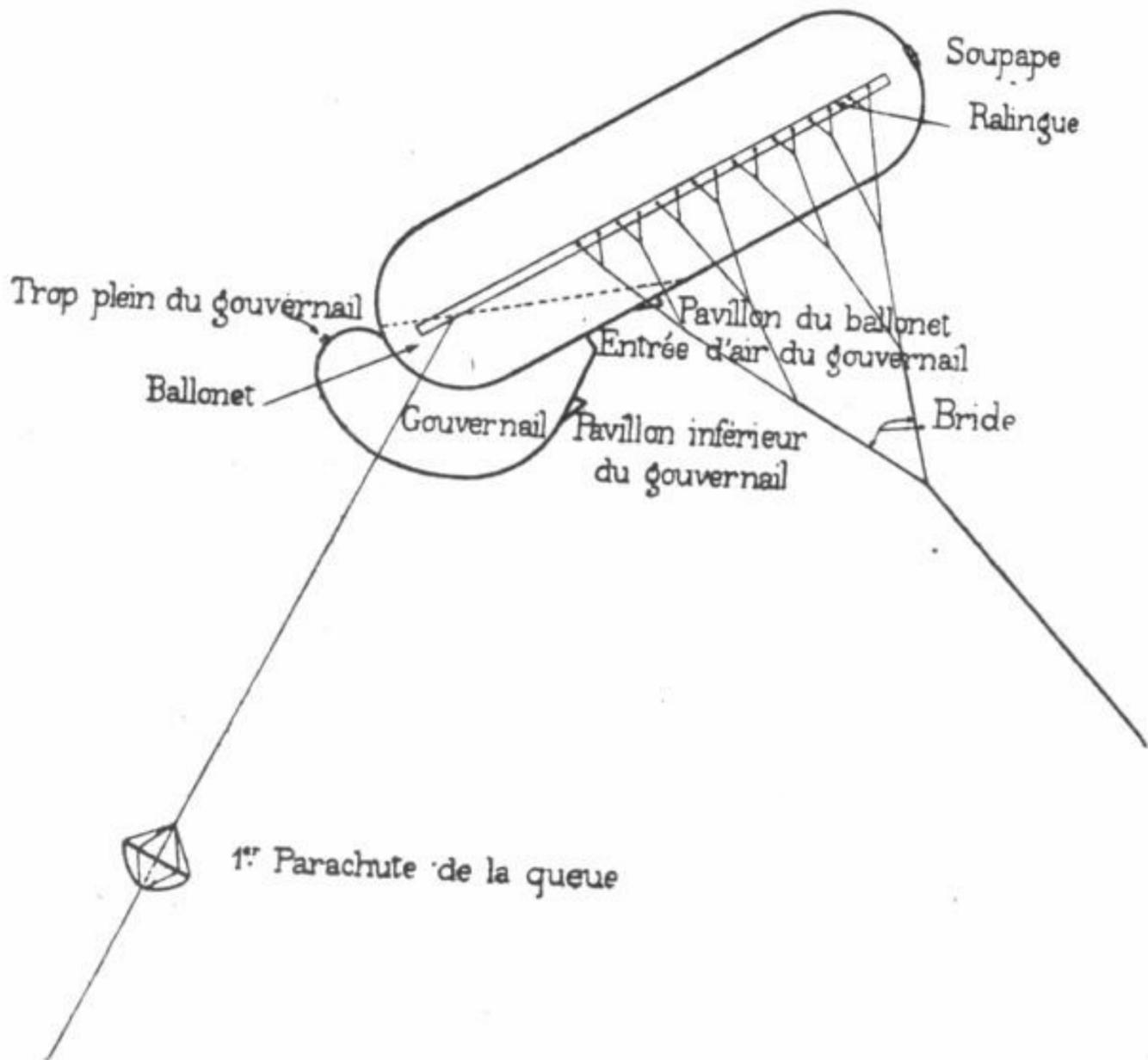


Fig. 17.

Cerfs-Volants. — Tout type de cerf-volant peut être utilisé pour la photographie aérienne, mais on augmente

¹ A construire en étoffe très légère; la soie vernie italienne pesant 160 grammes le mètre carré, permet de réaliser un drachen-ballon de 50 mètres cubes, ayant une force ascensionnelle largement suffisante.

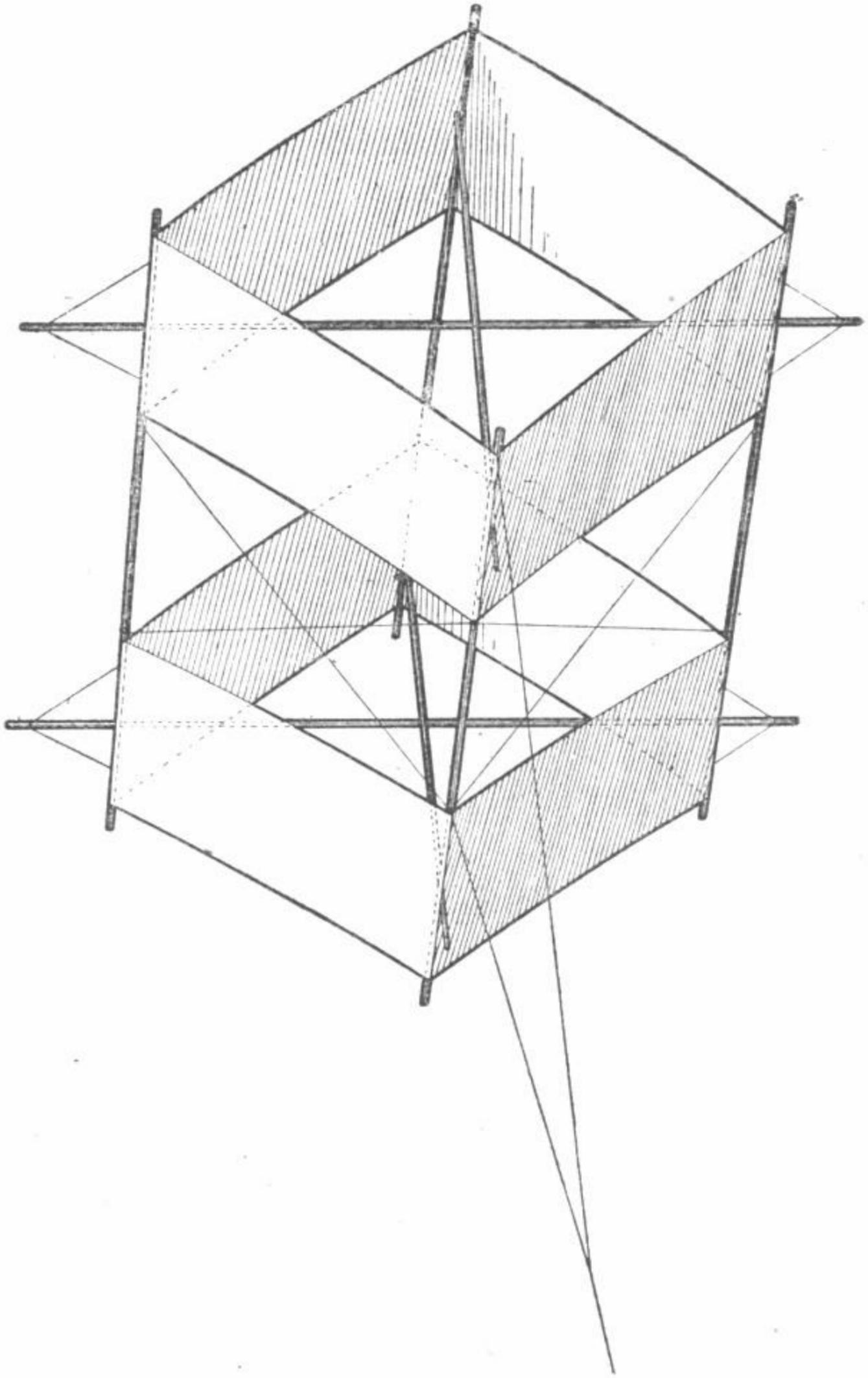


Fig. 18.

notablement le rendement d'un train constitué avec ces appareils en employant les deux types ci-après :

a) Cerf volant « Potter » constitué de deux cellules carrées. Le cerf-volant vole suivant une arête du parallépipède (fig. 18).

b) Cerf-volant « Mexicain » (fig. 19), constitué de 2 cellules rectangulaires¹. Les plans diagonaux de la cellule avant sont prolongés extérieurement par deux ailes (fig. 19).

On peut tabler, avec un vent de 10 mètres et un cerf-volant de poids moyen (0^{kg},7 par mètre carré de surface portante), sur une force ascensionnelle de 3 kilogrammes environ par mètre carré de surface.

Pour élever l'appareil avec un câble tendu sous un angle de 40°, il est nécessaire d'employer 14 mètres carrés de surface de cerf-volant, surface que l'on réalise par 3 cerfs-volants de 5 mètres carrés environ.

Train de Cerfs-Volants. — Les cerfs-volants sont groupés en trains, c'est-à-dire sont fixés à un même câble de manière à réunir leurs efforts en une résultante unique.

En dehors de la facilité de manœuvre que présente un train de 3 petits cerfs-volants comparativement à un cerf-volant unique de grandes dimensions, il faut considérer la plus grande stabilité. Un tel dispositif fournit, en effet, un effort de soulèvement sensiblement constant, malgré la non simultanéité de l'action du vent, élément essentiellement variable, sur chacun des cerfs-volants.

Parmi les divers dispositifs de groupement de cerfs-volants on donnera la préférence au suivant :

¹ Nous avons établi un type spécial de cerf-volant mexicain.

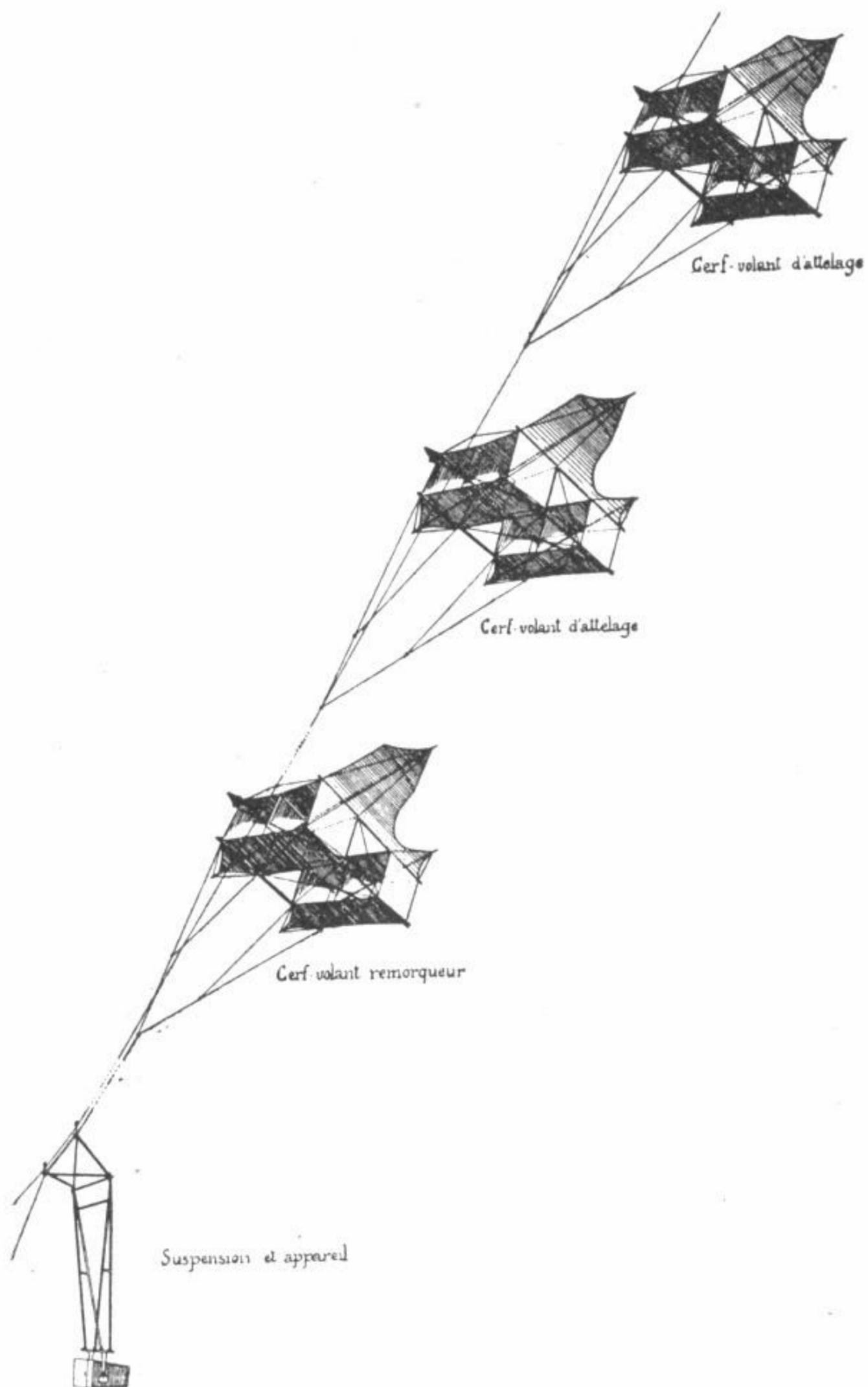


Fig. 19

Un premier cerf-volant est lancé, il constitue le « pilote » du système. A 50 mètres environ au-dessous du pilote, on fixe le second cerf volant en le reliant au câble d'une part par le sommet de la cellule antérieure et d'autre part par l'extrémité de la bride. A 10 mètres au-dessous, on fixe le 3^e cerf-volant. Ces deux derniers appareils portent le nom de « cerfs-volants d'attelage » (fig. 19).

Élévation de la chambre photographique. — Le procédé le plus simple pour élever la chambre photographique consiste à la fixer directement au câble et à laisser filer celui-ci jusqu'à ce que l'on ait atteint une hauteur convenable.

Ce procédé offre de sérieux inconvénients, lorsque l'on emploie les cerfs-volants et que l'on doit exécuter consécutivement plusieurs clichés. En effet, à chaque opération nécessitant un nouveau pointage ou un changement de plaques il est nécessaire de ramener à terre tout l'appareil c'est-à-dire de manœuvrer tout le train de cerfs-volants ce qui est long et pénible.

Un procédé plus pratique consiste dans l'emploi d'un cerf-volant remorqueur (fig. 19). Le train de cerfs-volants est alors réduit à 2 appareils (1 pilote et 1 cerf-volant d'attelage) qui servent uniquement à tendre le câble. Celui-ci joue le rôle de rail aérien sur lequel roule la suspension entraînée par un troisième cerf-volant. Un câble secondaire spécial au cerf-volant remorqueur sert à retenir l'ensemble pendant la montée et à ramener à terre l'appareil après l'exécution du cliché.

La manœuvre se trouve ainsi simplifiée, réduite à la montée et à la descente d'un seul cerf-volant, et la stabilité obtenue est plus grande grâce à la possibilité de laisser

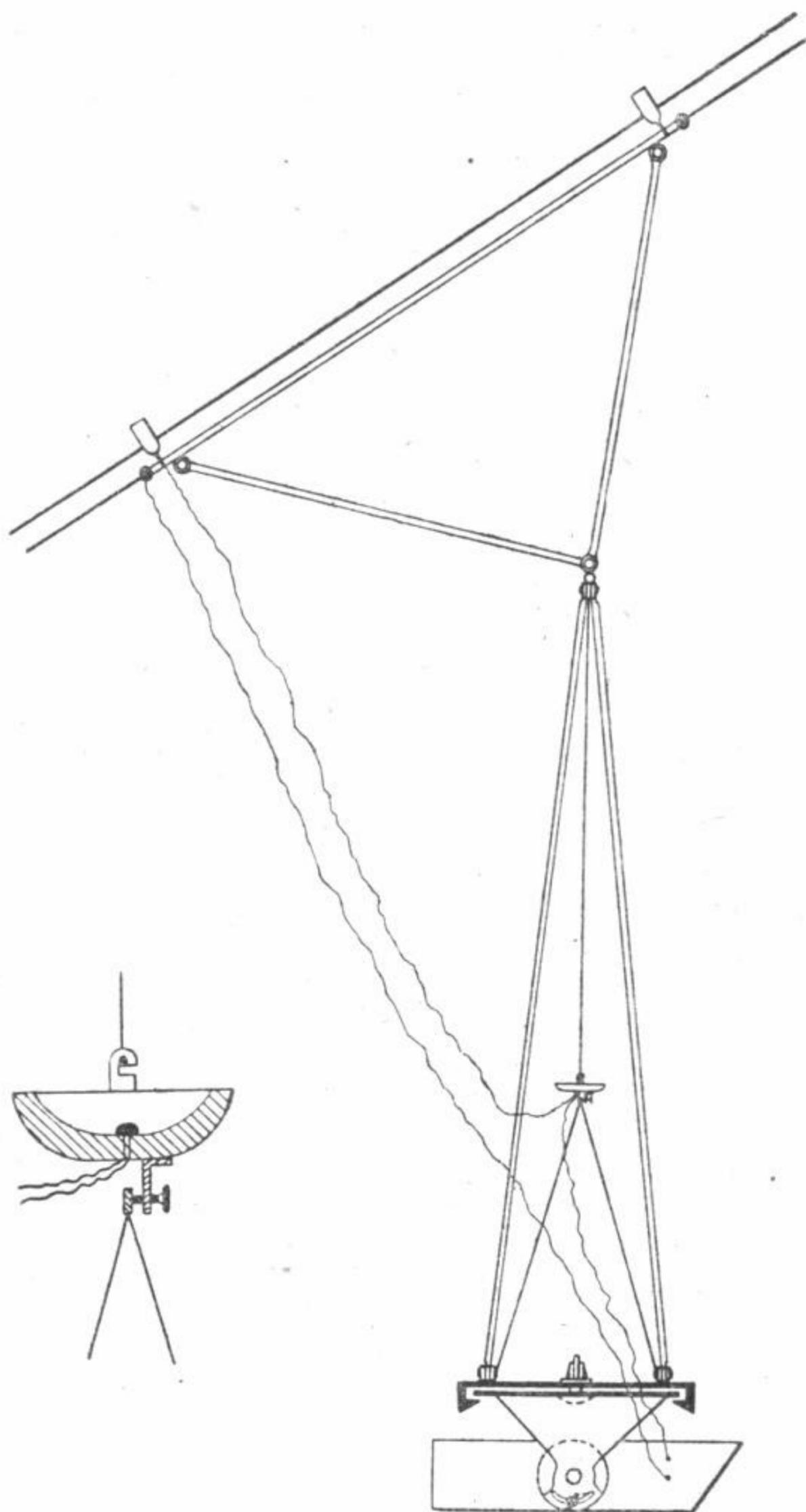


Fig. 20.

planer le train à une hauteur quelconque dans une région de vent parfaitement établie.

Suspension d'appareil. — La suspension d'appareil doit être pendulaire c'est-à-dire libre d'osciller sous le câble dont les inclinaisons, variables avec la force du vent pourraient modifier le pointage initial donné à la chambre.

On adoptera le « double Cardan » qui permet les oscillations dans tous les sens tout en empêchant la rotation sur lui-même du corps suspendu.

En prenant pour axes d'oscillations le câble et une ligne horizontale perpendiculaire, on réalise un dispositif tel que l'appareil reste orienté par rapport au plan vertical passant par le câble (plan du vent) c'est-à-dire par rapport à un plan de direction fixe.

Suspension Saconney. — Cette suspension est construite en tubes d'acier extra léger. Une armature constituée de 6 petits éléments tubulaires et accrochée au câble par 2 galets de bronze à chape ouvrante, relie les deux axes d'oscillation. La suspension proprement dite formée de 4 tubes longs de 1^m,50 porte le plateau gradué sous lequel peut tourner la chambre photographique (fig. 20).

Pour amortir les oscillations brusques dues à une cause fortuite, on utilise un amortisseur à plans oscillants. Cet appareil, constitué par un gouvernail horizontal dont les 2 faces font un angle dièdre de 10° environ d'ouverture, est toujours en prise au vent (fig. 21).

Son action est transmise à la suspension verticale par un parallélogramme disposé de manière à ce que gouvernail et suspension soient perpendiculaires l'un à l'autre.

A toute oscillation pendulaire de l'appareil dans le sens du vent correspond une déviation du gouvernail. Cette

déviations qui met immédiatement le gouvernail en prise au vent est aussitôt combattue par celui-ci et l'ensemble est ramené automatiquement à la position d'équilibre.

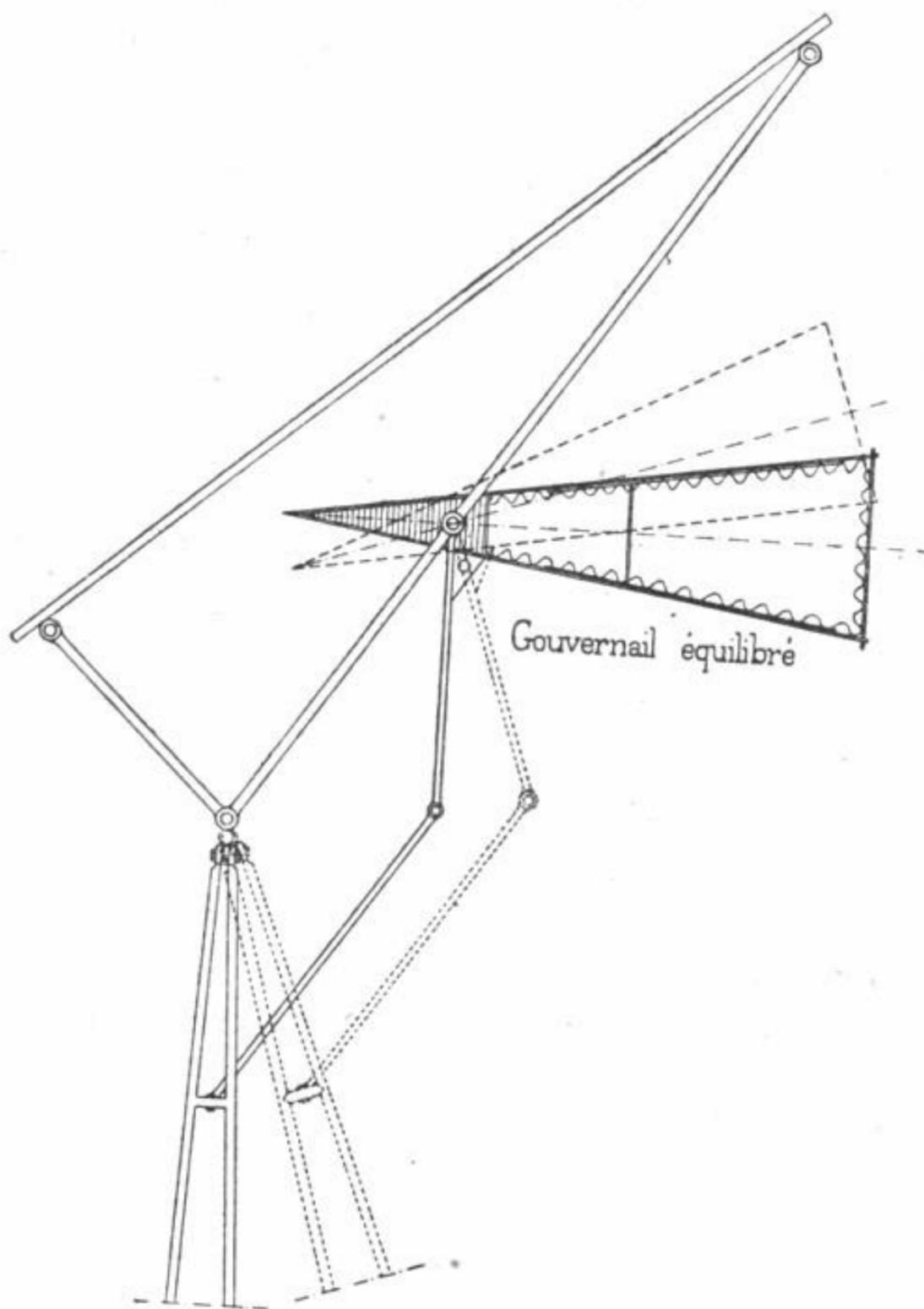


Fig. 21.

Chambre de photo-topographie aérienne. — Cette chambre sera identique dans son ensemble à celle de l'appareil de photographie terrestre, mais construite en matériaux très légers (tôle d'aluminium montée sur carcasse en cornières de même métal).

Les seules modifications à y apporter sont les suivantes :

1° Suppression du niveau à bulle d'air, des viseurs et du décentrement supérieur d'objectif.

2° Adaptation d'un obturateur de plaque permettant d'exécuter des clichés au $\frac{1}{400}$ de seconde.

3° Emploi d'un écran jaune *très clair*.

Champ. — Le champ horizontal de la chambre aérienne est d'environ 40°. Suivant le plan vertical le terrain embrassé s'étend depuis le point situé en avant à 2 fois la hauteur de l'appareil jusqu'à l'horizon.

Ainsi à 200 mètres d'altitude l'appareil voit le terrain à partir de 400 mètres.

Déclanchement. — Le déclanchement de l'obturateur s'obtient par courant électrique. Deux fils sont nécessaires. Avec les cerfs-volants, le courant part par le câble principal, pénètre dans la suspension par les galets de roulement et descend jusqu'à la chambre par un fil isolé. Il repart de celle-ci par un second fil qui aboutit au câble secondaire de retenue du cerf-volant remorqueur.

La très grande résistance des câbles d'acier de faible section et l'augmentation de cette résistance avec les efforts de traction conduisent à employer un courant à haut voltage et faible intensité.

Une petite dynamo, actionnée à bras, convient mieux qu'une batterie de piles.

Le mécanisme de déclanchement actionné par un électro-aimant est approprié au type d'obturateur employé. La résistance de l'électro-aimant doit-être au moins égale à celle de l'ensemble des 2 câbles d'acier entièrement déroulés et disposés suivant un même circuit.

Comme contrôle du fonctionnement du système de déclanchement, on emploie une simple lampe interposée dans le circuit près du manipulateur de fermeture.

§ 2. — PHOTO-TOPOGRAPHIE AÉRIENNE DE PRÉCISION

Pour les opérations photo-topographiques de précision, l'appareil aérien peut être disposé soit horizontalement soit verticalement.

Lorsqu'il s'agit de lever uniquement la planimétrie, on peut utiliser la deuxième disposition. Si, au contraire on veut effectuer les opérations complètes de lever, planimétrie et nivellement, il est indispensable de pointer l'appareil horizontalement. On exclura dans tous les cas d'une manière rigoureuse le *pointage volontairement incliné* qui diminue la précision et complique les opérations de restitution.

a) **Détermination de l'horizontalité absolue.** *Erreurs d'horizontalité.* — Avec l'appareil élevé dans l'espace, il est impossible, ainsi que nous l'avons indiqué, d'obtenir un calage horizontal absolu. Il s'agit donc de rechercher tout d'abord dans quelles limites on peut laisser osciller l'appareil sans que la précision des mesures angulaires en soit atteinte, puis de calculer la valeur de l'oscillation de manière à permettre la mesure de hauteur relative.

Limites d'inclinaison et d'oscillation. — Nous savons que la mesure de l'angle d'une direction SA avec l'axe, s'obtient, si l'appareil est horizontal, en mesurant sur le cliché l'écartement x de l'image du point.

ANNEXE N° 2

SUSPENSIONS D'APPAREILS POUR PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE

Les premières épreuves de photographie aérienne (Batut et Wenz 1888-1890) ont été obtenues avec des chambres faisant corps avec le cerf-volant ou fixées à l'intérieur même de la bride. Ces systèmes, dont les inconvénients sont évidents (difficulté et danger de lancement d'un cerf-volant chargé) ont été rapidement perfectionnés par leurs auteurs, conduits tout naturellement à dégager l'appareil du voisinage immédiat du cerf-volant.

A l'heure actuelle, plusieurs types de suspensions ont été imaginés, mais quelle que soit leur diversité apparente, elles peuvent se ranger dans deux catégories parfaitement définies :

1° Suspensions où l'appareil fait corps avec le câble.

Le type original de ces suspensions est dû à l'Américain Eddy (1897) (fig. 118); les systèmes qui s'y rattachent sont ceux de MM. Wenz, Dupuy-Delcourt, Lecomte, etc.

2° Suspensions pendulaires où l'appareil est indépendant de l'inclinaison du câble.

Le type original est dû à l'Américain Gilbert Totten

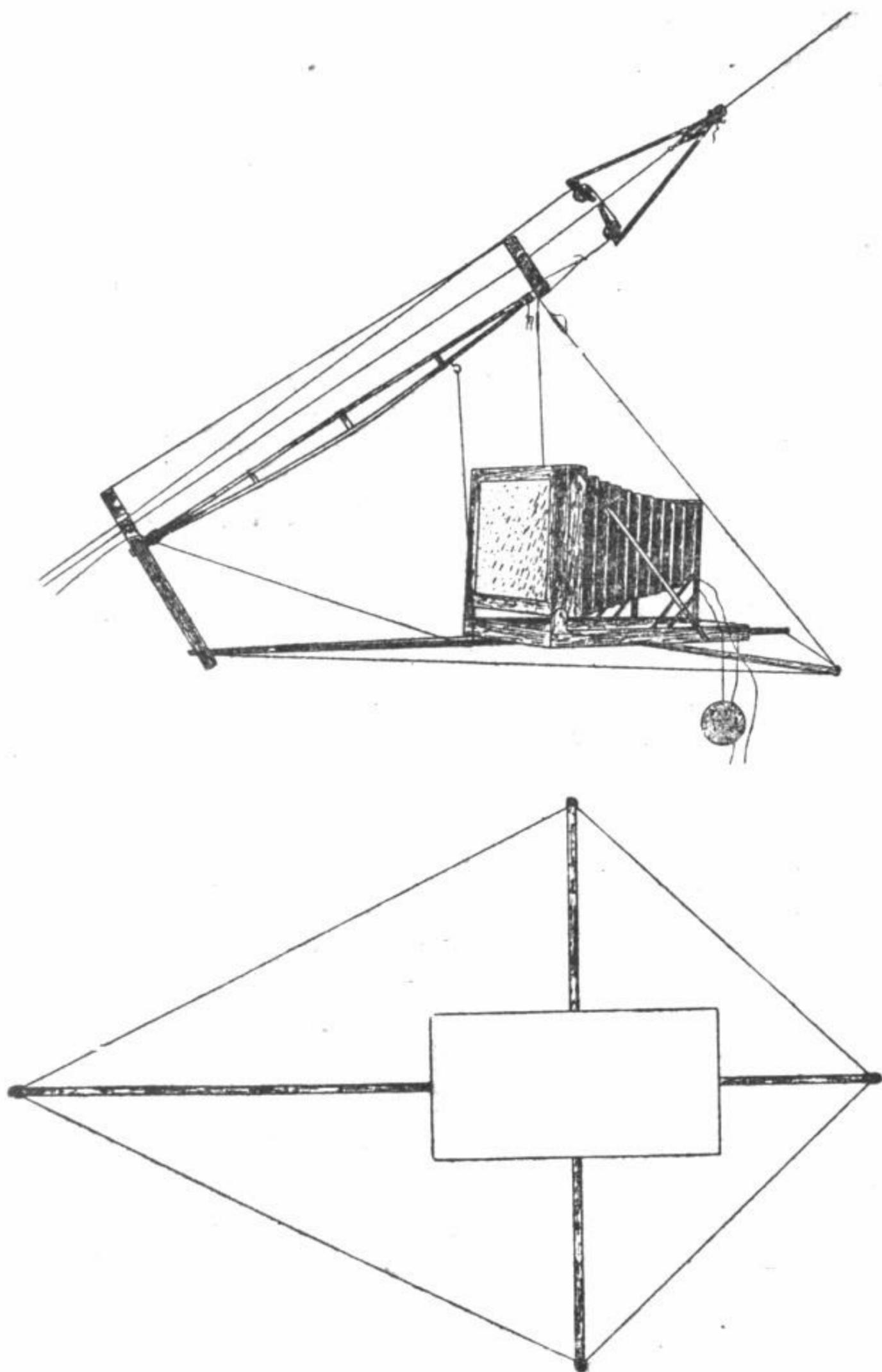


Fig. 118.

Woglom (1897) (fig. 119). Les systèmes Dinochau (1904) Saconney (1904), Aubry (1904), dérivent du même principe.

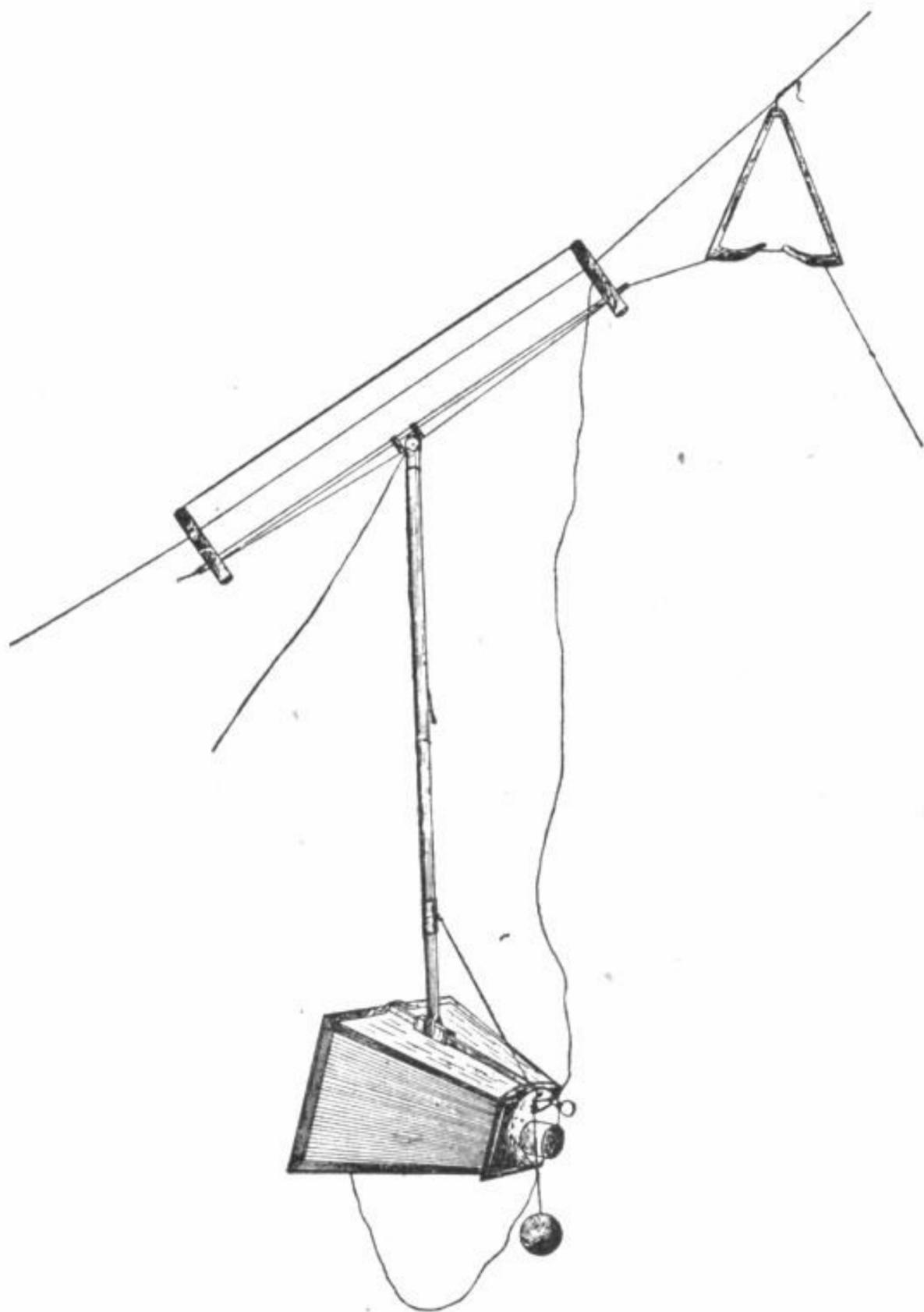


Fig. 119.

Nous avons donné la préférence, en ce qui concerne les opérations de photo-topographie aérienne, aux suspensions pendulaires. Celles-ci permettent, en effet, d'avoir

la certitude, lorsque l'on amortit leurs oscillations, que le pointage en hauteur de l'appareil reste constant quel que soit le changement de courbure du câble (formant « chaînette ») et quelles que soient les variations de son inclinaison lorsque la vitesse de vent diminue ou croît.

Principe des suspensions pendulaires. — a) Le système pendulaire le plus simple est formé de 4 brins issus d'un même point du câble et aboutissant aux extrémités de deux axes (réels ou fictifs) passant par le centre de gravité de l'appareil.

Un tel dispositif n'empêche pas la rotation de la chambre sur elle-même; il ne peut donc convenir qu'à des appareils panoramiques formés de plusieurs chambres rayonnantes. (Appareils de M. Cailletet et de l'ingénieur russe Thiélé), ou bien encore à des chambres pointées verticalement de haut en bas (Génie italien). Dans les deux cas, quelle que soit la rotation de l'appareil, la zone de terrain photographiée reste toujours la même.

Les applications les plus intéressantes qui ont été faites du système de suspension avec chambre panoramique, sont celles de M. Thiélé (1898-1908) dont les levers de la région de Kharbin (1905) en Sibérie, de la Transcaucasie et de la vallée du « Dnieper » (1903) constituent de véritables monuments photo-topographiques. La suspension Thiélé est constituée par un faisceau de 6 fils aboutissant à un cadre hexagonal portant 6 chambres photographiques rayonnantes, plus une chambre verticale.

L'emploi de la chambre à pointage vertical vient d'entrer dans le domaine de la pratique courante, grâce aux remarquables résultats obtenus par la section photographique du Génie militaire italien. C'est ainsi qu'en 1908,

50 kilomètres de rivière (Tibre) ont été levés en quelques journées au moyen d'un appareil photographique élevé par ballonnet. La suspension était uniquement formée d'une pyramide de 3 fils de 10 mètres de longueur aboutissant à un cadre triangulaire portant en son centre la chambre photographique.

b) Le système pendulaire que nous venons d'examiner ne convient pas pour suspendre un appareil unique à pointage horizontal. Il est en effet indispensable d'assurer dans ce cas, d'une manière invariable, l'orientation donnée à la chambre.

La solution la plus pratique du problème consiste dans l'emploi d'un double cardan. On sait en effet qu'un tel dispositif permet l'oscillation pendulaire complète, mais ne laisse pas tourner sur lui-même le corps suspendu.

Les suspensions Gilbert Totten Woglom (1897) et Dinochau¹ (1904) réalisent cette condition de la manière la plus simple au moyen d'une tige oscillante portée par un cadre disposé le long du câble.

Le système que nous avons imaginé nous semble présenter sur les types simplifiés précédents, l'avantage d'une plus grande rigidité. Nous en donnons ci-après la description.

Suspension « Saconney » (fig. 20). — Les deux axes d'oscillations sont le câble et une ligne horizontale perpendiculaire.

Pratiquement l'axe horizontal est relié au câble par une petite poutre armée en tubes extra-légers. Les 6 éléments de la poutre d'une longueur uniforme de 60 centi-

¹ Par le capitaine TARDIVO.

mètres se réunissent à leurs extrémités au moyen de boulons et d'écrous à oreilles.

A l'axe horizontal est fixée la suspension proprement dite, formée d'une armature de 4 tubes longs de 1^m,50. Les extrémités de ces tubes sont boulonnées sur un plateau gradué sous lequel peut tourner la chambre photographique.

Dans ces conditions, les balancements de la suspension se produisent soit dans le plan vertical passant par le câble, soit dans un plan perpendiculaire à celui-ci.

Afin de permettre la montée de la suspension le long du câble, la tige supérieure de la poutre porte deux galets de roulement dont les chapes s'ouvrent à volonté et permettent l'accrochage du système sur le câble tendu.

L'ensemble de cette suspension (chambre comprise) pèse 9 kilogrammes.

Amortisseur d'oscillations. — Dès le début de nos expériences (1904), nous nous sommes préoccupés d'amortir les oscillations longitudinales dues aux variations brusques de tension et d'inclinaison du câble¹. La pratique nous a démontré depuis que les effets de ces variations étaient moins nuisibles que la théorie ne nous le laissait prévoir et que, dans tous les cas, un bridage convenable du cerf-volant permettait de les réduire notablement.

Toutefois nous avons cru préférable de conserver dans le type définitif de notre matériel un amortisseur à *plans oscillants* que nous avons étudié dès le début.

¹ En 1904, nous avons également essayé la stabilisation gyroscopique en utilisant le vent comme force motrice. Le gyroscope était constitué par un tore monté autour d'un ventilateur à ailettes placé face au vent dans l'armature de la suspension proprement dite.

Cet appareil (fig. 21) est constitué par un gouvernail horizontal dont les 2 faces font un angle d'une dizaine de degrés. Un tel gouvernail est toujours en prise au vent et son action est d'autant plus énergique, qu'à toute inclinaison correspond une augmentation de pression sur l'une des faces et une diminution sur l'autre (effet différentiel).

L'axe d'oscillation de l'amortisseur, porté par la poutre armée, est placé près du bord d'attaque des plans, de manière à donner au dispositif une position d'équilibre stable horizontale. La suspension est reliée au gouvernail par un parallélogramme articulé dont les éléments sont tels, que gouvernail et suspension soient toujours perpendiculaires l'un à l'autre.

Dans ces conditions à toute oscillation pendulaire tendant à écarter l'appareil photographique de la verticale, correspond une rotation de même amplitude du gouvernail, tendant à l'écarter de l'horizontale, cette rotation est immédiatement combattue par l'action du vent.

Compensateur. — Le vent, en agissant sur la masse de l'appareil, tend à faire prendre à l'ensemble de la suspension une inclinaison qu'il importe de diminuer le plus possible. On peut, dans ce but, donner à l'amortisseur un angle de calage initial en le relevant un peu au-dessus de l'horizontale. Dans ces conditions, le vent en agissant sur le gouvernail pour l'abattre, combat automatiquement l'effort de redressement qu'il lui communiquait d'autre part par l'intermédiaire de la suspension.

Suspension pendulaire elliptique (fig. 120). — En même temps que la suspension pendulaire rigide, dont il vient d'être question, nous avons étudié un système pen-

dulaire elliptique dont le but était de rendre plus facile le freinage direct des oscillations. Le principe de ce dispositif consiste à faire décrire aux 4 points d'attache du plateau support d'appareil, un ellipsoïde. Le centre de gravité de la chambre, invariablement lié au plateau,

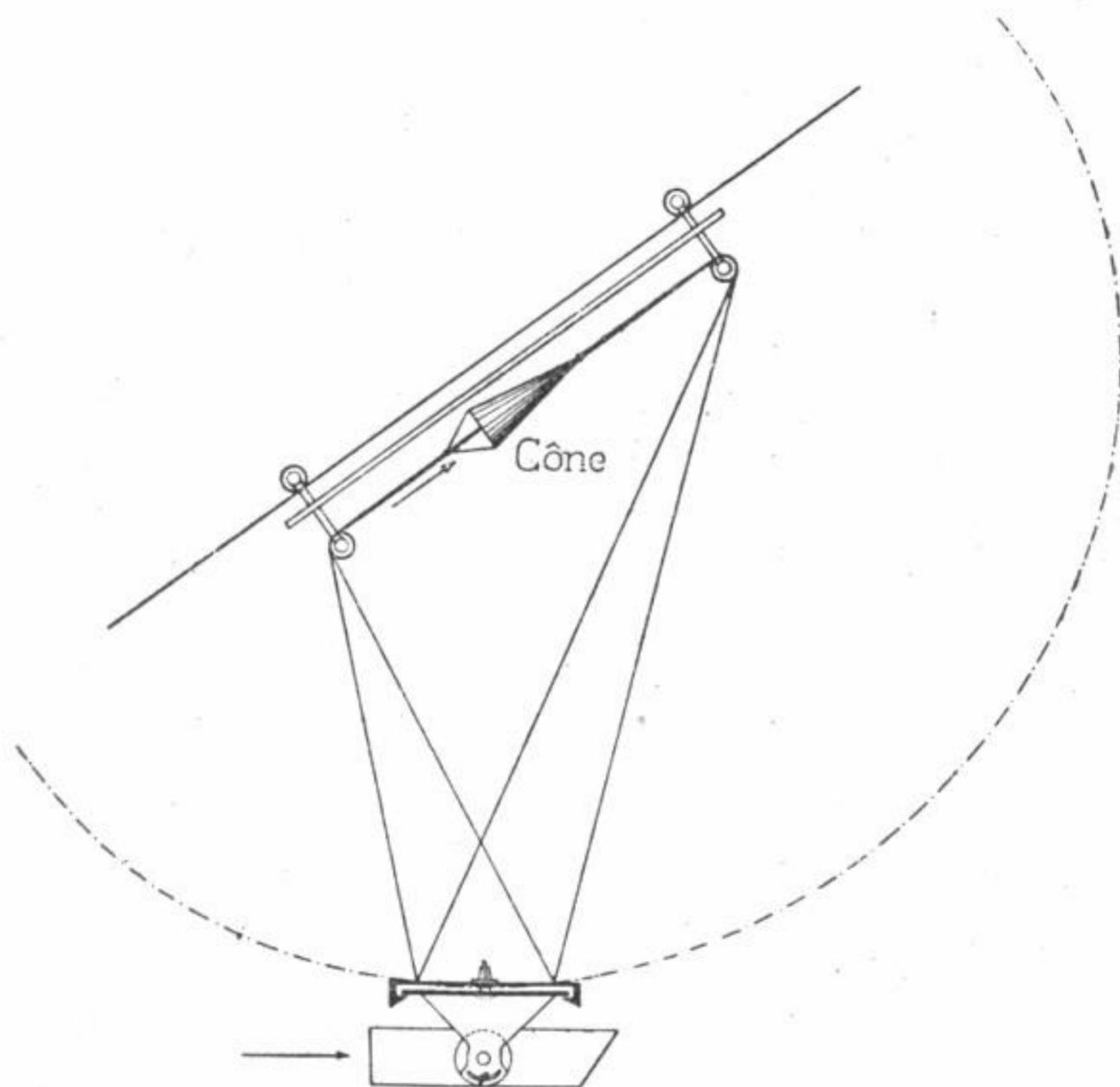


Fig. 120.

décrira une surface parallèle à la première et comme il tendra toujours à venir en occuper le point bas, le plateau parallèle au plan tangent en ce point bas sera toujours horizontal.

Pratiquement, on réalise cette suspension en disposant aux extrémités d'une tige portée par le câble deux poulies jumelées. Dans ces poulies passent 2 fils de même lon-

gueur dont les extrémités, préalablement dédoublées, viennent se fixer aux 4 points d'attache du plateau support. Ces points se trouvent donc 2 à 2 sur une ellipse ayant les poulies pour foyer. Cette ellipse engendre précisément l'ellipsoïde de révolution lorsque la suspension oscille autour du câble.

Il est facile de voir dès lors, avec quelle facilité on peut stabiliser les oscillations longitudinales (les seules à craindre) puisque l'on dispose sur la tige qui porte les poulies jumelées, d'une ligne de points d'appui le long desquels glissent les fils de suspension. On peut en particulier placer sur ces fils des cônes de toile dans lesquels s'engouffrera le vent; dispositif qui offre le double avantage d'amortir les oscillations et de compenser l'effort du vent sur l'ensemble de la suspension.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ALLEMAGNE ET AUTRICHE

- E. DOLEZAL. 1. *Ueber Photogrammetrie u. ihre Anwendungen*, 1900, Wien.
- 2. *Arbeiten u. Fortschritte auf dem Gebiete der Photogrammetrie. Eder's Jahrbuch*, 1900.
- 3. *Das Problem der sechs Strahlen oder der sieben Punkte in der Photogrammetrie*, 1906, Wien.
- 4. *Internationalen Archiv für Photogrammetrie*. Vienne, Carl Fromme.
- D^r S. FINSTERWALDER. 1. *Photogrammetrische Aufnahme von Höhenkarten vom Luftballon aus. Aëronaut. Mitth.*, 1900.
- 2. *Ueber die Konstruktion von Höhenkarten aus Ballonaufnahmen. Sitzungsber d. Math. phys.*, 1900.
- 3. *Die geometrischen Grundlagen der Photogrammetrie. Jahresbericht d. Deutschen Mathem. Vereinigung*.
- 4. *Neue Methode zur topographischen Verwertung von Ballonaufnahmen. Jahresber. d. Münch. Vereins für Luftschiffahrt*, 1902.
- G. HAUCH, *Neue Konstruktionem der Perspective und Photogrammetric. Journal für reine und angewandte Mathematik*. Bd. XCV, 1883, XXV.
- A. VON HÜBL. 1. *Die Stereophotogrammetrie*. (Mitteilungen des K. u. D. militär-geographischen Instituts.) Band XXII, 1903.
- 2. *Das Stereophotogrammetrische Vermessen von Architekturen*. Wiener. Banhütte, 1907.

- M. KIESLING. *Die Anwendung der Photogrammetrie zu militärischen zwecke.* Halle a. S., 1896.
- KOPPE. *Die Photogrammetrie oder Bildmesskunst.* Weimar, 1899.
- A. MEYDENBAUER. *Ein deutsches Denkmälerarchiv, ein Abschlusswort zum zwanzigjährigen Bestehen der Kgl. Messbildanstalt in Berlin.* (Kgl. Denkmäler Archiv, Berlin, W. 56 Schinkelplatz, 6.)
- Th. SCHEIMPFLUG. 1. *Theorie der schiefen abildung.* *Photographische korrespondenz*, 1906.
 — 2. *Photogrammètrie en ballon*, Strassburg, 1907.
 — 3. *Die Herstellung von karten u. Plänen aus photographischem Wege.* *Ber. d. kais. Akademie d. Wiss. in Wien*, 1907.
- FR. SCHIFFNER. *Die Photographische Messkunst oder Photogrammetrie, Bildmesskunst Photo-topographie.* Halle, 1892.
- B. SCHULTZE. *Das militärische Aufnehmen.* Leipzig, 1903.
- STEINER. *Die Photogrammetrie im Dienste des Ingenieurs ein Lehrbuch der Photogrammetrie.* Wien, 1893.
- J. TSCHAMLER. 1. *Leitfaden der kartographie III Teil.* (Wien, 1906).
 — 2. *Der kartenentwurf aus photographischem und geodät. Aufnahmen Aus der Praxis der Photogrammetrie,* Wien, 1908.

AMÉRIQUE

- DEVILLE. *Photographie surveying including the elements of descriptive geometry and perspective.*
- I.-A. FLEMER. 1. *Phototopography as practiced in Italy and in the dominion of Canada,* Washington, 1893.
 — 2. *On elementary treatise on phototopographic methods and instruments.*

ESPAGNE

- C. de IRIARTE-L. NAVARRO. *Topografia fotografica.* Raoul Déant, Madrid.
- TORROJA. *Fototopografia teorica y practica.* Masy Zaldúa.

FRANCE

- A. BATUT. *La photographie aérienne par cerfs-volants*. Gauthier-Villars, 1890, Paris.
- L. GÉRARD (Schilling). *La photogrammétrie comme application de la géométrie descriptive*.
- JAVARY. Mémoire sur l'application de la photographie aux arts militaires. *Mémorial de l'officier du génie*, 1874. Paris.
- A. LAUSSEDAT. 1. *Recherches sur les instruments, les méthodes, les dessins topographiques*. Gauthier-Villars, Paris.
- 2. Mémoire sur l'emploi de la photographie aux levés des plans. *Mémorial de l'officier du génie*, 1864, Paris.
- 3. Note sur la construction des plans d'après les vues du terrain obtenues des stations aériennes. *Comptes rendus*, Paris, 1890. Tome III.
- D^r G. LE BON. *Les levés photographiques et la photographie en voyage*. Gauthier-Villars, 1889, Paris.
- V. LEGROS. 1. *Sommaire de photogrammétrie*, 1891, Paris.
- 2. *Eléments de photogrammétrie*, 1892, Paris.
- P. MOËSSARD. — *Les panoramas photographiques et les appareils panoramiques*, Ibid., 1893.
- J.-Th. SACONNEY. 1. Reconnaissances photographiques militaires à terre, en mer et en ballon. *Revue du Génie militaire*, 1907, Paris.
- 2. Problème de métrophotographie. *Revue du Génie militaire*. Nov. 1906, Paris.
- 3. Restitutions photographiques. *Annuaire général et international de la photo*, 1908, Paris.
- 4. Conseils pratiques de photographie aérienne. *Aérophile*, novembre 1909.
- H. et J. VALLOT. *Applications de la photographie aux levés photographiques en haute montagne*. Gauthiers-Villars, Paris.
- E. WENZ. 1. Note sur la photographie aérienne par cerfs-volants. *L'Aéronaute*, octobre 1897, Paris.
- 2. Résumé historique de l'invention de la photographie

- aérienne par cerfs-volants. *Bulletin de la Société française photo*, avril 1892, Paris.
Technique moderne, octobre 1910.

ITALIE

- GINO LORIA. Fondamenti geometrici alle Fotogrammetria. *Giornale di matematica di Bettagliani*, vol. XLI. Napoli, 1903.
 L. PAGANINI. 1. *La fototopografia in Italia*, 1889, Roma.
 — 2. *Fotogrammetria*. Manuali Hoepli, 1901, Milano.
 A. RANZA. Fototopografia e fotogrammetria aerea, etc. *Rivista d'artiglieria e genio*, 1907, Roma.
 TARDIVO. 1. *La Fotografia dall' aerostata nelle sur applicazione in topografia*.
 — 2. *Manuale di Fotografia, Telefotografia...* Carlo Pastor, Torino.

RUSSIE

- M. ADRIANOW. Mesure stéréoscopique des distances. *Journal de topographie et de géodésie*. Saint-Petersbourg.
 D^r S. SOLOVIEF. De la stéréophotogrammétrie. *Annuaire de l'Ecole d'ingénieurs de Moscou*, 1911.
 THIÉLÉ ING. 1. *Phototopographie*. 3 volumes. Pétersbourg, 1907, 1908, 1909.
 — 2. *Photogrammetrische Arbeiten in Russland*. *Intern. Archiv. für Photogram.*, Wien, 1908.
 — 3. *Photogrammetrie nach ihrem gegenwärtigen stande*. Pétersbourg, 1910.
-

FRANCE

- A. BATUT. *La photographie aérienne par cerfs-volants*. Gauthier-Villars, 1890, Paris.
- L. GÉRARD (Schilling). *La photogrammétrie comme application de la géométrie descriptive*.
- JAVARY. Mémoire sur l'application de la photographie aux arts militaires. *Mémorial de l'officier du génie*, 1874. Paris.
- A. LAUSSEDAT. 1. *Recherches sur les instruments, les méthodes, les dessins topographiques*. Gauthier-Villars, Paris.
- 2. Mémoire sur l'emploi de la photographie aux levés des plans. *Mémorial de l'officier du génie*, 1864, Paris.
- 3. Note sur la construction des plans d'après les vues du terrain obtenues des stations aériennes. *Comptes rendus*, Paris, 1890. Tome III.
- D^r G. LE BON. *Les levés photographiques et la photographie en voyage*. Gauthier-Villars, 1889, Paris.
- V. LEGROS. 1. *Sommaire de photogrammétrie*, 1891, Paris.
- 2. *Eléments de photogrammétrie*, 1892, Paris.
- P. MOËSSARD. — *Les panoramas photographiques et les appareils panoramiques*, Ibid., 1893.
- J.-Th. SACONNEY. 1. Reconnaissances photographiques militaires à terre, en mer et en ballon. *Revue du Génie militaire*, 1907, Paris.
- 2. Problème de métrophotographie. *Revue du Génie militaire*. Nov. 1906, Paris.
- 3. Restitutions photographiques. *Annuaire général et international de la photo*, 1908, Paris.
- 4. Conseils pratiques de photographie aérienne. *Aérophile*, novembre 1909.
- H. et J. VALLOT. *Applications de la photographie aux levés photographiques en haute montagne*. Gauthiers-Villars, Paris.
- E. WENZ. 1. Note sur la photographie aérienne par cerfs-volants. *L'Aéronaute*, octobre 1897, Paris.
- 2. Résumé historique de l'invention de la photographie

282 TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS ET DES MATIÈRES

	Pages		Pages
Photo-topographie aérienne	75	SACONNEY, 83	258
Photo-topographie de précision	86	Suspension d'appareils	83
Photo-topographie de reconnaissance	106	— pendulaires	257
Point (perspective d'un)	5	Restitution (problème de la)	9
— de fuite	4	Restitution (pratique de la)	13
— principal central	3	Tableau	3
— de vue	3	TARDIVO	258
Pratique d'un lever de précision, 41.	98	Téléobjectifs	39
Pratique d'un lever de reconnaissance, 110, 121, 145	176	TOTTEN WOGLON, 254.	258
Précision des mesures photographiques	19	THIÉLÉ	257
Précision des appareils photographiques	28	Trièdre photographique	244
		Trirègle	168
		Trépied	40
		Treillis perspectif	72
		ULYANINE	119
		Utilisation de photographies quelconques	199
		VALLOT	152
		WENZ.	254

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

	Pages
Généralités	I
Perspective conique	I
Propriétés perspectives des figures	4
Identité de la perspective conique et de la perspective photographique.	7

CHAPITRE PREMIER

Principes de métrophotographie.

§ 1. Théorie de la métrophotographie	9
a) Problème préliminaire	9
b) Problème général de restitution.	11
§. 2. Pratique de la restitution	13
Mesures photographiques	19

CHAPITRE II

Applications de la métrophotographie.

Phototopographie de précision.

§ 1. Généralités sur les procédés et les instruments topographiques	24
---	----

	Page
§ 2. L'appareil photographique considéré comme instrument topographique	28
Etude d'un appareil phototopographique.	30
§ 3. Pratique d'un lever de précision	43
1° Travail préparatoire	43
a) Détermination des constantes	43
b) Organisation des opérations du lever	48
2° Travail sur le terrain.	51
a) Tour d'horizon	51
b) Liaison des stations	54
3° Travail de restitution	57
a) Matériel spécial pour la restitution.	58
b) Rédaction du lever.	60
4° Procédés pratiques de levers	71
a) Tracé du « Treillis perspectif »	72
b) Polygones horizontaux	74

CHAPITRE III

Applications de la métrophotographie (suite).

Phototopographie aérienne.

§ 1. Généralités sur les procédés de photographie aérienne	75
Application à la topographie	76
Emploi des ballonnets et des cerfs-volants	76
Élévation de la chambre photographique	81
Suspensions d'appareil	83
Chambre de phototopographie aérienne	84
§ 2. Phototopographie aérienne de précision.	86
a) Détermination de l'horizontalité absolue	86
b) Pratique du lever de précision	98
c) Exécution du lever proprement dit	103
§ 3. Phototopographie aérienne de reconnaissance	106
a) Lever rapide	106

	Pages
b) Reconnaissances militaires	107
A. Ballon captif	107
B. Ballon libre	115
C. Dirigeable.	130
D. Aéroplane.	131

CHAPITRE IV

Applications de la métrophotographie (suite).
Reconnaissances phototopographiques terrestres.

§ 1. Généralités	138
Matériel photographique	138
a) Appareil téléphotographique	140
b) Appareil auxiliaire	142
§ 2. Pratique des reconnaissances à terre	145
1° Travail préparatoire	145
a) Résumé des opérations	146
b) Etablissement du canevas-guide.	148
2° Matériel photographique.	148
a) Appareil téléphotographique.	148
b) Appareil auxiliaire.	150
3° Travail sur le terrain.	152
Exécution des clichés.	154
4° Travail de restitution	155
a) Tracés préliminaires	155
b) Relèvement des stations	156
c) Lever d'ensemble	158
d) Lever de détail.	158

CHAPITRE V

Applications de la métrophotographie (suite).
Reconnaisances phototopographiques côtières.

	Pages
§ 1. Généralités	175
§ 2. Pratique des reconnaissances côtières	176
1° Travail préparatoire	176
a) Itinéraire	176
b) Dédoublément des stations	177
c) Etablissement du canevas-guide	177
2° Matériel photographique	178
a) Appareil téléphotographique	178
b) Appareil auxiliaire	178
c) Cylindrographe	179
3° Travail extérieur	180
a) Poste	180
b) Exécution des clichés	180
c) Mesures d'angles spéciaux	181
4° Travail de restitution	183
a) Relèvement des stations	183
b) Rédaction du lever	188
§ 3. Reconnaissances côtières par cerfs-volants	193
a) Généralités	193
b) Préparation de la reconnaissance	194
c) Exécution de la reconnaissance	194
d) Opérations de restitution	195

CHAPITRE VI

Applications de la métrophotographie (suite).

Utilisation des documents photographiques quelconques.

Application

aux levés topographiques, aux levés d'architecture et de machines.

	Pages
§ 1. Etude de quelques problèmes de la 1 ^{re} série (centre connu).	200
§ 2. Etude de quelques problèmes de la 2 ^e série	223
ANNEXES	244
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.	277
TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS ET DES MATIÈRES.	281
TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES	283
