



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### **Usage guidelines**

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### **About Google Book Search**

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

**CHARTS  
SECTION**

~~AC 40~~

~~QB6 A32~~

PHILLIPS LIBRARY  
OF  
HARVARD COLLEGE OBSERVATORY

---

QB6  
A32

JOHN G. WOLBACH LIBRARY  
HARVARD COLLEGE OBSERVATORY  
60 GARDEN STREET  
CAMBRIDGE, MASS. 02138









**CATALOGUE**  
**PHOTOGRAPHIQUE**  
**DU CIEL.**



**CATALOGUE**  
**PHOTOGRAPHIQUE**  
**DU CIEL.**



**OBSERVATOIRE D'ALGER.**

---

**CATALOGUE**  
**PHOTOGRAPHIQUE**  
**DU CIEL.**

---

**COORDONNÉES RECTILIGNES.**

---

**INTRODUCTION**

**PAR**

**M. CH. TRÉPIED,**  
**DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE.**



**PARIS,**

**GAUTHIER-VILLARS,**  
**IMPRIMEUR-LIBRAIRE DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS,**  
Quai des Grands-Augustins, 55.

**1903**



# OBSERVATOIRE D'ALGER.

---

## CATALOGUE PHOTOGRAPHIQUE DU CIEL.

---

COORDONNÉES RECTILIGNES.

---

### INTRODUCTION

PAR

M. CH. TRÉPIED,  
DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE.

---

#### I. — RELATIONS FONDAMENTALES ENTRE LES COORDONNÉES CÉLESTES D'UNE ÉTOILE ET LES COORDONNÉES DE SON IMAGE MESURÉES SUR LE CLICHÉ.

##### DÉFINITION DES COORDONNÉES CURVILIGNES.

Prenons le centre optique de l'objectif photographique pour le centre O d'une sphère céleste (*fig. 1*) sur laquelle nous marquerons : 1° le pôle boréal P ; 2° la trace A de l'axe optique prolongé vers la région d'observation ; 3° la position M d'une étoile.

La plaque, supposée perpendiculaire à l'axe optique, est parallèle au plan tangent, à la sphère en A, et nous regarderons les coordonnées célestes du point A comme étant celles du centre de la plaque.

Traçons le cercle horaire PA et le grand cercle AQ qui lui est perpendiculaire ; ces deux grands cercles, dont l'un a pour pôle  $\pi$  et l'autre  $\pi'$ , déterminent un système rectangulaire d'axes de *coordonnées curvilignes* ( $\xi, \eta$ ).

Pôsons

$$\begin{aligned} Ap &= \xi, & Aq &= \eta, \\ Mp &= \xi_1, & Mq &= \eta_1, \end{aligned}$$

et regardons les  $\xi$  comme positifs vers l'est, les  $\eta$  comme positifs vers le nord.

Alger, Coord. rect.

a

L'ascension droite et la déclinaison  $\alpha$  et  $\delta$  de l'étoile M s'expriment aisément en fonction des arcs  $\xi_1$ ,  $\eta$  et des coordonnées équatoriales  $\mathcal{A}_0$  et  $\mathcal{Q}_0$  du centre de la plaque.

En effet, dans le triangle sphérique rectangle PMq, nous avons

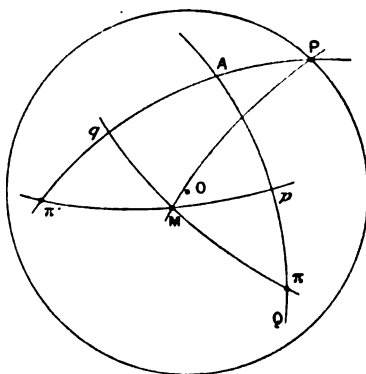
$$PM = 90^\circ - \delta, \quad Pq = 90^\circ - \mathcal{Q}_0 - \tau, \quad \widehat{MPq} = \alpha - \mathcal{A}_0,$$

et l'application à ce triangle des formules fondamentales de la Trigonométrie sphérique nous donne immédiatement :

$$(1) \quad \begin{cases} \sin \delta = \sin (\mathcal{Q}_0 + \eta) \cos \xi_1, \\ \cos \delta \sin (\alpha - \mathcal{A}_0) = \sin \xi_1, \\ \cos \delta \cos (\alpha - \mathcal{A}_0) = \cos (\mathcal{Q}_0 + \eta) \cos \xi_1. \end{cases}$$

L'arc de grand cercle  $\xi_1$ , qui entre dans ces formules n'est pas égal à l'abscisse curviligne  $\xi$ , mais il en diffère peu ; de même l'ordonnée curviligne  $\eta$  n'est pas tout à fait égale

Fig. 1.



à l'arc de grand cercle  $\eta_1$ . Nous allons établir les deux relations distinctes qui existent entre  $\xi_1$ ,  $\eta_1$ ,  $\xi$  et  $\eta$ , en observant qu'une seule de ces relations nous sera nécessaire.

Les grands cercles AQ et AP étant rectangulaires, chacun d'eux passe par les pôles de l'autre. Dans les triangles sphériques rectangles  $M\pi'q$ ,  $M\pi p$ , les angles en  $\pi'$  et en  $\pi$  ont respectivement pour mesure les arcs  $\xi$  et  $\eta$ . Il en résulte pour le triangle  $M\pi'q$  les relations

$$(2) \quad \begin{cases} \sin \eta_1 = \cos \xi_1 \sin \eta, \\ \cos \eta_1 \sin \xi = \sin \xi_1, \\ \cos \eta_1 \cos \xi = \cos \xi_1 \cos \tau. \end{cases}$$

Ces formules sont générales, c'est-à-dire, s'appliquent à toute position possible du point M, et comme le système (2) se reproduit identiquement lorsqu'on y permute à la fois les lettres  $\xi$  et  $\eta$ ,  $\xi_1$  et  $\eta_1$ , nous devons en conclure que le second triangle  $M\pi p$  nous fournirait les mêmes relations.

Des formules (2) on déduit :

$$(3) \quad \begin{cases} \operatorname{tang} \xi_1 = \operatorname{tang} \xi \cos \eta, \\ \operatorname{tang} \eta_1 = \operatorname{tang} \eta \cos \xi. \end{cases}$$



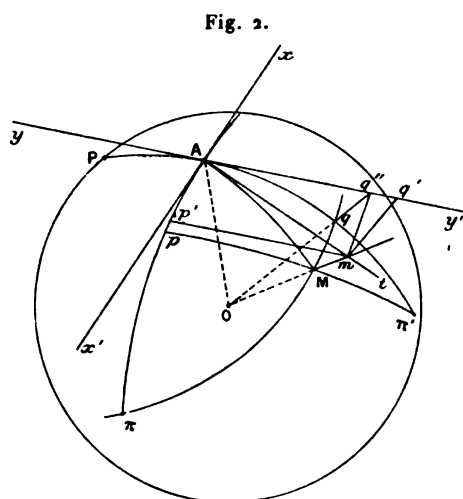
Ainsi, connaissant l'ascension droite et la déclinaison du centre du cliché pour la photographie et, d'autre part, ayant mesuré sur la plaque les coordonnées curvilignes  $\xi, \eta$  de l'image d'une étoile, on aura par les formules (1) et par les relations (3) le moyen de calculer l'ascension droite et la déclinaison de l'étoile pour l'époque du cliché.

Les mesures faites sur la plaque ne donnent pas directement les coordonnées curvilignes  $\xi, \eta$ ; mais si l'on suppose le réseau parfait ou parfaitement connu dans tous ses éléments, c'est-à-dire, si les traits d'un même système sont rigoureusement rectilignes, équidistants, parallèles entre eux, et perpendiculaires à ceux de l'autre système, ou bien, ce qui revient au même, si l'on connaît exactement les positions relatives des traits du réseau et la figure de chacun d'eux, les mesures fourniront immédiatement ou permettront de conclure les coordonnées du point de la plaque où se forme l'image d'une étoile, par rapport à deux axes rectangulaires situés dans le plan de cette plaque et ayant son centre pour origine.

Il est donc nécessaire, avant d'aller plus loin, d'établir les relations entre les coordonnées rectilignes mesurées que nous appellerons  $x, y$ , et les coordonnées curvilignes  $\xi, \eta$ .

RELATIONS ENTRE LES COORDONNÉES RECTILIGNES MESURÉES ET LES COORDONNÉES CURVILIGNES  $\xi, \eta$ .

Sur une figure analogue à la précédente (*fig. 2*), traçons en A les tangentes aux grands cercles AP, AQ, et, prenons-les pour axes de coordonnées rectilignes Ax, Ay, en regardant les  $x$  comme positifs vers l'est et les  $y$  comme positifs vers le nord.



Ces tangentes représentent les deux traits centraux du réseau. Cherchons le point de la plaque où se formera l'image M.

Le plan AOM coupe le plan tangent suivant la tangente At à l'arc AM; il en résulte que le point cherché est l'intersection  $m$  de At et de la droite OM. Alors, ce que nous mesurons sur la plaque, en supposant rectangulaires les deux traits centraux du réseau, ce sont les distances  $mp'$  et  $mq'$  du point  $m$  aux deux axes Ax, Ay, ou les longueurs respectivement égales  $Aq'$  et  $Ap'$ .

Il est aisé de voir que ces distances sont les tangentes des deux axes  $Ap$  et  $Aq$  dans le cercle ayant pour rayon la distance focale  $R$  de l'objectif.

Occupons-nous d'abord de  $Aq'$ . Prolongeons la droite  $Oq$  jusqu'au point  $q''$  où elle rencontre  $\gamma\gamma'$  dans le plan tangent;  $Mq''$  étant la tangente de l'arc  $Aq$ , il suffit de montrer que le point  $q''$  coïncide avec  $q'$ , ou, ce qui revient au même, que la droite  $mq''$  est parallèle à  $xx'$ . Or, le parallélisme de ces deux droites résulte de ce qu'elles sont les intersections du plan tangent en  $A$  avec deux autres plans  $OMq$  et  $OAg'$ , lesquels contiennent une droite commune  $Oq'$  parallèle au plan tangent.

Il suit de là que la droite  $mq''$  coïncide avec  $mq'$ , c'est-à-dire que l'abscisse du point  $m$  sur le plan de la plaque est la tangente de l'arc  $Aq$  ou  $\xi$  dans le cercle de rayon  $R$ .

On démontrerait de la même manière que l'ordonnée du point  $m$  est la tangente de l'arc  $Ap$  ou  $\eta$ .

Ainsi, en désignant par  $x$  et  $y$  les coordonnées rectangulaires du point  $m$  dans le plan de la plaque, nous aurons

$$(4) \quad \begin{cases} x = R \operatorname{tang} \xi, \\ y = R \operatorname{tang} \eta, \end{cases}$$

et comme les coordonnées curvilignes sont celles qui entrent dans le calcul des coordonnées équatoriales  $\alpha$  et  $\delta$  d'une étoile [formules (1)], nous écrivons

$$(5) \quad \begin{cases} \xi = \frac{x}{R} + (\xi - \operatorname{tang} \xi), \\ \eta = \frac{y}{R} + (\eta - \operatorname{tang} \eta), \end{cases}$$

formules auxquelles il faut joindre la première des relations (3), savoir

$$\operatorname{tang} \xi_1 = \operatorname{tang} \xi \cos \tau.$$

Les variables  $x$  et  $\xi$ ,  $y$  et  $\eta$  sont ici exprimées en parties du rayon, tandis que les mesures faites sur la plaque fourniront les valeurs de  $x$  et de  $y$  exprimées en tours de la vis micrométrique, c'est-à-dire au moyen d'une unité linéaire qui sera la *cinquième partie* de l'intervalle compris entre deux traits consécutifs du réseau. Or la valeur moyenne de ces intervalles est  $5^{\text{mm}}$ ; l'unité de longueur sera donc le millimètre; et comme la valeur moyenne de  $R$  est

$$R = 3^{\text{m}}, 43,$$

l'unité angulaire correspondante sera la minute d'arc.

En réalité, ce que nous appellerons l'*échelle*, c'est-à-dire la relation entre les valeurs de l'unité angulaire et de l'unité de longueur, ne sera pas constante; la valeur  $R$  variera en effet d'un cliché à l'autre, et il faudra la déterminer pour chacun des clichés en comparant aux coordonnées célestes d'un certain nombre d'étoiles de positions bien connues les coordonnées rectilignes mesurées de ces mêmes étoiles.

Dans ce qui va suivre, nous réserverons l'emploi des lettres  $x$  et  $y$  pour exprimer les valeurs des coordonnées rectilignes en parties du rayon et nous désignerons par  $X$

et  $Y$  les coordonnées rectilignes d'une étoile telles qu'elles résultent des mesures faites sur la plaque, exprimées en minutes d'arc *provisoires*; c'est-à-dire que  $X$  et  $Y$  seront les nombres de minutes obtenus en supposant qu'à chaque tour de la vis de l'appareil de mesures correspond exactement une valeur angulaire d'une minute. Alors, pour l'expression de  $\xi$  et  $\eta$  en minutes provisoires, nous aurons

$$(6) \quad \begin{cases} \xi = X + \left( \xi - \frac{\text{tang} \xi}{\sin 1'} \right), \\ \eta = Y + \left( \eta - \frac{\text{tang} \eta}{\sin 1'} \right), \end{cases}$$

et les relations entre  $x$  et  $X$ ,  $y$  et  $Y$  seront

$$\begin{aligned} x &= \text{tang} \xi = X \sin 1', \\ y &= \text{tang} \eta = Y \sin 1'. \end{aligned}$$

#### TRANSFORMATIONS DIVERSES DES FORMULES FONDAMENTALES.

Reprenons les formules (1), savoir :

$$\begin{aligned} \sin \delta &= \sin(\omega_0 + \eta) \cos \xi_1, \\ \cos \delta \sin(\alpha - \omega_0) &= \sin \xi_1, \\ \cos \delta \cos(\alpha - \omega_0) &= \cos(\omega_0 + \eta) \cos \xi_1, \end{aligned}$$

en y joignant les relations

$$\begin{aligned} \text{tang} \xi_1 &= \text{tang} \xi \cos \eta, & x &= \text{tang} \xi, \\ \text{tang} \eta_1 &= \text{tang} \eta \cos \xi, & y &= \text{tang} \eta. \end{aligned}$$

De l'ensemble de ces formules on déduit aisément

$$(7) \quad \begin{cases} \text{tang}(\alpha - \omega_0) = x \cos \eta \sec(\omega_0 + \eta), \\ \text{tang} \delta = \text{tang}(\omega_0 + \eta) \cos(\alpha - \omega_0), \end{cases}$$

$$\begin{aligned} \sqrt{1 + y^2} \sin \eta &= y, & \sqrt{1 + x^2 + y^2} \sin \xi_1 &= x, \\ \sqrt{1 + y^2} \cos \eta &= 1, & \sqrt{1 + x^2 + y^2} \cos \xi_1 &= \sqrt{1 + y^2}. \end{aligned}$$

En observant que  $\cos \eta$  et  $\cos \xi_1$  sont toujours positifs,  $\eta$  et  $\xi_1$  ayant toujours des valeurs moindres que  $\frac{\pi}{2}$ , et que d'après nos conventions  $\sin \eta$  aura le signe de  $y$ , et  $\sin \xi_1$  celui de  $x$ , on voit que les radicaux doivent être pris positivement.

Si, dans les seconds membres des formules fondamentales, on développe  $\sin(\omega_0 + \eta)$  et  $\cos(\omega_0 + \eta)$  pour y substituer ensuite les expressions de  $\sin \eta$ ,  $\cos \eta$ ,  $\sin \xi_1$  et  $\cos \xi_1$ , on obtient

$$(8) \quad \begin{cases} \sqrt{1 + x^2 + y^2} \sin \delta &= \sin \omega_0 + y \cos \omega_0, \\ \sqrt{1 + x^2 + y^2} \cos \delta \sin(\alpha - \omega_0) &= x, \\ \sqrt{1 + x^2 + y^2} \cos \delta \cos(\alpha - \omega_0) &= \cos \omega_0 - y \sin \omega_0. \end{cases}$$

Ces formules, dont chacune est une conséquence des deux autres, déterminent soit  $\alpha - \lambda_0$  et  $\delta$  en fonction des coordonnées  $x, y$ , et de la déclinaison  $\omega_0$  du centre de la plaque, soit, au contraire, les coordonnées  $x, y$ , en fonction de  $\delta, \omega_0$  et de la différence  $\alpha - \lambda_0$ . Pour ce dernier cas, on obtient, par élimination successive de  $y$  et de  $x$

$$(9) \quad \begin{cases} x = \frac{\cos \delta \sin(\alpha - \lambda_0)}{\sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}, \\ y = \frac{\sin \delta \cos \omega_0 - \cos \delta \sin \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}{\sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}, \end{cases}$$

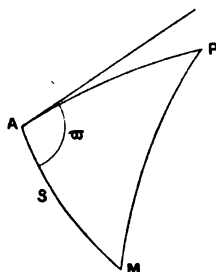
avec l'identité

$$\sqrt{1 + x^2 + y^2} [\sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)] = 1.$$

Ces expressions des coordonnées  $x$  et  $y$  peuvent être mises sous une autre forme qui n'est pas sans utilité.

Considérons le triangle sphérique PMA (*fig. 3*) ayant pour sommet le pôle boréal du

Fig. 3.



ciel, le centre A de la plaque et la position M d'une étoile. En désignant par S la distance angulaire MA et par  $\varpi$  l'angle de position du point M, compté du nord vers l'est, nous aurons

$$(10) \quad \begin{cases} \cos S = \sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0), \\ \sin S \sin \varpi = \cos \delta \sin(\alpha - \lambda_0), \\ \sin S \cos \varpi = \sin \delta \cos \omega_0 - \cos \delta \sin \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0). \end{cases}$$

On voit qu'en tenant compte de ces relations, les formules (9) deviennent

$$(11) \quad \begin{cases} \operatorname{tang} S \sin \varpi = x, \\ \operatorname{tang} S \cos \varpi = y, \\ \cos S \sqrt{1 + x^2 + y^2} = 1. \end{cases}$$

Il est d'ailleurs facile d'établir directement ces expressions des coordonnées  $x$  et  $y$  en considérant le triangle sphérique rectangle MAp de la *fig. 2*. Pour toutes positions du point M par rapport aux axes des coordonnées curvilignes, ce triangle nous donne les formules

$$(12) \quad \begin{cases} \cos S = \cos \xi \cos \eta_1, \\ \sin S \sin \varpi = \sin \xi \cos \eta_1, \\ \sin S \cos \varpi = \sin \eta_1, \end{cases}$$

et l'identité de ce système avec celui des relations (11) devient évidente lorsque l'on substitue à  $\sin \xi$ ,  $\cos \xi$ ,  $\sin \eta_1$ ,  $\cos \eta_1$ , leurs expressions au moyen des coordonnées  $x$  et  $y$ .

INTERPRÉTATION GÉOMÉTRIQUE DES RELATIONS FONDAMENTALES.

*Projections des parallèles.* — La première des relations (8), dans laquelle ne figure pas la différence  $\alpha - \omega_0$ , représente la trace du parallèle de déclinaison  $\delta$  sur le plan de la plaque. Cette trace est une section conique dont l'équation, par rapport aux axes  $Ax$ ,  $Ay$ , est

$$(13) \quad x^2 \sin^2 \delta + y^2 (\sin^2 \delta - \cos^2 \omega_0) - 2y \sin \omega_0 \cos \omega_0 + \sin^2 \delta - \sin^2 \omega_0 = 0.$$

Le genre de la courbe étant déterminé par le signe de la différence  $\sin^2 \delta - \cos^2 \omega_0$ , on peut avoir l'un des trois cas suivants :

$$\begin{aligned} \sin^2 \delta - \cos^2 \omega_0 > 0 & \quad \text{ellipse,} \\ < 0 & \quad \text{hyperbole,} \\ = 0 & \quad \text{parabole.} \end{aligned}$$

Désignons par  $\eta'$  la valeur positive ou négative de la différence  $\delta - \omega_0$ , c'est-à-dire posons

$$\delta = \omega_0 + \eta',$$

on obtient alors pour l'expression de la différence  $\sin^2 \delta - \cos^2 \omega_0$  :

$$\sin^2 \delta - \cos^2 \omega_0 = -\cos \eta' \cos (2\omega_0 + \eta').$$

Les expressions générales des coordonnées  $x_0$  et  $y_0$  du centre de la courbe et celles des demi-axes  $a$  et  $b$  sont données en minutes d'arc par les formules

$$(14) \quad \begin{aligned} x_0 = 0, \quad y_0 \sin 1' &= -\frac{1}{2} \frac{\sin 2\omega_0}{\cos \eta' \cos (2\omega_0 + \eta')}, \\ a \sin 1' &= \frac{\cos (\omega_0 + \eta')}{\sqrt{-\cos \eta' \cos (2\omega_0 + \eta')}} , \quad b \sin 1' = -\frac{1}{2} \frac{\sin 2(\omega_0 + \eta')}{\cos \eta' \cos (2\omega_0 + \eta')} . \end{aligned}$$

Dans les applications à la Carte céleste photographique, la valeur absolue de  $\eta'$  reste toujours inférieure à  $1^\circ 5'$  et les valeurs attribuées à  $\omega_0$  pour les différentes zones sont les suivantes :

$$-90^\circ, -89^\circ, \dots, -2^\circ, -1^\circ, 0^\circ, +1^\circ, +2^\circ, \dots, +89^\circ, +90^\circ.$$

Dans ces conditions, tant que  $\omega_0$  reste, en valeur absolue, inférieure à  $45^\circ$ , la quantité  $-\cos \eta' \cos (2\omega_0 + \eta')$  reste négative quel que soit le signe de  $\eta'$ ; alors la projection d'un parallèle est, dans toute l'étendue de la plaque, une hyperbole. L'une des deux branches appartient au parallèle de déclinaison  $\delta$  et l'autre au parallèle de déclinaison  $-\delta$ ; mais, à l'exception de la zone de déclinaison nulle, une seule des deux branches est représentée sur le cliché; pour les zones boréales, cette branche est celle qui tourne sa concavité vers le nord.

Dans la zone équatoriale, la projection du parallèle est une droite qui se confond avec

l'axe des  $x$  pour le centre de la plaque, c'est-à-dire pour  $\eta' = 0$ ; pour toutes les valeurs de  $\eta'$  différentes de zéro, la projection est une hyperbole dont les deux branches correspondent respectivement aux valeurs positives et négatives de  $\eta'$ .

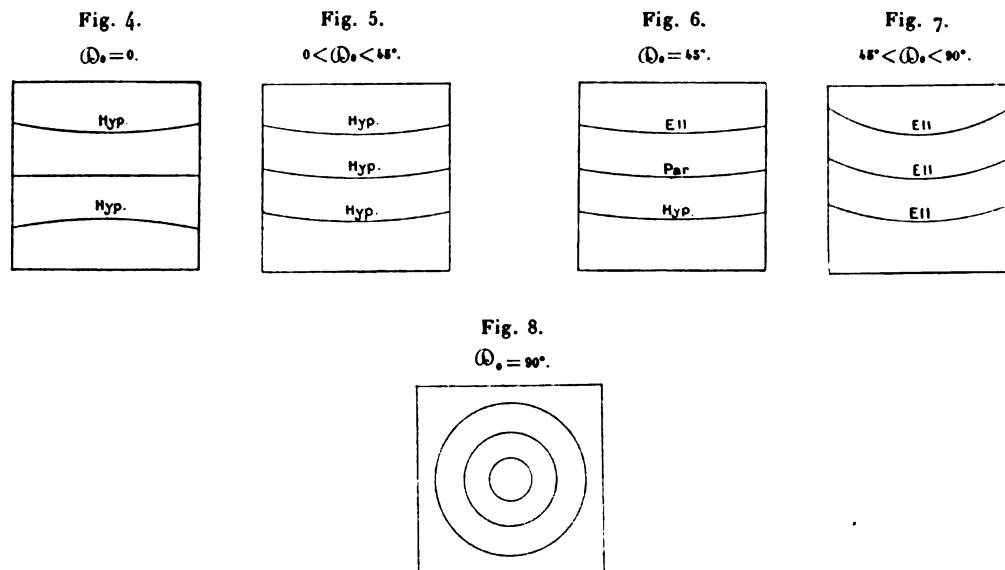
Lorsque  $\omega_0$  atteint la valeur  $45^\circ$ , la projection du parallèle est, au centre de la plaque, la parabole qui a pour équation

$$y = \pm \frac{1}{2} x^2,$$

le signe  $+$  correspondant à une valeur positive de  $\omega_0$ . Dans ce cas, et pour les valeurs négatives de  $\eta'$ , la projection est encore une hyperbole; mais pour les valeurs positives de  $\eta'$ , elle devient une ellipse.

Jusqu'à la région du pôle, la projection d'un parallèle est une ellipse dans toute l'étendue de la plaque, et enfin pour  $\omega_0 = 90^\circ$ , la projection est un cercle dont le rayon a pour valeur  $\cot \delta$ .

Ces conséquences, que les considérations géométriques les plus simples rendent d'ailleurs évidentes, sont résumées dans la série des figures suivantes (fig. 4, 5, 6, 7, 8).



Les figures se rapportent aux valeurs boréales de  $\omega_0$ ; pour les valeurs australes, il suffit de faire tourner chacune des figures de  $180^\circ$  dans son plan.

*Projections des méridiens.* — L'ensemble des deux relations

$$\begin{aligned} \sqrt{1+x^2+y^2} \cos \delta \sin(\alpha - \lambda_0) &= x, \\ \sqrt{1+x^2+y^2} \cos \delta \cos(\alpha - \lambda_0) &= \cos \omega_0 - y \sin \omega_0, \end{aligned}$$

représente, sur le plan de la plaque, la trace du méridien céleste faisant l'angle  $\alpha - \lambda_0$  avec le méridien central. Cette trace est la droite qui, par rapport aux axes  $Ax$ ,  $Ay$ , a pour équation

$$(15) \quad x + y \sin \omega_0 \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0) = \cos \omega_0 \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0).$$

Elle est parallèle à la droite

$$x + y \sin \omega_0 \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0) = 0$$

et rencontre l'axe des  $x$  en un point dont l'abscisse est

$$x_0 = \cos \omega_0 \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0).$$

Lorsque le centre du cliché coïncide avec le pôle même,  $\lambda_0$  n'est plus déterminée, non plus que les axes tels que nous les avons définis. Dans ce cas, on dirigera la partie positive de l'axe des  $x$  vers un point d'ascension droite arbitraire  $\lambda_m$  et la partie positive de l'axe des  $y$  vers le point dont l'ascension droite est  $\lambda_m + 90^\circ$ . Alors la projection du méridien d'ascension droite quelconque  $\alpha$  sera la demi-directe passant par l'origine et faisant avec la partie positive de l'axe des  $x$  l'angle  $\alpha - \lambda_m$ .

DÉVELOPPEMENTS DES DIFFÉRENCES  $\alpha - \lambda_0$  ET  $\delta - \omega_0$  EN FONCTION DES COORDONNÉES RECTANGULAIRES  $x, y$  ET DE LA DÉCLINAISON  $\omega_0$  DU CENTRE DE LA PLAQUE.

1° *Ascension droite.* — En combinant la deuxième et la troisième des relations (8), on obtient

$$(16) \quad \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0) = \frac{x \sec \omega_0}{1 - y \operatorname{tang} \omega_0},$$

d'où, en développant  $\alpha - \lambda_0$  suivant les puissances de sa tangente

$$\alpha - \lambda_0 = \frac{x \sec \omega_0}{1 - y \operatorname{tang} \omega_0} - \frac{1}{3} \frac{x^3 \sec^3 \omega_0}{(1 - y \operatorname{tang} \omega_0)^3} + \dots$$

puis

$$(\alpha - \lambda_0) \cos \omega_0 = x(1 - y \operatorname{tang} \omega_0)^{-1} - \frac{1}{3} x^3 \sec^2 \omega_0 (1 - y \operatorname{tang} \omega_0)^{-3} + \dots,$$

et, si l'on arrête les développements aux termes du sixième ordre en  $x$  et  $y$  :

$$(17) \quad \begin{aligned} (\alpha - \lambda_0) \cos \omega_0 = & x \\ & + xy \operatorname{tang} \omega_0 \\ & + xy^2 \operatorname{tang}^2 \omega_0 - \frac{1}{3} x^3 \sec^2 \omega_0 \\ & + xy^3 \operatorname{tang}^3 \omega_0 - x^2 y \sec^2 \omega_0 \operatorname{tang} \omega_0 \\ & + xy^4 \operatorname{tang}^4 \omega_0 - 2x^2 y^2 \sec^2 \omega_0 \operatorname{tang}^2 \omega_0 + \frac{1}{3} x^5 \sec^4 \omega_0 \\ & + xy^5 \operatorname{tang}^5 \omega_0 - \frac{10}{3} x^3 y^3 \sec^2 \omega_0 \operatorname{tang}^3 \omega_0 + x^5 y \sec^4 \omega_0 \operatorname{tang} \omega_0. \end{aligned}$$

Il est à noter que le développement de  $(\alpha - \lambda_0) \cos \omega_0$  ne devait contenir que des termes d'ordre impair en  $x$ , puisque la différence  $\alpha - \lambda_0$  en vertu de la formule (15) change de signe avec  $x$ .

2° *Déclinaison.* — On déduit aisément des relations (8)

$$(18) \quad \begin{aligned} \sqrt{1 + x^2 + y^2} \sin(\delta - \omega_0) = & \cos \omega_0 (\sin \omega_0 + y \cos \omega_0) \\ & - \sin \omega_0 \sqrt{1 + x^2 + y^2} - (\sin \omega_0 + y \cos \omega_0)^2, \end{aligned}$$

Alger, Coord. rect.

b

puis

$$\begin{aligned} \sin(\delta - \omega_0) = & \cos \omega_0 (\sin \omega_0 + y \cos \omega_0) (1 + x^2 + y^2)^{-\frac{1}{2}}, \\ & - \sin \omega_0 (1 + x^2 + y^2)^{-\frac{1}{2}} [1 + x^2 + y^2 - (\sin \omega_0 + y \cos \omega_0)^2]^{\frac{1}{2}}. \end{aligned}$$

Si l'on effectue les opérations suivantes :

- (a) Développement de  $(1 + x^2 + y^2)^{-\frac{1}{2}}$ ,  
 (b) Développement de  $[1 + x^2 + y^2 - (\sin \omega_0 + y \cos \omega_0)^2]^{\frac{1}{2}}$ ,

on aura sans difficulté le développement de  $\sin(\delta - \omega_0)$ ; et l'on obtiendra ensuite, pour le développement de la différence  $\delta - \omega_0$  elle-même, limitée aux termes du quatrième ordre en  $x$  et  $y$  :

$$\begin{aligned} (19) \quad \delta - \omega_0 = & y \\ & - \frac{1}{2} x^2 \operatorname{tang} \omega_0, \\ & - \frac{1}{2} y^2 - \frac{1}{2} x^2 y \operatorname{sec}^2 \omega_0, \\ & + \frac{1}{4} x^4 \operatorname{tang} \omega_0 (1 + \frac{1}{2} \operatorname{sec}^2 \omega_0) - \frac{1}{2} x^2 y^2 \operatorname{tang}^2 \omega_0. \end{aligned}$$

Il devait nécessairement se rencontrer des puissances paires de  $y$  dans le développement, par la raison que  $\delta - \omega_0$ , comme le fait voir la formule (17), ne change pas généralement de signe avec  $y$ . Cette circonstance n'a lieu en toute rigueur que pour une valeur nulle de  $\omega_0$ . Pour de très petites valeurs de  $\omega_0$ , le changement de signe de  $\delta - \omega_0$  avec  $y$  ne peut être considéré comme ayant lieu que si les termes d'ordre pair, où  $\operatorname{tang} \omega_0$  entre comme facteur, sont négligeables.

Dans le but de vérifier les développements en série (17) et (19), nous allons comparer aux résultats des formules rigoureuses les valeurs numériques que ces développements fournissent pour  $(\alpha - \lambda_0) \cos \omega_0$ , et  $\delta - \omega_0$ , dans le cas où l'on suppose

$$\omega_0 = + 74^\circ, \quad \xi_1 = + 60', \quad \eta = + 60'.$$

Les formules rigoureuses

$$\begin{aligned} \operatorname{tang}(\alpha - \lambda_0) &= \operatorname{tang} \xi_1 \operatorname{sec}(\omega_0 + \eta), \\ \operatorname{tang} \delta &= \operatorname{tang}(\omega_0 + \eta) \cos(\alpha - \lambda_0) \end{aligned}$$

donnent pour ce cas

$$\alpha - \lambda_0 = 3^\circ 51' 29'', 71 \quad \text{et} \quad \delta = 74^\circ 58' 2'', 88.$$

Les résultats de la comparaison sont contenus dans le Tableau suivant, où la lettre R se rapporte à l'emploi des formules rigoureuses et la lettre T à celui des développements en série. Les valeurs des différents termes sont exprimées en secondes d'arc.



$(\alpha - \alpha_0) \cos \omega_0$	$\delta - \omega_0$
Premier ordre . . . . . + 3600 <sup>''</sup> ,914	Premier ordre . . . . . + 3600 <sup>''</sup> ,365
Deuxième ordre . . . . . + 219,199	Deuxième ordre . . . . . - 109,616
Troisième ordre . . . . . + 8,528	Troisième ordre . . . . . - 7,587
Quatrième ordre . . . . . - 0,067	Quatrième ordre . . . . . - 0,280
Cinquième ordre . . . . . - 0,046	
Sixième ordre . . . . . - 0,004	
T = + 3828,52	T = + 3482,88
R = + 3828,52	R = + 3482,88
R - T = 0,00	R - T = 0,00

Les développements en séries (17) et (19) ne constituent pas le procédé pratique le plus commode pour calculer les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles d'un cliché en partant des coordonnées rectilignes mesurées. Ainsi qu'on le verra plus loin, nous n'en ferons pas usage pour les calculs de ce genre, mais ils pourront servir pour d'autres questions. Par exemple, si l'on a besoin des dérivées partielles des fonctions  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \omega_0$  par rapport aux variables  $x, y, \omega_0$ , comme le cas se présente dans la recherche des effets de l'aberration et de la réfraction différentielle, l'emploi de ces développements en séries sera très commode.

AUTRES DÉVELOPPEMENTS DE  $\alpha - \alpha_0$  ET  $\delta - \omega_0$ .

Dans le *Bulletin du Comité international permanent pour l'exécution photographique de la Carte du Ciel* (t. II, p. 10), M. Lœwy a donné, pour l'expression des différences  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \omega_0$ , les formules suivantes :

$$(\alpha - \alpha_0) \cos \delta = \xi_1 + \left( \frac{\text{tang } \xi_1}{\sin 1''} - \xi_1 \right) - \frac{1}{6} \xi_1^3 (3 - \sec^2 \delta) \sin^2 1'' + \frac{1}{120} \xi_1^5 \sec^4 \delta \sin^4 1'',$$

$$\delta - \omega_0 = \eta - \frac{1}{2} \xi_1^2 \text{ tang} (\omega_0 + \eta) \sin 1'' \left[ 1 - \frac{1}{12} \xi_1^2 \sin^2 1'' - \frac{1}{4} \xi_1^2 \sin^2 1'' \text{ tang}^2 (\omega_0 + \eta) \right].$$

Dans ces formules, où nous n'avons fait que substituer nos notations  $\xi_1$  et  $\eta$  aux notations  $x$  et  $y$  de M. Lœwy, le facteur par lequel est multipliée la différence  $\alpha - \alpha_0$  n'est plus le cosinus de la déclinaison du centre de la plaque, mais celui de la déclinaison de l'étoile elle-même.

Le Tableau ci-dessous fait connaître les valeurs numériques des termes des différents ordres pour l'exemple déjà traité, ainsi que les résultats  $R - L$  de la comparaison de ces développements avec les formules rigoureuses.

$(\alpha - \alpha_0) \cos \delta$	$\delta - \omega_0$
Premier ordre . . . . . + 3600 <sup>''</sup> ,000	Premier ordre . . . . . + 3600 <sup>''</sup> ,000
Troisième ordre . . . . . } + 2,169	Deuxième ordre . . . . . - 117,246
Cinquième ordre . . . . . } + 0,365	Quatrième ordre . . . . . + 0,127
L = + 3602,54	L = + 3482,88
R = + 3602,54	R = + 3482,88
R - L = 0,00	R - L = 0,00

EFFETS D'UNE ERREUR D'ORIENTATION DU CLICHÉ SUR LES VALEURS CALCULÉES  
DES COORDONNÉES RECTANGULAIRES D'UNE ÉTOILE.

Un changement d'orientation du cliché fait varier l'angle de position d'une étoile, mais non sa distance au centre. On obtiendra donc les effets d'une erreur d'orientation sur les valeurs des  $x$  et des  $y$  en partant des relations

$$\begin{aligned}x &= \text{tang} S \sin \varpi, \\y &= \text{tang} S \cos \varpi,\end{aligned}$$

dans lesquelles on fera varier  $x$ ,  $y$  et  $\varpi$ , en laissant  $S$  constant. On trouvera ainsi

$$\begin{aligned}\Delta x &= y \Delta \varpi - \frac{1}{2} x \Delta \varpi^2 + \frac{1}{6} y \Delta \varpi^3 - \dots, \\ \Delta y &= -x \Delta \varpi - \frac{1}{2} y \Delta \varpi^2 + \frac{1}{6} x \Delta \varpi^3 - \dots,\end{aligned}$$

ou bien, en exprimant les coordonnées ainsi que leurs variations en minutes d'arc, c'est-à-dire en remplaçant  $x$  par  $X \sin i'$  et  $y$  par  $Y \sin i'$  :

$$(20) \quad \begin{cases} \Delta X = Y \Delta \varpi - \frac{1}{2} X \Delta \varpi^2 + \frac{1}{6} Y \Delta \varpi^3 - \dots, \\ \Delta Y = -X \Delta \varpi - \frac{1}{2} Y \Delta \varpi^2 + \frac{1}{6} X \Delta \varpi^3 + \dots \end{cases}$$

La valeur du changement d'orientation  $\Delta \varpi$  reste exprimée en parties du rayon; elle atteindra bien rarement  $\frac{1}{100}$ , de sorte que le troisième terme sera toujours négligeable pour toutes valeurs de  $X$  et  $Y$  compatibles avec les dimensions du cliché, et il en sera de même, dans la plupart des cas, du second terme.

Nous donnerons toujours à  $\Delta \varpi$  le signe de la différence :

$$\text{Angle de position calculé} - \text{Angle de position observé},$$

et nous adopterons la lettre  $i$  pour désigner la correction  $\Delta \varpi$ . Ainsi,  $X$  et  $Y$  étant les coordonnées rectangulaires mesurées, les expressions des coordonnées  $X'$  et  $Y'$ , corrigées pour l'erreur d'orientation, seront

$$(21) \quad \begin{cases} X' = X + iY - \frac{1}{2} i^2 X, \\ Y' = Y - iX - \frac{1}{2} i^2 Y. \end{cases}$$

EFFETS D'UNE ERREUR DE CENTRAGE DU CLICHÉ SUR LES VALEURS CALCULÉES  
DES COORDONNÉES RECTANGULAIRES D'UNE ÉTOILE.

Le but de cette recherche est le suivant :

Lorsqu'on a voulu photographier une région du ciel, on s'est d'abord donné les valeurs  $\alpha_0$  et  $\omega_0$  pour l'époque 1900, du point vers lequel, pendant toute la durée de la pose,

devrait rester diriger la droite joignant le centre optique de l'objectif photographique à l'intersection des deux traits centraux du réseau. Ensuite on a supposé que, lorsque l'image photographique d'une étoile quelconque vient se former au centre du réseau, l'image visuelle de la même étoile se trouve dans le champ du pointeur en une position telle que, si l'on y amène la croisée des fils du micromètre, les lectures faites aux tambours des deux vis d'ascension droite et de déclinaison auront les valeurs  $l_0$  et  $\lambda_0$  déterminées par des expériences antérieures. Alors, choisissant dans la région de l'observation une étoile guide dont les coordonnées pour 1900 aient des valeurs connues  $\alpha$  et  $\delta$ , on a donné à la croisée des fils du micromètre une position caractérisée par les lectures  $l$ ,  $\lambda$  et telle que les déplacements linéaires  $l - l_0$  et  $\lambda - \lambda_0$  correspondent aux différences  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \omega_0$ . Mais il y a ici à prévoir l'influence de plusieurs sources d'erreur :

a. Les erreurs qui affectent les valeurs admises pour les coordonnées  $\alpha$  et  $\delta$  de l'étoile guide;

b. Celles qui affectent les lectures initiales du micromètre  $l_0$  et  $\lambda_0$ ;

c. Les erreurs commises dans la réalisation des déplacements  $l - l_0$  et  $\lambda - \lambda_0$ .

Pour ces diverses raisons, il arrivera que l'image photographique du centre du réseau, au lieu d'avoir l'ascension droite et la déclinaison fixées d'avance  $\alpha_0$  et  $\omega_0$  pour 1900, aura, en réalité, des coordonnées équatoriales un peu différentes  $\alpha'_0$  et  $\omega'_0$ . Alors les coordonnées rectangulaires d'une étoile d'ascension droite  $\alpha$  et de déclinaison  $\delta$ , pour lesquelles on eût trouvé des valeurs  $x$  et  $y$  en les calculant au moyen des différences  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \omega_0$ , auront des valeurs différentes  $x'$  et  $y'$  lorsqu'on en fera le calcul au moyen des différences  $\alpha - \alpha'_0$  et  $\delta - \omega'_0$ .

Nous poserons

$$\begin{aligned} \alpha'_0 &= \alpha_0 + \Delta\alpha_0, & x' &= x + \Delta x, \\ \omega'_0 &= \omega_0 + \Delta\omega_0, & y' &= y + \Delta y, \end{aligned}$$

et la question qu'il s'agit de résoudre présentement consiste à exprimer les corrections  $\Delta x$  et  $\Delta y$  en fonction de  $\Delta\alpha_0$  et  $\Delta\omega_0$ .

On peut obtenir directement les expressions cherchées en différentiant les relations (9) par rapport à  $x$ ,  $y$ ,  $\alpha_0$  et  $\omega_0$ ; mais on a des calculs plus élégants en passant par l'intermédiaire de la distance  $S$  et de l'angle de position  $\varpi$ .

Partons des relations (11), savoir :

$$\begin{aligned} x &= \text{tang} S \sin \varpi, \\ y &= \text{tang} S \cos \varpi, \end{aligned}$$

et différencions-les par rapport à  $x$ ,  $y$ ,  $S$  et  $\varpi$ ; nous aurons

$$(22) \quad \begin{cases} \Delta x = \sin \varpi \sec^2 S \Delta S + \cos \varpi \text{ tang} S \Delta \varpi, \\ \Delta y = \cos \varpi \sec^2 S \Delta S - \sin \varpi \text{ tang} S \Delta \varpi. \end{cases}$$

Il faut maintenant faire usage des relations qui existent entre les variations  $\Delta S$ ,  $\Delta \varpi$ ,  $\Delta \alpha_0$

et  $\Delta\omega_0$ . Pour cela, reprenons les formules (10) :

$$\begin{aligned}\cos S &= \sin \delta \sin(\omega_0) + \cos \delta \cos(\omega_0) \cos(\alpha - \lambda_0), \\ \sin S \sin \varpi &= \cos \delta \sin(\alpha - \lambda_0), \\ \sin S \cos \varpi &= \sin \delta \cos(\omega_0) - \cos \delta \sin(\omega_0) \cos(\alpha - \lambda_0),\end{aligned}$$

et différentions-les par rapport aux quatre variables; il viendra

$$(23) \quad \begin{cases} -\sin S \Delta S = \sin S \cos \varpi \Delta(\omega_0) + \sin S \sin \varpi \cos(\omega_0) \Delta \lambda_0, \\ \cos S \sin \varpi \Delta S + \sin S \cos \varpi \Delta \varpi = -\cos \delta \cos(\alpha - \lambda_0) \Delta \lambda_0, \\ \cos S \cos \varpi \Delta S - \sin S \sin \varpi \Delta \varpi = -\cos S \Delta(\omega_0) - \sin S \sin \varpi \sin(\omega_0) \Delta \lambda_0. \end{cases}$$

En combinant la première et la troisième des formules (23) on obtient par des transformations faciles :

$$(24) \quad \begin{cases} \Delta S = -\cos \varpi \Delta(\omega_0) - \sin \varpi \cos(\omega_0) \Delta \lambda_0, \\ \sin S \Delta \varpi = \cos \sin \varpi \Delta(\omega_0) + (\tan \omega_0 \sin S - \cos S \cos \varpi) \cos(\omega_0) \Delta \lambda_0. \end{cases}$$

On vérifie aisément ces deux dernières, car si on les ajoute après les avoir multipliées respectivement par les facteurs  $\cos S \sin \varpi$  et  $\cos \varpi$ , on trouve

$$\cos S \sin \varpi \Delta S + \sin S \cos \varpi \Delta \varpi = -\cos \delta \cos(\alpha - \lambda_0) \Delta \lambda_0,$$

ce qui est la deuxième des relations (23).

Les expressions de  $\Delta S$  et de  $\sin S \Delta \varpi$  auxquelles nous venons de parvenir sont rigoureuses, quelles que soient les valeurs de  $S$  et de  $\omega_0$ , pourvu que l'on puisse négliger les variations du second ordre de  $\lambda_0$  et de  $\omega_0$ . Dans nos clichés de la Carte photographique, la distance angulaire d'une image d'étoile au centre de la plaque ne dépassera jamais  $65'\sqrt{2}$ , soit  $92'$ ; alors, dans l'expression de  $\sin S \Delta \varpi$ , on peut remplacer  $\cos S$  par l'unité,  $\sin S$  par  $S$ ; les formules (22) deviennent donc

$$(25) \quad \begin{cases} \Delta x = \sin \varpi \Delta S + S \cos \varpi \Delta \varpi, \\ \Delta y = \cos \varpi \Delta S - S \sin \varpi \Delta \varpi; \end{cases}$$

c'est-à-dire, en substituant les expressions (24) de  $\Delta S$  et de  $\sin S \Delta \varpi$  :

$$(26) \quad \begin{cases} \Delta x = -\cos(\omega_0) \Delta \lambda_0 (1 - S \cos \varpi \tan \omega_0), \\ \Delta y = -\Delta(\omega_0) - S \sin \varpi \tan \omega_0 \cos(\omega_0) \Delta \lambda_0. \end{cases}$$

Nous avons enfin pour les expressions rigoureuses de  $x$  et  $y$  les développements :

$$\begin{aligned}x &= S \sin \varpi + \sin \varpi \left( \frac{1}{3} S^3 + \frac{2}{15} S^5 + \dots \right), \\ y &= S \cos \varpi + \cos \varpi \left( \frac{1}{3} S^3 + \frac{2}{15} S^5 + \dots \right); \end{aligned}$$

et, en négligeant les termes qui contiennent la troisième puissance de  $S$  et les puissances

supérieures, nous obtenons les expressions définitives de  $\Delta x$  et  $\Delta y$ , savoir :

$$(27) \quad \begin{cases} \Delta x = -\cos(\vartheta_0) \Delta \lambda_0 (1 - y \tan(\vartheta_0)), \\ \Delta y = -\Delta(\vartheta_0) - x \tan(\vartheta_0) \cos(\vartheta_0) \Delta \lambda_0. \end{cases}$$

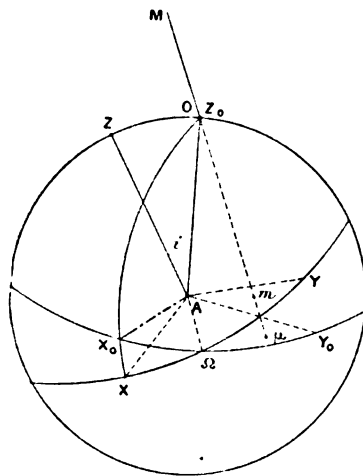
INFLUENCE D'UN DÉFAUT DE PERPENDICULARITÉ DE L'AXE OPTIQUE SUR LE PLAN DE LA PLAQUE.

Considérons une sphère (*fig. 9*) ayant un rayon égal à la distance focale  $R$  de l'objectif et pour centre le centre  $A$  de la plaque.

Soient

- $X_0 A Y_0$  le plan normal à l'axe optique  $AO$  pris pour axe des  $Z_0$  ;
- $XAY$  le plan de la plaque déterminé, comme le serait le plan d'une orbite planétaire, par l'angle  $i$  qu'il fait avec le plan  $X_0 A Y_0$  et par la distance  $X_0 \Omega = \theta_0$  de son nœud ascendant au point  $X_0$ . (L'angle  $i$  sera toujours voisin de  $0^\circ$  ou de  $180^\circ$ .)

Fig. 9.



Nous supposons les points  $Z_0$  et  $Z$  dans le plan de la figure ; nous supposons, de plus, que l'axe  $AX$  est orienté parallèlement au mouvement diurne et que l'axe  $AX_0$  se trouve dans le plan  $Z_0 AX$ .

Si la plaque était normale à l'axe optique  $AO$ , l'image d'une étoile  $M$  se formerait en  $\mu$  sur la droite  $MO$  ; mais, sur la plaque inclinée, l'image de  $M$  se trouvera en un point  $m$ .

Appelons :

- $x, y, z$  les coordonnées rectangulaires du point  $m$  par rapport aux axes  $AX, AY, AZ$  ;
- $x_m^0, y_m^0, z_m^0$  les coordonnées du même point par rapport aux axes  $AX_0, AY_0, AZ_0$  ;
- $x_\mu^0, y_\mu^0, z_\mu^0$  les coordonnées du point  $\mu$  par rapport aux axes  $AX_0, AY_0, AZ_0$ .

Les mesures faites sur le cliché ont donné  $x, y$ , et l'on a évidemment  $z = 0$ . On a aussi  $z_\mu^0 = 0$ , mais la coordonnée  $z_m^0$  n'est pas nulle.

Le problème à résoudre consiste à former les expressions des différences  $x_\mu^0 - x$  et  $y_\mu^0 - y$ .

Nous allons exprimer  $x_m^0, y_m^0, z_m^0$  successivement en fonction de  $x, y, z$ , puis de  $x_\mu^0, y_\mu^0, z_\mu^0$ .

1° *Expressions de  $x_m^0, y_m^0, z_m^0$  en fonction de  $x, y, z$ .* — En désignant par  $G, H, K, G', H', K', G'', H'', K''$  les neuf cosinus des formules de transformation d'Euler, on doit avoir des expressions telles que les suivantes

$$(28) \quad \begin{cases} x_m^0 = G x + H y + K z, \\ y_m^0 = G' x + H' y + K' z, \\ z_m^0 = G'' x + H'' y + K'' z, \end{cases}$$

qui, puisque  $z$  est nulle, se réduiront à

$$(29) \quad \begin{cases} x_m^0 = G x + H y, \\ y_m^0 = G' x + H' y, \\ z_m^0 = G'' x + H'' z. \end{cases}$$

Posons

$$(30) \quad X \Omega = \theta;$$

les neuf cosinus s'expriment immédiatement au moyen de neuf triangles sphériques ayant pour sommet commun le point  $\Omega$ .

$$(31) \quad \left\{ \begin{array}{ll} \text{Triangle sph. } X_0 X \Omega \dots & G = \cos(X_0, X) = \cos \theta \cos \theta_0 + \sin \theta \sin \theta_0 \cos i, \\ \text{» } X_0 Y \Omega \dots & H = \cos(X_0, Y) = \sin \theta \cos \theta_0 - \cos \theta \sin \theta_0 \cos i, \\ \text{» } X_0 Z \Omega \dots & K = \cos(X_0, Z) = \sin \theta_0 \sin i; \\ \text{Triangle sph. } Y_0 X \Omega \dots & G' = \cos(Y_0, X) = \cos \theta \sin \theta_0 - \sin \theta \cos \theta_0 \cos i, \\ \text{» } Y_0 Y \Omega \dots & H' = \cos(Y_0, Y) = \sin \theta \sin \theta_0 + \cos \theta \cos \theta_0 \cos i, \\ \text{» } Y_0 Z \Omega \dots & K' = \cos(Y_0, Z) = -\cos \theta \sin i; \\ \text{Triangle sph. } Z_0 X \Omega \dots & G'' = \cos(Z_0, X) = -\sin \theta \sin i, \\ \text{» } Z_0 Y \Omega \dots & H'' = \cos(Z_0, Y) = \cos \theta \sin i, \\ \text{» } Z_0 Z \Omega \dots & K'' = \cos(Z_0, Z) = \cos i. \end{array} \right.$$

En substituant les expressions de  $G, H, G', H', G'', H''$  dans les formules (29), nous aurons

$$(32) \quad \begin{cases} x_m^0 = x (\cos \theta \cos \theta_0 + \sin \theta \sin \theta_0 \cos i) + y (\sin \theta \cos \theta_0 - \cos \theta \sin \theta_0 \cos i), \\ y_m^0 = x (\sin \theta \cos \theta_0 - \cos \theta \sin \theta_0 \cos i) + y (\sin \theta \sin \theta_0 + \cos \theta \cos \theta_0 \cos i), \\ z_m^0 = -x \sin \theta \sin i + y \cos \theta \sin i. \end{cases}$$

2° *Expressions de  $x_m^0, y_m^0, z_m^0$  en fonction de  $x_\mu^0, y_\mu^0, z_\mu^0$ .* — Il s'agit de calculer par rapport aux axes  $AX_0, AY_0, AZ_0$  les coordonnées du point  $m$  considéré comme étant l'inter-

section du plan XAY et de la droite Oμ. Le plan de la plaque a pour équation

$$(33) \quad \alpha X_0 + \beta Y_0 + \gamma Z_0 = 0,$$

et les cosinus directeurs α, β, γ ont pour valeurs

$$(34) \quad \begin{cases} \alpha = \sin \theta_0 \sin i, \\ \beta = -\cos \theta_0 \sin i, \\ \gamma = \cos i. \end{cases}$$

En combinant l'équation (33) avec celles de la droite Oμ, qui sont

$$(35) \quad \frac{X_0}{x_\mu^0} = \frac{Y_0}{y_\mu^0} = \frac{Z_0 - R}{-R},$$

on obtient sans difficulté

$$(36) \quad \begin{cases} x_m^0 = \frac{-\gamma R x_\mu^0}{\alpha x_\mu^0 + \beta y_\mu^0 - \gamma R}, \\ y_m^0 = \frac{-\gamma R y_\mu^0}{\alpha x_\mu^0 + \beta y_\mu^0 - \gamma R}, \\ z_\mu^0 = \frac{(\alpha x_\mu^0 + \beta y_\mu^0) R}{\alpha x_\mu^0 + \beta y_\mu^0 - \gamma R}. \end{cases}$$

Si l'on substitue à la place de  $x_m^0, y_m^0, z_m^0$  les expressions (32), on a trois relations entre les quatre coordonnées  $x, y, x_\mu^0, y_\mu^0$ ; ces trois relations doivent se réduire à deux; on constate, en effet, qu'en multipliant la première par  $\sin \theta_0$ , la deuxième par  $-\cos \theta_0$  et ajoutant les produits, on retombe sur la troisième.

3° *Expressions des différences  $x_\mu^0 - x$  et  $y_\mu^0 - y$ .* — Nous allons d'abord calculer les différences  $x_\mu^0 - x_m^0$  et  $y_\mu^0 - y_m^0$ .

Des relations (36), on tire aisément, en négligeant les carrés de  $\frac{x_m^0}{R}, \frac{y_m^0}{R}$  et le produit de ces deux variables,

$$\frac{x_\mu^0 - x_m^0}{x_m^0} = \frac{y_\mu^0 - y_m^0}{y_m^0} = -\frac{\alpha x_m^0 + \beta y_m^0}{R\gamma}.$$

Si l'on regarde α, β,  $\frac{x_m^0}{R}$  et  $\frac{y_m^0}{R}$  comme des quantités du premier ordre, on voit que les différences  $x_\mu^0 - x_m^0$  et  $y_\mu^0 - y_m^0$  sont du second, et l'on aura, en mettant pour α, β, γ leurs expressions (34),

$$(37) \quad \begin{cases} x_\mu^0 - x_m^0 = -x_m^0 \operatorname{tang} i \left( \frac{x_m^0}{R} \sin \theta_0 - \frac{y_m^0}{R} \cos \theta_0 \right), \\ y_\mu^0 - y_m^0 = -y_m^0 \operatorname{tang} i \left( \frac{x_m^0}{R} \sin \theta_0 - \frac{y_m^0}{R} \cos \theta_0 \right). \end{cases}$$

Maintenant,  $x_m^0$  ne diffère de  $x$ , et  $y_m^0$  que par des quantités du second ordre par rap-

port à  $i$ . Nous avons en effet, d'après les formules (32),

$$\begin{aligned} x_m^0 &= x[\cos(\theta - \theta_0) - 2 \sin \theta \sin \theta_0 \sin^2 \frac{1}{2} i] \\ &\quad + y[\sin(\theta - \theta_0) + 2 \cos \theta \sin \theta_0 \sin^2 \frac{1}{2} i], \\ y_m^0 &= -x[\sin(\theta - \theta_0) - 2 \sin \theta \cos \theta_0 \sin^2 \frac{1}{2} i] \\ &\quad + y[\cos(\theta - \theta_0) - 2 \cos \theta \cos \theta_0 \sin^2 \frac{1}{2} i], \end{aligned}$$

et de la relation

$$\tan \theta = \tan \theta_0 \cos i,$$

fournie par le triangle sphérique rectangle  $X \Omega X_0$ , on déduit

$$\theta - \theta_0 = -\sin 2\theta_0 \tan^2 \frac{1}{2} i + \dots$$

Alors, si nous voulons ne tenir compte que de la première puissance de  $\tan i$  dans les expressions de  $x_m^0 - x$  et de  $y_m^0 - y$ , nous pouvons, au lieu des formules (37), écrire

$$(38) \quad \begin{cases} x_m^0 - x = -x \tan i \left( \frac{x}{R} \sin \theta_0 - \frac{y}{R} \cos \theta_0 \right), \\ y_m^0 - y = -y \tan i \left( \frac{x}{R} \sin \theta_0 - \frac{y}{R} \cos \theta_0 \right), \end{cases}$$

ou enfin, si l'on exprime les coordonnées en minutes d'arc,

$$(39) \quad \begin{cases} X_m^0 - X = -X^2 \sin i' \tan i \sin \theta_0 + XY \sin i' \tan i \cos \theta_0, \\ Y_m^0 - Y = -XY \sin i' \tan i \sin \theta_0 + Y^2 \sin i' \tan i \cos \theta_0. \end{cases}$$

Telles sont les corrections qu'il faudrait appliquer aux mesures de  $X$  et de  $Y$  pour tenir compte d'un défaut de perpendicularité de l'axe optique sur le plan de la plaque. Ces corrections seraient toujours fort petites; pour des valeurs données de  $\tan i \sin \theta_0$  et  $\tan i \cos \theta_0$ , elles auraient leur plus grand effet sur les bords du cliché, tout en demeurant encore bien au-dessous des erreurs des mesures. Si l'on suppose pour  $i$  la valeur d'une minute d'arc, on trouve que la correction de perpendicularité atteint, au plus, en grandeur absolue, *44 cent-millièmes de minute*, c'est-à-dire  $0",026$ .

Il serait d'ailleurs illusoire de chercher à déterminer les inconnues  $\tan i \sin \theta_0$  et  $\tan i \cos \theta_0$  par les étoiles de repère, à cause de la petitesse de leurs coefficients dans les équations (39). Ce qu'il y a de mieux à faire, c'est de réduire l'inclinaison  $i$  le plus possible, de façon à rendre absolument négligeable la correction de perpendicularité. On y parvient assez facilement de la manière suivante :

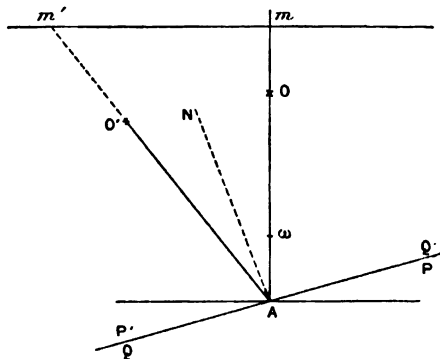
Une plaque de cuivre rectangulaire (*fig. 10*), supportant en son centre une lunette qui permet de viser à une courte distance, est mise dans le châssis à la place même ordinairement réservée pour la glace sensible. Dans les châssis construits par M. Gautier, une fenêtre rectangulaire pratiquée dans le couvercle, et que l'on peut ouvrir ou fermer au moyen d'un petit volet à charnière, laisse passer la lunette du viseur. Enfin, dans le plan focal de cette lunette se trouve un réticule  $\omega$  formé de deux fils croisés et rendu mobile par deux vis.



On effectue alors les opérations suivantes :

- 1° On dispose, sur l'ouverture de l'objectif, deux fils croisés dont l'intersection marque le centre  $O$  de l'objectif;
- 2° On agit sur les vis qui commandent le réticule du viseur, de manière à faire coïncider  $\omega$  avec  $O$ , et l'on marque, sur un écran placé en avant de la lunette, le point  $m$  où la droite  $\omega O$  rencontre cet écran;
- 3° On retourne de  $180^\circ$  la plaque de cuivre  $PQ$  dans le châssis;  $PQ$  vient en  $P'Q'$  et la

Fig. 10



droite  $AO$  prend la direction  $AO'$  symétrique de  $AO$  par rapport à la normale  $AN$  à la plaque. On marque sur l'écran le point  $m'$  où il est rencontré par la droite  $AO'$ . Alors on ramène  $Am'$  en  $Am$  en corrigeant pour moitié au moyen des vis commandant le réticule  $\omega$ , et pour moitié avec les vis de rectification de la culasse qui porte le châssis.

Après quelques essais, on arrive sans difficulté à réduire à une ou deux minutes d'arc la valeur de l'inclinaison  $i$ .

Plusieurs déterminations faites à notre instrument nous ont montré que la valeur de  $i$  n'y dépassait pas une minute.

## II. — THÉORIE GÉNÉRALE DES EFFETS DES QUATRE PHÉNOMÈNES : PRÉCESSION, NUTATION, ABERRATION, RÉFRACTION, SUR LES COORDONNÉES RECTILIGNES.

On se propose ici de réunir dans une même analyse le calcul de l'effet produit sur les coordonnées rectilignes d'un astre par un phénomène quelconque de nature à faire varier les coordonnées équatoriales de cet astre, soit que le phénomène consiste en un mouvement des axes de coordonnées (*précession et nutation*) ou bien en un changement du lieu apparent de l'astre par rapport aux axes considérés comme fixes (*aberration et réfraction*).

Nous nous servirons, dans cette recherche, des formules que nous avons établies pour exprimer les différences  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \delta_0$  en fonction des coordonnées rectangulaires  $x$ ,  $y$ , et de la déclinaison du centre de la plaque. Ces formules écrites symboliquement

sont

$$(1) \quad \begin{cases} \alpha - \alpha_0 = F(x, y, \varpi_0), \\ \delta - \varpi_0 = \Phi(y, x, \varpi_0). \end{cases}$$

Soient maintenant  $\Delta\alpha$  et  $\Delta\delta$  les effets de l'un des quatre phénomènes sur les coordonnées équatoriales d'une étoile; ces effets sont exprimés par des fonctions connues  $f$  et  $\varphi$  des coordonnées  $\alpha$  et  $\delta$ ; nous aurons donc pour l'étoile en question :

$$(2) \quad \begin{cases} \Delta\alpha = f(\alpha, \delta), \\ \Delta\delta = \varphi(\alpha, \delta), \end{cases}$$

et de même pour l'étoile qui serait au centre de la plaque

$$(3) \quad \begin{cases} \Delta\alpha_0 = f(\alpha_0, \varpi_0), \\ \Delta\varpi_0 = \varphi(\alpha_0, \varpi_0). \end{cases}$$

Au moyen des formules (1), nous allons exprimer  $\Delta\alpha$  et  $\Delta\delta$  en fonction de  $x, y, \alpha_0$  et  $\varpi_0$ .

La série de Taylor nous donne immédiatement

$$\begin{aligned} \Delta\alpha &= f(\alpha_0 + F, \varpi_0 + \Phi) = f(\alpha_0, \varpi_0) + F \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial f}{\partial \varpi_0} + \dots, \\ \Delta\delta &= \varphi(\alpha_0 + F, \varpi_0 + \Phi) = \varphi(\alpha_0, \varpi_0) + F \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial \varpi_0} + \dots, \end{aligned}$$

ou bien

$$(4) \quad \begin{cases} \Delta\alpha - \Delta\alpha_0 = F \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial f}{\partial \varpi_0} + \frac{1}{2} F^2 \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha_0^2} + F\Phi \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha_0 \partial \varpi_0} + \frac{1}{2} \Phi^2 \frac{\partial^2 f}{\partial \varpi_0^2} + \dots, \\ \Delta\delta - \Delta\varpi_0 = F \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial \varpi_0} + \frac{1}{2} F^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha_0^2} + F\Phi \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha_0 \partial \varpi_0} + \frac{1}{2} \Phi^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \varpi_0^2} + \dots \end{cases}$$

Les différences  $\Delta\alpha - \Delta\alpha_0$  et  $\Delta\delta - \Delta\varpi_0$  représentent les variations  $\Delta F$  et  $\Delta\Phi$  que subissent les seconds membres des formules (1) lorsque l'on y fait varier  $x, y$  et  $\varpi_0$ . Or on a

$$(5) \quad \begin{cases} \Delta F = \frac{\partial F}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial F}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial F}{\partial \varpi_0} \Delta \varpi_0, \\ \Delta \Phi = \frac{\partial \Phi}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial \Phi}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial \Phi}{\partial \varpi_0} \Delta \varpi_0; \end{cases}$$

par conséquent les relations (4) équivalent aux suivantes :

$$(6) \quad \begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial F}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial F}{\partial \varpi_0} \Delta \varpi_0 = F \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial f}{\partial \varpi_0} + \dots, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial x} \Delta x + \frac{\partial \Phi}{\partial y} \Delta y + \frac{\partial \Phi}{\partial \varpi_0} \Delta \varpi_0 = F \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} + \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial \varpi_0} + \dots \end{cases}$$

Ces dernières relations résolvent de la manière la plus générale le problème proposé : elles permettent de calculer aisément  $\Delta x$  et  $\Delta y$  en poussant l'approximation jusqu'aux termes d'un ordre quelconque en  $x$  et  $y$ .

En résolvant les équations (6) par rapport à  $\Delta x$  et  $\Delta y$  on obtient

$$(7) \quad \left\{ \begin{aligned} \left( \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \Delta x &= \left( F \frac{\partial f}{\partial x_0} + \Phi \frac{\partial f}{\partial \omega_0} + \dots \right) \frac{\partial \Phi}{\partial y} \\ &- \left( F \frac{\partial \varphi}{\partial x_0} + \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} + \dots \right) \frac{\partial F}{\partial y} \\ &- \left( \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \Delta(\omega_0), \\ \left( \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \Delta y &= \left( F \frac{\partial \varphi}{\partial x_0} + \Phi \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} + \dots \right) \frac{\partial F}{\partial x} \\ &- \left( F \frac{\partial f}{\partial x_0} + \Phi \frac{\partial f}{\partial \omega_0} + \dots \right) \frac{\partial \Phi}{\partial x} \\ &- \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \Delta(\omega_0). \end{aligned} \right.$$

Nous nous proposons d'obtenir les expressions  $\Delta x$  et  $\Delta y$  jusqu'aux termes du deuxième ordre inclusivement en  $x$  et  $y$ .

$F$  et  $\Phi$ ,  $\frac{\partial F}{\partial x}$  et  $\frac{\partial F}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial \Phi}{\partial x}$  et  $\frac{\partial \Phi}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial F}{\partial \omega_0}$  et  $\frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0}$  sont des fonctions de  $x$  et  $y$  dont il faut calculer les développements.

Il suffira d'avoir égard aux termes du premier ordre dans le développement des quatre premières dérivées; mais les développements de  $\frac{\partial F}{\partial \omega_0}$  et  $\frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0}$  devront être poussés jusqu'aux termes du second ordre.

*Développement de  $F$ ,  $\Phi$ ,  $\frac{\partial F}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial F}{\partial y}$ ,  $\frac{\partial \Phi}{\partial x}$  et  $\frac{\partial \Phi}{\partial y}$ .* — Puisque  $F$  et  $\Phi$  s'annulent lorsque l'on donne simultanément à  $x$  et  $y$  les valeurs

$$x = 0, \quad y = 0,$$

nous devons écrire :

$$(8) \quad \left\{ \begin{aligned} F &= x \left( \frac{\partial F}{\partial x} \right)_0 + y \left( \frac{\partial F}{\partial y} \right)_0 + \frac{1}{2} \left[ x^2 \left( \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} \right)_0 + 2xy \left( \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} \right)_0 + y^2 \left( \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} \right)_0 \right] + \dots, \\ \Phi &= y \left( \frac{\partial \Phi}{\partial y} \right)_0 + x \left( \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)_0 + \frac{1}{2} \left[ y^2 \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} \right)_0 + 2yx \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y \partial x} \right)_0 + x^2 \left( \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} \right)_0 \right] + \dots \end{aligned} \right.$$

On trouve d'ailleurs, soit au moyen des développements en séries (17) et (19), soit au moyen des formules rigoureuses (8) de la première section et en ne négligeant que des termes du second ordre,

$$(9) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial x} &= \sec(\omega_0) + y \tan(\omega_0) \sec(\omega_0), & \frac{\partial \Phi}{\partial x} &= -x \tan(\omega_0); \\ \frac{\partial F}{\partial y} &= x \tan(\omega_0) \sec(\omega_0), & \frac{\partial \Phi}{\partial y} &= 1; \end{aligned} \right.$$

il en résulte

$$(10) \quad \left\{ \begin{aligned} \left( \frac{\partial F}{\partial x} \right)_0 &= \sec(\omega_0), & \left( \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right)_0 &= 0; \\ \left( \frac{\partial F}{\partial y} \right)_0 &= 0, & \left( \frac{\partial \Phi}{\partial y} \right)_0 &= 1. \end{aligned} \right.$$

Développement de  $\frac{\partial F}{\partial \omega_0}$  et  $\frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0}$ . — En s'arrêtant aux termes du second ordre, on trouve immédiatement :

$$(11) \quad \begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \omega_0} = x \operatorname{tang}(\omega_0) \sec \omega_0 + xy \sec \omega_0 (\operatorname{tang}^2 \omega_0 + \sec^2 \omega_0), \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} = -\frac{1}{2} x^2 \sec^2 \omega_0. \end{cases}$$

Développement du coefficient de  $\Delta x$  et  $\Delta y$  dans les premiers membres des relations (7). — On voit, par les expressions (9), que ce coefficient contiendra un terme de l'ordre zéro, et, comme les seconds membres des relations (7) ne contiennent aucun terme de ce genre, il suffira d'arrêter le développement du coefficient de  $\Delta x$  et  $\Delta y$  aux termes du premier ordre.

On aura donc simplement

$$(12) \quad \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \sec \omega_0 + y \operatorname{tang}(\omega_0) \sec \omega_0.$$

Expressions des dérivées partielles du second ordre des fonctions F et  $\Phi$ . — En faisant usage des relations (9), on obtient, au degré d'approximation convenu,

$$(13) \quad \begin{cases} \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = 0, & \frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y} = \operatorname{tang}(\omega_0) \sec \omega_0, & \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} = 0; \\ \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} = -\operatorname{tang}(\omega_0), & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y} = 0, & \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} = 0. \end{cases}$$

Il en résulte :

$$(14) \quad \begin{cases} \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2}\right)_0 = 0, & \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y}\right)_0 = \operatorname{tang}(\omega_0) \sec \omega_0, & \left(\frac{\partial^2 F}{\partial y^2}\right)_0 = 0; \\ \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}\right)_0 = -\operatorname{tang}(\omega_0), & \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}\right)_0 = 0, & \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}\right)_0 = 0. \end{cases}$$

Cela posé, les équations (7) qui déterminent  $\Delta x$  et  $\Delta y$  peuvent s'écrire comme il suit :

$$(15) \quad \left\{ \begin{aligned} \left(\frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x}\right) \Delta x = & F \left( \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \\ & + \Phi \left( \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \\ & + \frac{1}{2} F^2 \left( \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \\ & + F \Phi \left( \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0 \partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0 \partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \\ & + \frac{1}{2} \Phi^2 \left( \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial F}{\partial y} \right) \\ & + \dots \dots \dots \\ & - \Delta(\omega_0) \left( \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} \right), \end{aligned} \right.$$

et

$$(16) \quad \left( \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \Delta y = \begin{aligned} & F \left( \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \\ & + \Phi \left( \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \\ & + \frac{1}{2} F^2 \left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0^2} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0^2} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \\ & + F \Phi \left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \\ & + \frac{1}{2} \Phi^2 \left( \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right) \\ & + \dots \dots \dots \\ & - \Delta \omega_0 \left( \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} \right). \end{aligned}$$

En tenant compte des développements (8) des fonctions F et Φ, et des expressions que nous avons données de leurs dérivées partielles du premier et du second ordre, par rapport à x, y et ω<sub>0</sub>, il est maintenant facile de séparer les termes du premier et ceux du second ordre dans les seconds membres des équations (15) et (16).

*Termes du premier ordre des expressions de Δx et Δy.* — Pour former ces termes, on doit :

- 1° Réduire à l'ordre zéro les coefficients de Δx et de Δy dans les équations (15) et (16);
- 2° Réduire au premier ordre les expressions (8) de F et Φ en tenant compte des relations (10) et (11);
- 3° Réduire à l'ordre zéro les coefficients de F et de Φ, et au premier ordre ceux de Δω<sub>0</sub> dans les équations (15) et (16).

On obtient ainsi :

$$(17) \quad \begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \sec \omega_0, \\ F = x \sec \omega_0, \\ \Phi = y. \end{cases}$$

On a ensuite, pour l'équation (15),

$$(18) \quad \begin{cases} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial \omega_0}, \\ \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial F}{\partial \omega_0} = x \tan \omega_0 \sec \omega_0. \end{cases}$$

et, pour l'équation (16),

$$(19) \quad \begin{cases} \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \sec \omega_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \sec \omega_0, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \omega_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial \omega_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = 0. \end{cases}$$

Il en résulte immédiatement :

$$\sec(\omega_0) \Delta x = x \sec(\omega_0) \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} + y \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)} - x \tan(\omega_0) \sec(\omega_0) \Delta(\omega_0),$$

$$\sec(\omega_0) \Delta y = x \sec^2(\omega_0) \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} + y \sec(\omega_0) \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)},$$

ou bien

$$(20) \quad \begin{cases} \Delta x = x \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} + y \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)} \cos(\omega_0) - x \tan(\omega_0) \Delta(\omega_0), \\ \Delta y = x \sec(\omega_0) \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} + y \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)}. \end{cases}$$

Termes du second ordre des expressions de  $\Delta x$  et de  $\Delta y$ . — Pour former les termes du second ordre, il faut d'abord, au lieu des expressions (17), employer les suivantes :

$$(21) \quad \begin{cases} \frac{\partial F}{\partial x} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \sec(\omega_0) + y \tan(\omega_0) \sec(\omega_0), \\ F = x \sec(\omega_0) + xy \tan(\omega_0) \sec(\omega_0), \\ \Phi = y - \frac{1}{2} x^2 \tan(\omega_0), \\ F^2 = x^2 \sec^2(\omega_0), \\ F\Phi = xy \sec(\omega_0), \\ \Phi^2 = y^2; \end{cases}$$

puis, pour l'équation (15),

$$(22) \quad \begin{cases} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} - x \tan(\omega_0) \sec(\omega_0) \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial F}{\partial y} = \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)} - x \tan(\omega_0) \sec(\omega_0) \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)}, \\ \frac{\partial F}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial \Phi}{\partial y} - \frac{\partial \Phi}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial F}{\partial y} = x \tan(\omega_0) \sec(\omega_0) + xy \sec(\omega_0) (\tan^2(\omega_0) + \sec^2(\omega_0)), \end{cases}$$

et, pour l'équation (16),

$$(23) \quad \begin{cases} \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} (\sec(\omega_0) + y \tan(\omega_0) \sec(\omega_0)) + x \tan(\omega_0) \frac{\partial f}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = \frac{\partial \varphi}{\partial(\omega_0)} (\sec(\omega_0) + y \tan(\omega_0) \sec(\omega_0)) + x \tan(\omega_0) \frac{\partial f}{\partial(\omega_0)}, \\ \frac{\partial \Phi}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial(\omega_0)} \frac{\partial \Phi}{\partial x} = x^2 \sec(\omega_0) (\tan^2(\omega_0) - \frac{1}{2} \sec^2(\omega_0)). \end{cases}$$

En substituant les expressions (21), (22) et (23) dans les deux équations (15) et (16), on obtiendra sans difficulté les développements de  $\Delta x$  et de  $\Delta y$  jusqu'aux termes du second ordre inclusivement.

Si l'on remplace  $\Delta(\omega_0)$  par la fonction donnée  $\varphi$  et si l'on pose

$$(24) \quad \left\{ \begin{aligned} a &= \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} - \varphi \operatorname{tang}(\omega_0), \\ b &= \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \cos(\omega_0), \\ r &= \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0^2} \sec(\omega_0) - \frac{1}{2} \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin(\omega_0) - \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \operatorname{tang}(\omega_0) \sec(\omega_0), \\ s &= \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} - \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \operatorname{tang}(\omega_0) - \varphi \sec^2(\omega_0), \\ t &= \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} \cos(\omega_0) - \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin(\omega_0), \end{aligned} \right.$$

$$(25) \quad \left\{ \begin{aligned} a' &= \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \sec(\omega_0), \\ b' &= \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0}, \\ r' &= \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0^2} \sec^2(\omega_0) - \frac{1}{2} \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \operatorname{tang}(\omega_0) + \frac{1}{2} \varphi (1 - \operatorname{tang}^2(\omega_0)) + \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} \operatorname{tang}(\omega_0), \\ s' &= \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} \sec(\omega_0) + \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \operatorname{tang}(\omega_0) \sec(\omega_0) + \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin(\omega_0), \\ t' &= \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2}, \end{aligned} \right.$$

on aura

$$(26) \quad \begin{aligned} \Delta x &= a x + b y + r x^2 + s xy + t y^2, \\ \Delta y &= a' x + b' y + r' x^2 + s' xy + t' y^2. \end{aligned}$$

On peut ainsi introduire dans les expressions de  $r, s, t, r', s', t'$ , les coefficients  $a, b, a', b'$  des termes du premier ordre et leurs dérivées. Pour cela, des expressions générales de  $a, b, a', b'$ , on tire

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} &= a + \varphi \operatorname{tang}(\omega_0), & \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} &= a' \cos(\omega_0), \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} &= b \sec(\omega_0), & \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} &= b'. \end{aligned}$$

Il en résulte

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0^2} &= \frac{\partial a}{\partial \lambda_0} + \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} \operatorname{tang}(\omega_0), \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} &= \frac{\partial a}{\partial \omega_0} + \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \operatorname{tang}(\omega_0) + \varphi \sec^2(\omega_0) = \frac{\partial b}{\partial \lambda_0} \sec(\omega_0), \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} &= \frac{\partial b}{\partial \omega_0} \sec(\omega_0) + b \operatorname{tang}(\omega_0) \sec(\omega_0), \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0^2} &= \frac{\partial a'}{\partial \lambda_0} \cos(\omega_0), \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0 \partial \omega_0} &= \frac{\partial a'}{\partial \omega_0} \cos(\omega_0) - a' \sin(\omega_0) = \frac{\partial b'}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2} &= \frac{\partial b'}{\partial \omega_0}. \end{aligned}$$

En substituant ces expressions dans les formules (24) et (25), on obtient

$$(26 \text{ bis}) \quad \left\{ \begin{array}{l} r = -\frac{1}{2}(b + a') \operatorname{tang}(\varpi_0) + \frac{1}{2} \frac{\partial a}{\partial \varpi_0} \operatorname{séc}(\varpi_0), \\ s = \frac{\partial a}{\partial \varpi_0}, \\ t = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial b}{\partial \varpi_0} - b \operatorname{tang}(\varpi_0) \right), \\ r' = \frac{1}{2} \varphi \operatorname{séc}^2 \varpi_0 + \left( a - \frac{1}{2} b' \right) \operatorname{tang}(\varpi_0) + \frac{1}{2} \frac{\partial a'}{\partial \varpi_0} \operatorname{séc}(\varpi_0), \\ s' = \frac{\partial a'}{\partial \varpi_0} + b \operatorname{tang}(\varpi_0), \\ t' = +\frac{1}{2} \frac{\partial b'}{\partial \varpi_0}. \end{array} \right.$$

Dans les formules (26)  $\Delta x$  et  $\Delta y$  représentent les *erreurs* des coordonnées mesurées; leurs *corrections* seront donc de signe contraire, c'est-à-dire que si l'on désigne par  $x'$  et  $y'$  les coordonnées corrigées, on aura, pour la correction à appliquer aux  $x$  et aux  $y$ , du fait de l'un des quatre phénomènes considérés dans cette analyse,

$$(27) \quad \left\{ \begin{array}{l} x' - x = - (a x + b y + r x^2 + s xy + t y^2), \\ y' - y = - (a' x + b' y + r' x^2 + s' xy + t' y^2). \end{array} \right.$$

Nous avons maintenant à appliquer ces résultats généraux au calcul des effets produits par les quatre phénomènes : précession, nutation, aberration et réfraction. Mais auparavant il ne sera pas inutile de faire une remarque : c'est que les variations  $\Delta x$  et  $\Delta y$  équivalent, ou bien à une variation de l'angle de position de l'astre, ou bien à deux variations simultanées de son angle de position et de sa distance au centre de la plaque; car, si l'on différentie les relations

$$\begin{aligned} S \sin \varpi &= x, \\ S \cos \varpi &= y, \end{aligned}$$

qui sont exactes jusqu'au terme du deuxième ordre inclusivement, on obtient

$$\begin{aligned} \sin \varpi \Delta S + S \cos \varpi \Delta \varpi &= \Delta x, \\ \cos \varpi \Delta S - S \sin \varpi \Delta \varpi &= \Delta y, \end{aligned}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned} \Delta S &= \Delta x \sin \varpi + \Delta y \cos \varpi, \\ S \Delta \varpi &= \Delta x \cos \varpi - \Delta y \sin \varpi, \end{aligned}$$

ou encore, aux termes près du troisième ordre,

$$(28) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta \varpi = \frac{y \Delta x - x \Delta y}{x^2 + y^2}, \\ \frac{\Delta S}{S} = \frac{x \Delta x + y \Delta y}{x^2 + y^2}. \end{array} \right.$$



Si, dans l'application de ces formules à un phénomène déterminé, la relation entre  $\Delta x$  et  $\Delta y$  est telle que l'on ait

$$\Delta \varpi = \text{const.},$$

la correction des angles de position se confondra avec celle de l'orientation du cliché.

Si l'on a

$$\frac{\Delta S}{S} = \text{const.},$$

la correction des distances se confondra avec la correction de l'échelle.

Il est évident, *a priori*, que la première de ces conditions se trouve réalisée dans la précession et la nutation différentielles, puisque l'effet de ces phénomènes consiste en un déplacement des axes de coordonnées et non des étoiles elles-mêmes. On le vérifiera d'ailleurs aisément sur les formules qui expriment ces effets; mais lorsque nous traiterons de l'aberration et de la réfraction différentielles, on verra que, dans ces deux cas, il se produit à la fois une variation de la distance et un changement de l'angle de position.

PRÉCESSION ET NUTATION DIFFÉRENTIELLES.

1° *Précession*. — Soient  $m$  et  $n$  les constantes connues pour l'époque initiale 1900, 0;  $\theta$  le temps écoulé depuis l'époque initiale jusqu'à l'époque  $\Theta$  du cliché et exprimé en années, c'est-à-dire

$$\theta = \Theta - 1900;$$

on a, pour le centre de la plaque,

$$f = \Delta \alpha_0 = (m + n \tan \omega_0 \sin \alpha_0) \theta,$$

$$\varphi = \Delta \omega_0 = (n \cos \alpha_0) \theta,$$

$$\begin{array}{ll} \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} = n \theta \tan \omega_0 \cos \alpha_0, & \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} = -n \theta \sin \alpha_0, \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} = n \theta \sec^2 \omega_0 \sin \alpha_0, & \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} = 0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha_0^2} = -n \theta \tan \omega_0 \sin \alpha_0, & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha_0^2} = -n \theta \cos \alpha_0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha_0 \partial \omega_0} = n \theta \sec^2 \omega_0 \cos \alpha_0, & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \alpha_0 \partial \omega_0} = 0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} = 2 n \theta \sec^2 \omega_0 \tan \omega_0 \sin \alpha_0, & \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2} = 0, \end{array}$$

et par suite, au moyen des expressions (24) et (25),

$$\begin{array}{ll} a = 0, & a' = -n \theta \sec \omega_0 \sin \alpha_0, \\ b = n \theta \sec \omega_0 \sin \alpha_0, & b' = 0, \\ r = 0, & r' \neq 0, \\ s = 0, & s' = 0, \\ t = 0, & t' = 0. \end{array}$$

Il en résulte que les termes du second ordre sont nuls et que les corrections  $-\Delta x$  et  $-\Delta y$  se réduisent aux valeurs suivantes :

$$(29) \quad \begin{cases} x' - x = n\theta y \sec \varnothing_0 \sin \mathfrak{A}_0, \\ y' - y = -n\theta x \sec \varnothing_0 \sin \mathfrak{A}_0. \end{cases}$$

En appliquant les relations (28), on voit qu'à l'époque, qui est celle où la photographie du cliché a été prise, l'effet de la précession différentielle sur chacune des étoiles de la plaque se réduit à un changement d'angle de position dont la valeur est constante pour toute l'étendue de cette plaque et a pour expression

$$(30) \quad \Delta\varpi = n\theta \sec \varnothing_0 \sin \mathfrak{A}_0.$$

Il sera donc inutile d'en tenir compte, et nous le laisserons englobé dans la correction  $i$  de l'orientation du cliché. On a d'ailleurs, d'après les valeurs de  $\Delta x$ ,  $\Delta y$ , et comme cela était évident *a priori*,

$$\frac{\Delta S}{S} = 0.$$

La formule (30) peut servir pour ramener l'orientation d'un cliché de l'époque 1900, 0 à une autre époque  $\Theta$ ; chacune des deux valeurs de l'orientation se trouvera ainsi rapportée à l'équinoxe moyen. Il va sans dire que, si le temps écoulé est assez considérable, on devra employer les valeurs des constantes  $m$  et  $n$  qui conviennent pour l'époque intermédiaire  $1900 + \frac{1}{2}\Theta$ .

2° *Nutation*. — On trouvera quelque chose d'analogue pour la nutation, c'est-à-dire que les termes du second ordre seront nuls et que les corrections  $x' - x$  et  $y' - y$  prendront la forme

$$\begin{aligned} x' - x &= y \Delta\varpi, \\ y' - y &= -x \Delta\varpi. \end{aligned}$$

Si, ayant la valeur de l'orientation moyenne (c'est-à-dire rapportée à l'équinoxe moyen), pour la date Janvier 0 d'une certaine année, on voulait calculer la valeur de l'orientation vraie pour un jour quelconque de la même année, on aurait à appliquer la correction

$$\Delta\varpi = (nC \sin \mathfrak{A}_0 + D \cos \mathfrak{A}_0) \sec \varnothing_0 \quad (\text{précession et nutation comprises}),$$

qui, en posant

$$\begin{aligned} g \sin G &= D, \\ g \cos G &= nC, \end{aligned}$$

devient

$$(31) \quad \Delta\varpi = g \sin(G + \mathfrak{A}_0) \sec \varnothing_0.$$

Les nombres  $C$ ,  $D$ ,  $g$  et  $G$  sont ceux que la *Connaissance des Temps* donne pour tous les jours de l'année et pour minuit moyen, dans le but de réduire les positions moyennes des étoiles. La valeur de  $\Delta\varpi$  obtenue par cette formule se trouvera exprimée en secondes d'arc.

## ABERRATION DIFFÉRENTIELLE.

En désignant par  $k$  la constante de l'aberration;  $\omega$  l'obliquité de l'écliptique;  $\odot$  la longitude vraie du Soleil, et posant

$$\begin{aligned} A &= -k \cos \omega \cos \odot, \\ B &= -k \sin \odot, \end{aligned}$$

nous avons

$$\begin{aligned} f &= \Delta \lambda_0 = (A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \sec \varpi_0, \\ \varphi &= \Delta \varpi_0 = (-A \sin \lambda_0 + B \cos \lambda_0) \sin \varpi_0 + A \operatorname{tang} \omega \cos \varpi_0. \end{aligned}$$

Il en résulte, pour le calcul des termes du premier ordre,

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} &= (-A \sin \lambda_0 + B \cos \lambda_0) \sec \varpi_0, \\ \frac{\partial f}{\partial \varpi_0} &= (A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \operatorname{tang} \varpi_0 \sec \varpi_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} &= -(A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \sin \varpi_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \varpi_0} &= \cos \varpi_0 (-A \sin \lambda_0 + B \cos \lambda_0) - A \operatorname{tang} \omega \sin \varpi_0, \end{aligned}$$

et, pour celui des termes du deuxième ordre,

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0^2} &= -(A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \sec \varpi_0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \lambda_0 \partial \varpi_0} &= (-A \sin \lambda_0 + B \cos \lambda_0) \sec \varpi_0 \operatorname{tang} \varpi_0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \varpi_0^2} &= (A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \sec \varpi_0 (1 + 2 \operatorname{tang}^2 \varpi_0), \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0^2} &= (A \sin \lambda_0 - B \cos \lambda_0) \sin \varpi_0, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \lambda_0 \partial \varpi_0} &= -(A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \cos \varpi_0, \\ \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \varpi_0^2} &= (A \sin \lambda_0 - B \cos \lambda_0) \sin \varpi_0 - A \operatorname{tang} \omega \cos \varpi_0, \end{aligned}$$

et, par suite, en faisant usage des expressions (24) et (25),

$$(32) \quad \begin{cases} a = -A (\sin \lambda_0 \cos \varpi_0 + \operatorname{tang} \omega \sin \varpi_0) + B \cos \lambda_0 \cos \varpi_0, \\ b = (A \cos \lambda_0 + B \sin \lambda_0) \operatorname{tang} \varpi_0, \\ r = -\frac{1}{2} b, \\ s = -A (\sin \lambda_0 \sin \varpi_0 - \operatorname{tang} \omega \cos \varpi_0) + B \cos \lambda_0 \sin \varpi_0, \\ t = \frac{1}{2} b, \end{cases}$$

pour la correction des  $x$ ; on aura de même pour celle des  $y$

$$(33) \quad \begin{cases} a' = -b, & b' = a, \\ r' = -\frac{1}{2}s, & s' = -b, & t' = \frac{1}{2}s. \end{cases}$$

Les corrections que devraient recevoir les coordonnées rectangulaires pour être affranchies de l'aberration différentielle sont donc les suivantes :

$$(34) \quad \begin{cases} x' - x = -[ax + by + sxy + \frac{1}{2}b(y^2 - x^2)], \\ y' - y = -[ay - bx - bxy + \frac{1}{2}s(y^2 - x^2)]. \end{cases}$$

Elles correspondent à une correction d'angle de position  $\Delta\omega$  et à une correction de distance  $\frac{\Delta S}{S}$  déterminées par les formules générales (28), d'où l'on tire, au moyen de quelques transformations,

$$(35) \quad \begin{cases} \Delta\omega = -[b + \frac{1}{2}(by + sx)], \\ \frac{\Delta S}{S} = -[a + \frac{1}{2}(sy - bx)]. \end{cases}$$

Si l'on néglige les termes du second ordre en  $x$  et  $y$ , la correction  $\Delta\omega$  se réduit à la valeur constante  $-b$ , et  $\frac{\Delta S}{S}$  à la valeur constante  $-a$ . Alors les effets de l'aberration différentielle peuvent être confondus dans la correction de l'orientation et dans celle de l'échelle. Mais cette conclusion ne serait plus admissible si les termes du second ordre contenus dans les expressions de  $x' - x$  et  $y' - y$  n'étaient pas négligeables. Dans ce cas,  $\Delta\omega$  et  $\frac{\Delta S}{S}$ , n'étant plus formés seulement d'un terme de l'ordre zéro indépendant de  $x$  et  $y$ , mais renfermant des termes du premier ordre en  $x$  et  $y$ , changent de valeur d'un point à l'autre du cliché.

Supposons les coefficients  $a$ ,  $b$ ,  $s$  évalués en parties du rayon; si l'on veut que les corrections (34) expriment des minutes d'arc, on les écrira comme il suit, en désignant par  $X$  et  $Y$  les valeurs mesurées des coordonnées rectangulaires :

$$(36) \quad \begin{cases} X' - X = -[aX + bY + sXY \sin r' + \frac{1}{2}b(Y^2 - X^2) \sin r'], \\ Y' - Y = -[aY - bX - bXY \sin r' + \frac{1}{2}s(Y^2 - X^2) \sin r']. \end{cases}$$

Il est aisé de voir que, même dans les cas les plus défavorables, l'ensemble des termes du second ordre n'atteindra jamais *deux dix millièmes* de minute, c'est-à-dire un centième de seconde d'arc. Nous pourrions donc en toute sécurité nous en tenir aux termes du premier ordre et, par suite, considérer les effets de l'aberration différentielle comme compris dans la valeur de l'orientation et de l'échelle que nous déterminons au moyen des étoiles connues du cliché.

RÉFRACTION DIFFÉRENTIELLE.

*Termes du premier ordre.* — Nous nous occuperons d'abord exclusivement des termes du premier ordre. La base de cette recherche est la suivante :

Si nous désignons par  $\alpha_0$  et  $\omega_0$  les quantités à ajouter aux coordonnées vraies  $\alpha$  et  $\omega$  du centre de la plaque pour en obtenir les coordonnées apparentes affectées de la réfraction, nous avons, selon une théorie connue,

$$(37) \quad \begin{cases} \Delta\alpha_0 = f(\alpha_0, \omega_0) = K \operatorname{tang} \zeta \sin q \sec \omega_0, \\ \Delta\omega_0 = \varphi(\alpha_0, \omega_0) = K \operatorname{tang} \zeta \cos q; \end{cases}$$

$\zeta$  et  $q$  désignent la distance zénithale et l'angle parallactique vrai du centre de la plaque;  $K$  est une constante qui dépend de la distance zénithale, de la température et de la pression barométrique.

Les variables  $\zeta$  et  $q$  sont liées à l'ascension droite et à la déclinaison du centre de la plaque par les relations

$$(38) \quad \begin{cases} \cos \zeta = \sin \lambda \sin \omega_0 + \cos \lambda \cos \omega_0 \cos (T - \alpha_0), \\ \sin \zeta \sin q = \cos \lambda \sin (T - \alpha_0), \\ \sin \zeta \cos q = \sin \lambda \cos \omega_0 - \cos \lambda \sin \omega_0 \cos (T - \alpha_0), \end{cases}$$

où  $\lambda$  désigne la latitude du lieu et  $T$  l'heure sidérale du milieu de la pose.

En ce qui concerne les termes du premier ordre, les effets de la réfraction sur les coordonnées rectangulaires  $x$  et  $y$  sont exprimés immédiatement par nos formules générales (24), (25) et (27), d'où l'on tire

$$(39) \quad \begin{cases} x' - x = x \left( \operatorname{tang} \omega_0 \Delta\omega_0 - \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} \right) - y \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \cos \omega_0, \\ y' - y = -y \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} - x \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} \sec \omega_0. \end{cases}$$

Ici  $x' - x$  et  $y' - y$  sont les corrections que l'on doit appliquer aux coordonnées apparentes pour les affranchir de l'effet de la réfraction. Il faut, dans ces formules, substituer à  $\Delta\omega_0$  l'expression  $K \operatorname{tang} \zeta \cos q$ , et aux dérivées partielles  $\frac{\partial f}{\partial \alpha_0}$ ,  $\frac{\partial f}{\partial \omega_0}$ ,  $\frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0}$ ,  $\frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0}$  les expressions que l'on obtient pour elles en différentiant les formules (1) et les formules (2).

Nous négligerons provisoirement la variation du coefficient  $K$  par rapport à  $\zeta$  et nous désignerons par  $K_0$  la partie de  $K$  indépendante de  $\zeta$ . Alors on obtient sans difficulté, par la différentiation des formules (37),

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} &= \frac{\partial f}{\partial \zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha_0} + \frac{\partial f}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial \alpha_0}, & \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} &= \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha_0} + \frac{\partial \varphi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial \alpha_0}, \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} &= \frac{\partial f}{\partial \zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} + \frac{\partial f}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial \omega_0}, & \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} &= \frac{\partial \varphi}{\partial \zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} + \frac{\partial \varphi}{\partial q} \frac{\partial q}{\partial \omega_0}, \end{aligned}$$

c'est-à-dire

$$(40) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} = K_0 \sec^2 \zeta \sin q \sec \omega_0 \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} + K_0 \operatorname{tang} \zeta \cos q \sec \omega_0 \frac{\partial q}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} = K_0 \sec^2 \zeta \sin q \sec \omega_0 \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} + K_0 \operatorname{tang} \zeta \cos q \sec \omega_0 \frac{\partial q}{\partial \omega_0} + K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0 \sec \omega_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} = K_0 \sec^2 \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} - K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \frac{\partial q}{\partial \lambda_0}, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} = K_0 \sec^2 \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} - K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \frac{\partial q}{\partial \omega_0}; \end{array} \right.$$

puis, par la différentiation des formules (38),

$$(41) \quad \left\{ \begin{array}{l} -\sin \zeta \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} = \cos \lambda \cos \omega_0 \sin (t - \lambda_0) = \cos \omega_0 \sin \zeta \sin q, \\ -\sin \zeta \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} = \sin \lambda \cos \omega_0 - \cos \lambda \sin \omega_0 \cos (t - \lambda_0) = \sin \zeta \cos q, \\ \cos \zeta \sin q \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} + \sin \zeta \cos q \frac{\partial q}{\partial \lambda_0} = -\cos \lambda \cos (t - \lambda_0), \\ \cos \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} - \sin \zeta \sin q \frac{\partial q}{\partial \lambda_0} = -\sin \zeta \sin q \sin \omega_0, \\ \cos \zeta \sin q \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} + \sin \zeta \cos q \frac{\partial q}{\partial \omega_0} = 0, \\ \cos \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} - \sin \zeta \sin q \frac{\partial q}{\partial \omega_0} = -\cos \zeta. \end{array} \right.$$

On déduit de ces dernières

$$(42) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \zeta}{\partial \lambda_0} = -\cos \omega_0 \sin q, \\ \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} = -\cos q; \\ \sin \zeta \frac{\partial q}{\partial \lambda_0} = \sin \zeta \sin \omega_0 - \cos \zeta \cos \omega_0 \cos q, \\ \operatorname{tang} \zeta \frac{\partial q}{\partial \omega_0} = \sin q. \end{array} \right.$$

La troisième et la sixième des formules (41) peuvent servir à vérifier les expressions (42).

Nous avons maintenant les éléments nécessaires pour former les dérivées partielles du premier ordre des fonctions  $f$  et  $\varphi$ . On trouve, pour ces dérivées,

$$(43) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial f}{\partial \lambda_0} = -K_0 - K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q + K_0 \operatorname{tang} \zeta \cos q \operatorname{tang} \omega_0, \\ \frac{\partial f}{\partial \omega_0} = -K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \sec \omega_0 + K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \sec \omega_0 \operatorname{tang} \omega_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_0} = -K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \cos \omega_0 - K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \sin \omega_0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} = -K_0 - K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q. \end{array} \right.$$

Il en résulte finalement pour les termes de correction du premier ordre, en désignant par  $a_1$  et  $b_1$ ,  $a'_1$  et  $b'_1$  les coefficients de  $x$  et  $y$  dans les expressions (27) de  $x' - x$  et  $y' - y$ ,

$$(44) \quad \left\{ \begin{array}{l} a_1 = K_0 + K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q, \\ b_1 = K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q - K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0; \\ a'_1 = K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q + K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0, \\ b'_1 = K_0 + K_0 \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q; \\ x' - x = a_1 x + b_1 y, \\ y' - y = a'_1 x + b'_1 y. \end{array} \right.$$

Les quantités que nous appelons ici  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a'_1$  et  $b'_1$  ne sont autre chose que les quantités  $a$ ,  $b$ ,  $a'$  et  $b'$  changées de signe.

Examinons maintenant les corrections d'angle de position et de distance dont l'ensemble équivaut aux corrections  $x' - x$  et  $y' - y$ . En faisant usage des relations :

$$\begin{aligned} (x^2 + y^2) \Delta \omega &= -(y \Delta x - x \Delta y), \\ (x^2 + y^2) \frac{\Delta S}{S} &= -(x \Delta x + y \Delta y), \end{aligned}$$

c'est-à-dire

$$\begin{aligned} (x^2 + y^2) \Delta \omega &= y(x' - x) - x(y' - y), \\ (x^2 + y^2) \frac{\Delta S}{S} &= x(x' - x) + y(y' - y), \end{aligned}$$

on obtient

$$(45) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta \omega = -K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0 - K_0 \left( \frac{xy}{x^2 + y^2} \right) \operatorname{tang}^2 \zeta \cos 2q - \frac{1}{2} K_0 \left( \frac{x^2 - y^2}{x^2 + y^2} \right) \operatorname{tang}^2 \zeta \sin 2q, \\ \frac{\Delta S}{S} = K_0 + K_0 \left( \frac{x^2 \sin^2 q + y^2 \cos^2 q}{x^2 + y^2} \right) \operatorname{tang}^2 \zeta + K_0 \left( \frac{xy}{x^2 + y^2} \right) \operatorname{tang}^2 \zeta \sin 2q. \end{array} \right.$$

On voit que  $\Delta \omega$  et  $\frac{\Delta S}{S}$  se composent chacune de deux parties qui sont de l'ordre zéro par rapport à  $x$  et  $y$ , dont l'une est constante pour tout le cliché, mais dont l'autre varie aux différents points du cliché. La partie constante de  $\Delta \omega$ , à savoir  $-K_0 \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0$ , et la partie constante de  $\frac{\Delta S}{S}$ , qui est  $K_0$ , pourront être comprises, l'une dans l'orientation du cliché et l'autre dans la valeur de l'échelle; mais il sera nécessaire d'avoir égard à la partie variable de  $\Delta \omega$  et de  $\frac{\Delta S}{S}$ . On verra plus loin que nous tiendrons compte de ces termes variables en faisant usage d'une orientation et d'une échelle différentes pour la réduction des  $x$  et pour celle des  $y$ .

Nous avons, dans ce qui précède, traité le coefficient  $K$  comme une constante; mais, en réalité,  $K$  est fonction de la distance zénithale  $\zeta$ . Nous admettrons, pour la valeur de la réfraction visuelle moyenne  $R_v$ , l'expression

$$(46) \quad R_v = (58'', 315 \operatorname{tang} \zeta - 0'', 065 \operatorname{tang}^2 \zeta) \sin 1''.$$

*Alger, Coord. rect.*

*e*

Nous admettrons de plus que, pour passer de la réfraction visuelle à la réfraction photographique, il faut multiplier la première par le facteur 1,0156; alors nous aurons, pour la réfraction photographique moyenne exprimée en parties du rayon,

$$(47) \quad R_p = (59'', 225 \operatorname{tang} \zeta - 0'', 066 \operatorname{tang}^2 \zeta) \sin 1'',$$

ou bien

$$(48) \quad R_p = K \operatorname{tang} \zeta,$$

en posant

$$(49) \quad K = (59'', 225 - 0'', 066 \operatorname{tang}^2 \zeta) \sin 1''.$$

Le produit  $59'', 225 \sin 1''$  est ce que nous avons appelé précédemment  $K_0$ , et, pour abrégier, nous désignerons par  $m$  le produit  $0'', 066 \sin 1''$ ; alors l'expression de  $K$  deviendra

$$(50) \quad K = K_0 - m \operatorname{tang}^2 \zeta.$$

Nous devons maintenant introduire dans nos formules les termes qui dépendent de la variation de  $K$  par rapport à  $\zeta$ , c'est-à-dire des termes qui auront en facteur  $\frac{dK}{d\zeta}$ . On voit aisément que les termes ajoutés aux quatre dérivées partielles du premier ordre des fonctions  $f$  et  $\varphi$  par rapport à  $\alpha_0$  et  $\omega_0$  seront les suivantes :

$$\begin{aligned} \text{Termes ajoutés à } \frac{\partial f}{\partial \alpha_0} \dots \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \sec \omega_0 \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha_0} &= - \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin^2 q, \\ \text{» } \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \dots \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \sec \omega_0 \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} &= - \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q \sec \omega_0, \\ \text{» } \frac{\partial \varphi}{\partial \alpha_0} \dots \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha_0} &= - \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos q \sin q \cos \omega_0, \\ \text{» } \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \dots \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos q \frac{\partial \zeta}{\partial \omega_0} &= - \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos^2 q. \end{aligned}$$

Il en résulte l'addition des termes suivants dans les expressions de  $x' - x$  et  $y' - y$  :

$$\begin{aligned} \text{Pour } x' - x \dots & x \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin^2 q + y \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q, \\ \text{Pour } y' - y \dots & y \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos^2 q + x \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q; \end{aligned}$$

alors les expressions définitives de  $x' - x$  et  $y' - y$ , pour les termes du premier ordre en  $x$  et  $y$  seront, *en laissant de côté les termes*

$$- Ky \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0 \quad \text{et} \quad + Kx \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0.$$



qui se confondront, comme on l'a déjà dit, avec la correction d'orientation,

$$(51) \quad \left\{ \begin{array}{l} x' - x = \left( K + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin^2 q \right) x \\ \quad \quad \quad + \left( K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q \right) y, \\ y' - y = \left( K + K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos^2 q \right) y \\ \quad \quad \quad + \left( K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q \right) x, \end{array} \right.$$

formules dans lesquelles il faut prendre

$$(52) \quad \frac{dK}{d\zeta} = -2m \operatorname{tang} \zeta \operatorname{sec}^2 \zeta.$$

*Termes du second ordre.* — Il nous reste à calculer les termes du deuxième ordre ou du deuxième degré en  $x$  et  $y$ . Notre méthode générale les fournit sans difficulté.

Nous avons à former les expressions suivantes d'après les formules (24) et (25) :

*Pour les abscisses :*

$$\begin{aligned} \text{Coefficient de } x^2 \dots & r = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial \mathfrak{A}_0^2} \operatorname{sec} \omega_0 - \frac{1}{2} \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin \omega_0 - \frac{\partial \varphi}{\partial \mathfrak{A}_0} \operatorname{tang} \omega_0 \operatorname{sec} \omega_0, \\ \text{» } xy \dots & s = \frac{\partial^2 f}{\partial \mathfrak{A}_0 \partial \omega_0} - \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \operatorname{tang} \omega_0 - \varphi \operatorname{sec}^2 \omega_0, \\ \text{» } y^2 \dots & t = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial \omega_0^2} \cos \omega_0 - \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin \omega_0. \end{aligned}$$

*Pour les ordonnées :*

$$\begin{aligned} \text{Coefficient de } x^2 \dots & r' = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \mathfrak{A}_0^2} \operatorname{sec} \omega_0 - \frac{1}{2} \frac{\partial \varphi}{\partial \omega_0} \operatorname{tang} \omega_0 + \frac{1}{2} \varphi (1 - \operatorname{tang}^2 \omega_0) + \frac{\partial f}{\partial \mathfrak{A}_0} \operatorname{tang} \omega_0, \\ \text{» } xy \dots & s' = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \mathfrak{A}_0 \partial \omega_0} \operatorname{sec} \omega_0 + \frac{\partial \varphi}{\partial \mathfrak{A}_0} \operatorname{tang} \omega_0 \operatorname{sec} \omega_0 + \frac{\partial f}{\partial \omega_0} \sin \omega_0, \\ \text{» } y^2 \dots & t' = \frac{1}{2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \omega_0^2}. \end{aligned}$$

Si l'on emploie ces expressions de  $r, s, t, r', s', t'$ , on aura à différentier par rapport à  $\mathfrak{A}_0$  et  $\omega_0$  les formules (40), en tenant compte des relations (38) par lesquelles ces variables sont liées à  $\zeta$  et  $q$ .

On peut aussi faire usage des formules (26 bis), savoir :

$$r = -\frac{1}{2}(b + a') \operatorname{tang} \varpi_0 + \frac{1}{2} \frac{\partial a}{\partial \lambda_0} \operatorname{séc} \varpi_0,$$

$$s = \frac{\partial a}{\partial \varpi_0}, \quad \text{ou bien} \quad s = \frac{\partial b}{\partial \lambda_0} \operatorname{séc} \varpi_0 - b' \operatorname{tang} \varpi_0 + \varphi \operatorname{séc}^2 \varpi_0,$$

$$t = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial b}{\partial \varpi_0} - b \operatorname{tang} \varpi_0 \right),$$

$$r' = \frac{1}{2} \varphi \operatorname{séc}^2 \varpi_0 + \left( a - \frac{1}{2} b' \right) \operatorname{tang} \varpi_0 + \frac{1}{2} \frac{\partial a'}{\partial \lambda_0} \operatorname{séc} \varpi_0,$$

$$s' = \frac{\partial a'}{\partial \varpi_0} + b' \operatorname{tang} \varpi_0, \quad \text{ou bien} \quad s' = \frac{\partial b'}{\partial \lambda_0} \operatorname{séc} \varpi_0 + a' \operatorname{tang} \varpi_0 + b \operatorname{tang} \varpi_0,$$

$$t' = + \frac{1}{2} \frac{\partial b'}{\partial \varpi_0}.$$

Dans ce dernier cas, le calcul est un peu plus rapide; on obtient, pour les dérivées partielles de  $a_1, b_1, a'_1, b'_1$ , en se rappelant que l'on a posé

$$a_1 = -a, \quad b_1 = -b, \quad a'_1 = -a', \quad b'_1 = -b',$$

les expressions suivantes :

$$\frac{\partial a_1}{\partial \lambda_0} = 2K \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos \varpi_0 - 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \sin \varpi_0 + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos \varpi_0,$$

$$\frac{\partial a_1}{\partial \varpi_0} = -2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos q,$$

$$\frac{\partial b_1}{\partial \lambda_0} = -K \sin \varpi_0 + K \operatorname{tang} \zeta \cos q \operatorname{séc} \varpi_0 - K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q \sin \varpi_0 + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos q \cos \varpi_0,$$

$$\frac{\partial b_1}{\partial \varpi_0} = K \operatorname{tang} \zeta \sin q (1 + \operatorname{séc}^2 \varpi_0) - K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \operatorname{tang} \varpi_0 + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos^2 q,$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial a'_1}{\partial \lambda_0} = & K \sin \varpi_0 + K \operatorname{tang} \zeta \cos q (\cos \varpi_0 - \operatorname{tang} \varpi_0 \sin \varpi_0) \\ & - K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin \varpi_0 (\cos^2 q - 2 \sin^2 q) + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos q \cos \varpi_0, \end{aligned}$$

$$\frac{\partial a'_1}{\partial \varpi_0} = -K \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang}^2 \varpi_0 + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \operatorname{tang} \varpi_0 + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos^2 q,$$

$$\frac{\partial b'_1}{\partial \lambda_0} = 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q \sin \varpi_0 + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos^2 q \cos \varpi_0,$$

$$\frac{\partial b'_1}{\partial \varpi_0} = 2K \operatorname{tang} \zeta \cos q + 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q.$$

En substituant ces expressions ainsi que celles de  $a, b, a', b'$  dans les formules (26 bis), on obtient, pour les coefficients des termes du second degré en  $x$  et  $y$  de la réfraction

différentielle,

$$\begin{aligned} r &= K \operatorname{tang} \zeta \sin q + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q, \\ s &= 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos q, \\ t &= K \operatorname{tang} \zeta \sin q + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos^2 q; \\ r' &= K \operatorname{tang} \zeta \cos q + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q \cos q, \\ s' &= 2K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos^2 q, \\ t' &= K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos q + K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^3 q. \end{aligned}$$

Ici, dans les expressions de  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a'_1$ ,  $b'_1$  et de leurs dérivées partielles, nous avons négligé la variation de  $K$  par rapport à la distance zénithale  $\zeta$ .

Les corrections résultant de l'application de ces termes aux coordonnées rectilignes ne dépasseront jamais deux centièmes de seconde d'arc; on pourra donc toujours les négliger.

Dans le Chapitre où nous traitons des méthodes employées pour la détermination des constantes d'un cliché au moyen des étoiles de repère, on verra comment les termes du premier ordre sont englobés dans les corrections de l'orientation et de l'échelle, et comment sont construites nos Tables de réfraction.

### III. — EXÉCUTION DES CLICHÉS, MESURES, RÉDUCTION DES MESURES ET DÉTERMINATION DES GRANDEURS PHOTOGRAPHIQUES.

Nous allons d'abord donner quelques détails sur les procédés que nous employons pour l'impression du réseau sur les plaques sensibles et pour la mise au point de la lunette photographique.

*Impression du réseau.* — En ce qui concerne l'impression du réseau, nous nous servons d'une lampe à pétrole et d'un miroir parabolique de  $0^m,30$  d'ouverture et de  $2^m$  de foyer. La lampe est enfermée dans une boîte et celle-ci porte un petit diaphragme ne laissant passer que la lumière de la partie centrale et la plus brillante de la flamme. Le centre du diaphragme se trouve dans le plan focal du miroir et un peu en dehors de l'axe principal. Le châssis contenant le réseau et la plaque sensible, qui doit en recevoir l'impression, est introduit dans une monture établie à poste fixe sur un mur, et le miroir est orienté de manière que le faisceau réfléchi soit normal au plan du réseau et que le centre de la section déterminée par ce plan coïncide avec le centre même du réseau.

*Mise au point de la lunette photographique.* — La question de savoir si la mise au point serait faite pour le centre du cliché avait été examinée d'une manière incidente dans la Conférence internationale de 1889 à propos de cet article du programme de ladite Conférence : « Quel sera le maximum admissible de déformation des images stellaires? » On s'accordait à reconnaître qu'il était impossible de formuler aucune règle précise à cet égard, et qu'il suffirait d'énoncer la condition générale à laquelle on devrait s'efforcer de satisfaire, à savoir d'obtenir la plus grande uniformité possible pour la distri-

bution de la lumière dans les images des étoiles. En outre, comme la mise au point de la lunette influe certainement sur l'ellipticité des images, on demanda comment se ferait la mise au foyer. On pouvait, en effet, convenir de mettre au point pour le centre même du cliché, acceptant ainsi, pour les parties éloignées du centre, des allongements inévitables des images, allongements qui ne diminuent pas la précision des mesures s'ils présentent une symétrie suffisante par rapport à deux axes; ou bien on pouvait désirer ne pas exagérer les ellipticités, et, pour cela, répartir les défauts en mettant la lunette au foyer pour un point situé en dehors du centre de la plaque. La Conférence fut d'avis d'ajourner toute décision à cet égard et de ne résoudre la question que lorsque les Observatoires participants seraient en possession de leurs instruments. Mais, en fait, la question n'a jamais été résolue. En ce qui nous concerne, nous avons adopté, comme règle, de mettre au foyer pour un point situé sur le méridien central et à 40' de distance en déclinaison du centre du cliché. Nous avons reconnu, en effet, qu'on obtient par ce moyen une définition très uniforme des images dans tout le champ.

Le procédé que nous avons employé le plus souvent consiste dans l'examen de traces d'étoiles placées symétriquement par rapport au point qui vient d'être défini. Nous avons aussi, quand les circonstances le permettaient, fait usage des traces d'une étoile double dont les composantes avaient sensiblement le même éclat. Ce dernier procédé est certainement le meilleur, car il permet aisément de mettre au point avec une précision telle que l'incertitude ne dépasse pas  $0^{\text{mm}},25$  sur une distance focale de  $3^{\text{m}},43$ .

*Orientation des plaques.* — Nous laissons courir l'image d'une étoile sur une plaque ayant déjà reçu l'impression latente du réseau; après le développement, nous mesurons, en deux points également distants du méridien central, les distances de la trace de l'étoile au trait de déclinaison le plus voisin sur le réseau. Ayant ainsi l'inclinaison du réseau par rapport à la direction du mouvement diurne, il est facile de rectifier, s'il y a lieu, l'orientation du porte-châssis sur le corps de la lunette. Nous avons d'ailleurs reconnu que, hors le cas d'une très forte variation de température, il était parfaitement suffisant de vérifier l'orientation du châssis, comme la mise au point, de temps en temps, une fois tous les mois, par exemple.

*Exécution des clichés.* — Nous avons suivi à cet égard la résolution adoptée par la Conférence internationale de 1891, et ainsi conçue: « Pour les clichés du *Catalogue*, il y aura deux poses sur la même plaque, l'une montrant faiblement les images des étoiles de 11<sup>e</sup> grandeur, l'autre d'une durée deux fois plus grande, et la distance des deux images sera de  $\frac{2}{10}$  à  $\frac{3}{10}$  de millimètre. »

Les temps de pose employés ont été de 5 minutes et 2 minutes 30 secondes; en passant de la première pose à la seconde, on a toujours déplacé l'instrument en déclinaison. Pour les cas où devaient se trouver des étoiles brillantes sur le cliché, on a augmenté la distance des deux images afin d'éviter leur contact ou leur empiètement. Enfin, conformément à la proposition faite par M. Christie (*Bulletin du Comité permanent*, t. II, p. 63 et 64), nous avons effectué une pose supplémentaire de 20 secondes. Les mesures des coordonnées concernent exclusivement les poses de 5 minutes et 2 minutes 30 secondes; mais, au point de vue de la discussion du cliché, la pose supplémentaire de 20 secondes offre

des avantages dont le principal est le suivant : tous les clichés contenant certainement plusieurs étoiles d'un éclat égal ou supérieur à celui d'une 9<sup>e</sup>, on pourra, par une simple inspection, reconnaître si l'absence des étoiles de la grandeur limite 11 sur le cliché s'explique par l'existence de brumes dans l'atmosphère au moment de l'exposition ou par une condensation de vapeur d'eau sur l'objectif.

Toutes les opérations relatives à l'impression des réseaux, à l'exécution et au développement des clichés ont été effectuées par M. Renaux, astronome-adjoint, avec le concours d'un auxiliaire attaché à l'Observatoire.

Je ne puis me dispenser de dire ici tout ce que l'on doit à M. Renaux pour le zèle et pour l'habileté vraiment supérieure dont il a fait preuve dans l'accomplissement d'une tâche absorbante, difficile et d'une importance très grande. Voici d'ailleurs, suivant l'ordre chronologique, les noms des observateurs et des auxiliaires dont nous avons utilisé la collaboration pour le service de la photographie céleste depuis le commencement de l'année 1891 jusqu'à la fin de la présente année 1903 : MM. Rabourdin, Deshayes, Évrard, Villatte et Pluche.

#### MESURE DES CLICHÉS.

Les coordonnées de chaque étoile sont déterminées par deux observateurs différents. Le premier mesure toute une bande d'ascension droite sans quitter la machine ; le second reprend cette même bande en sens inverse. Tous les deux mesurent d'abord les abscisses, puis les ordonnées. Le nombre total des pointés (traits du réseau et images de l'étoile) est de 8 pour chacune des coordonnées. Les choses sont combinées de telle sorte que toute image d'un trait du réseau ou d'une étoile, pointée par l'un des observateurs en vissant, est pointée par l'autre en dévissant. Dans ces conditions, nous avons trouvé qu'il n'existe point, pour nos observateurs, d'erreurs systématiques appréciables dépendant de la grandeur des étoiles.

Les mesures sont faites dans une seule position du cliché ; les grandeurs photographiques sont estimées d'une manière indépendante par chacun des observateurs, suivant la méthode qui sera indiquée plus loin. Pour les étoiles les plus brillantes, cette méthode ne pouvant donner des résultats suffisamment exacts, les diamètres sont l'objet de mesures micrométriques directes.

Par de nombreuses expériences, nous avons trouvé que, pour aucun de nos couples d'observateurs, l'erreur probable ne dépasse 0",12 pour la mesure d'une coordonnée.

*Conversion des résultats bruts des mesures en abscisses et en ordonnées.* — La distance de deux traits consécutifs du réseau ne correspond pas, en général, exactement à 5 tours de la vis micrométrique. Des Tables numériques ont été construites pour faciliter le calcul des corrections résultant de ces inégalités.

A ces corrections il faudrait ajouter celles qui proviennent des erreurs, soit progressives, soit périodiques de la vis, et des erreurs du réseau. Les deux vis d'ascension droite et de déclinaison de l'appareil qui nous a servi pour les mesures des clichés du *Catalogue photographique* ont été étudiées à diverses reprises par plusieurs observateurs, et nous

avons trouvé que, dans aucun cas, l'erreur ne dépassait  $0",02$ ; on peut donc la considérer comme entièrement négligeable.

En ce qui concerne les réseaux, ceux que M. P. Gautier nous a livrés sont d'une perfection telle qu'il nous a été impossible, malgré de nombreuses tentatives, d'en déterminer les erreurs avec une certitude suffisante. Non seulement l'erreur totale en chacune des intersections du réseau est très petite et atteint à peine quelques centièmes de seconde d'arc, mais on n'est jamais certain d'en avoir déterminé exactement le signe et, lorsqu'on cherche à évaluer l'erreur probable, on trouve qu'elle est une fraction notable, le tiers ou même la moitié de la quantité à déterminer.

Dans ces conditions, il nous a paru tout à fait illusoire d'appliquer aux coordonnées mesurées les erreurs provenant du réseau.

Nous avons, en outre, regardé la valeur du tour de vis ou de l'échelle comme constante dans toute l'étendue d'un cliché.

En conséquence, nous admettons que chacune des coordonnées X et Y, fournies au calculateur sous le nom de *coordonnée mesurée*, se trouve exprimée au moyen d'une unité de longueur qui est la cinquième partie d'un intervalle constant, celui de deux traits consécutifs du réseau.

Dès que les mesures d'un cliché sont achevées, et avant qu'il soit procédé à la réduction préalable, c'est-à-dire au calcul des moyennes et à la conversion des résultats bruts en abscisses et en ordonnées, les mesures sont transcrites sur un second registre. Les moyennes et les conversions sont alors effectuées d'une manière tout à fait indépendante sur le registre original et sur le registre de transcription.

Dans les fascicules aujourd'hui publiés de notre Catalogue photographique on trouvera, pour chacun des clichés qu'ils contiennent, et à la suite des notes concernant ce cliché, les initiales des observateurs qui ont fait les mesures, savoir :

B.,	Observateur	BERTRAND.
C.,	»	CROISÉ.
E.,	»	EVARD.
G.,	»	GAULTIER.

Il convient maintenant d'indiquer les précautions prises dans le but d'assurer la plus grande exactitude possible aux Tableaux de coordonnées rectilignes qui forment le Catalogue photographique et d'après lesquels on a calculé les éléments des clichés. D'abord, les feuilles manuscrites de ces Tableaux ont toujours été préparées en double par deux calculateurs de l'Observatoire : MM. Gaultier et Thivin. L'une des copies a été faite d'après le registre original, l'autre d'après le registre de transcription; puis les deux copies ont été comparées entre elles avec l'attention la plus scrupuleuse. Lorsque ces Tableaux nous sont revenus de l'imprimerie en épreuves, nous n'avons donné le bon à tirer d'aucune feuille avant d'avoir fait replacer chacun des clichés originaux sous le microscope de l'appareil de mesures, et constaté, par un pointé rapide, que toute étoile cataloguée se trouvait bien, à un centième de minute près sur le cliché, à la place marquée par le Catalogue. Cette méthode de vérification est longue et pénible en raison du très grand

nombre d'étoiles auquel on doit l'appliquer, mais elle permet d'éliminer les erreurs matérielles les plus fréquentes et les plus à redouter, à savoir les erreurs portant sur le nombre des minutes d'arc ou sur le signe de l'une des coordonnées. MM. Gaultier et Pluche sont les observateurs dont nous avons généralement utilisé le concours pour l'exercice de ce contrôle. Nous avons, fréquemment aussi, mis à profit l'assistance de MM. Rambaud et Sy, aides-astronomes, soit pour les travaux de revision dont il s'agit, soit pour d'autres recherches concernant la précision des mesures photographiques.

Nous donnons, dans la suite de ce Mémoire, les méthodes employées à l'Observatoire d'Alger pour convertir les coordonnées mesurées en minutes d'arc, ainsi que pour tenir compte de l'erreur d'orientation de la plaque et pour déterminer la correction du centre du cliché.

#### DÉTERMINATION DES GRANDEURS PHOTOGRAPHIQUES.

Les grandeurs photographiques données dans le Catalogue des coordonnées rectilignes sont essentiellement des grandeurs relatives ou, pour parler d'une manière plus exacte, ce sont des diamètres exprimés en grandeurs stellaires d'après une échelle adoptée de diamètres correspondant à une échelle de grandeurs.

Cette échelle est la suivante, fondée sur les mesures photométriques des étoiles-types Kapteyn-Pritchard :

Diamètre.	Grandeur photographique.	Diamètre.	Grandeur photographique.
8,0	8,09	5,0	9,59
7,8	8,17	4,8	9,72
7,6	8,25	4,6	9,85
7,4	8,34	4,4	9,99
7,2	8,42	4,2	10,14
7,0	8,51	4,0	10,30
6,8	8,61	3,8	10,46
6,6	8,70	3,6	10,63
6,4	8,80	3,4	10,82
6,2	8,90	3,2	11,01
6,0	9,01	3,0	11,21
5,8	9,12	2,8	11,43
5,6	9,23	2,6	11,67
5,4	9,34	2,4	11,93
5,2	9,46		

C'est l'échelle moyenne qui se trouve établie dans mon Mémoire sur la détermination des grandeurs photographiques des étoiles du Catalogue, faisant partie du Tome II du *Bulletin du Comité permanent*, pages 383 à 428.

Les diamètres des images stellaires n'ont pas été mesurés micrométriquement; ils ont été estimés par comparaison avec la distance des deux fils parallèles de l'un des couples de fil du micromètre, puis transformés immédiatement par l'observateur, et d'une manière pour ainsi dire intuitive, en grandeurs. Ceci demande quelques explications :

Si l'on suppose que l'intervalle des fils du couple employé conserve la valeur invariable

*Alger, Coord. rect.*

*f*

de 8",0, on voit, d'après le Tableau précédent, qu'à toute étoile dont l'image remplit exactement la distance des fils, l'échelle moyenne attribue la grandeur photographique 8,1; que toute étoile dont le diamètre est les  $\frac{9}{10}$  de la distance des fils est considérée comme étant de la grandeur 8,4 et ainsi de suite. On a, en définitive, le Tableau de correspondance que voici, en prenant pour unité l'intervalle invariable de 8",0 :

Diamètre.	Grandeur photographique.
1,0.....	8,1
0,9.....	8,4
0,8.....	8,8
0,7.....	9,2
0,6.....	9,7
0,5.....	10,3
0,4.....	11,0
$\frac{1}{3}$ .....	11,5

Le diamètre de  $\frac{1}{3}$ , soit 2",67 ou 0<sup>mm</sup>,045, correspondant à la grandeur 11,5 dans les conditions de notre échelle moyenne, est ce que j'ai considéré comme la limite des images mesurables. Entre les limites 0,5 et  $\frac{1}{3}$ , qui correspondent aux grandeurs 10,3 et 11,5, les images ne sont pas toujours parfaitement noires; alors il est probable que la grandeur n'est plus fonction du diamètre seul, mais il est certain que, dans tous les cas de cette nature, la détermination de la grandeur est sujette à de fortes incertitudes, quelle que soit la méthode employée.

L'expérience nous a montré que tout observateur, après s'être bien pénétré de cette correspondance entre les fractions de l'intervalle des fils et les grandeurs, arrive très facilement, en quelques jours d'exercice, à énoncer la grandeur par la simple comparaison de l'intervalle des fils avec l'image de l'étoile, intuitivement ramenée à la forme circulaire, quand, par suite de sa position excentrique sur le cliché, l'image de l'étoile présente un allongement sensible.

On a reconnu d'ailleurs que, dans l'intérieur d'un cercle de 50' de rayon, les allongements restent peu considérables. En dehors de ce cercle, ils augmentent rapidement, et l'incertitude des évaluations de grandeur croît en même temps; mais les étoiles de cette région éloignée du centre du cliché se retrouvent dans la région centrale du cliché adjacent, et, par conséquent, dans des conditions favorables pour l'évaluation de la grandeur.

Pour exercer les observateurs à l'application de cette méthode, on leur fait estimer sur un cliché les grandeurs de plusieurs centaines d'étoiles, dont les diamètres ont été préalablement mesurés avec beaucoup de soin, de manière à se procurer les éléments nécessaires pour calculer les grandeurs des étoiles et pouvoir ainsi contrôler les résultats obtenus par l'estime.

En comparant deux séries d'estimations faites sur un même cliché par le même observateur et d'une manière tout à fait indépendante, à plusieurs jours de distance, on a trouvé que, dans aucun cas, l'erreur probable d'une évaluation isolée ne dépassait 0<sup>gr</sup>,09; et ce résultat ne diffère pas sensiblement de celui que l'on obtient pour l'erreur probable



d'une grandeur calculée d'après les mesures micrométriques, avec un seul pointé sur chacun des deux bords des images stellaires dans la direction des deux axes de leur ellipse.

Dans ce qui précède, j'ai supposé que l'intervalle des fils auquel on comparait les diamètres des étoiles photographiées avait une valeur constante; il est à peine nécessaire de dire maintenant que l'on détermine la valeur de cet intervalle au commencement et à la fin de chacune des séries de mesures effectuées sur un cliché. Une Table permet ensuite de corriger les grandeurs en tenant compte de la différence entre la valeur actuelle de l'intervalle des fils et sa valeur théorique de  $8''$ , 0.

Les grandeurs ainsi corrigées sont celles que nous inscrivons sur les feuilles du Catalogue des coordonnées rectilignes. Pour obtenir leurs corrections relatives à la soirée de la pose, il nous faudrait avoir à notre disposition les grandeurs photographiques absolues d'un certain nombre des étoiles du cliché; nous n'en sommes pas encore là. Cependant, pour apprécier, dans une certaine mesure, l'influence de la soirée d'observation, et afin de préparer une base pour les discussions ultérieures, nos grandeurs photographiques relatives sont comparées aux valeurs correspondantes des zones d'Argelander; les résultats moyens de cette comparaison sont imprimés, dans le Catalogue, sous la désignation  $\Delta m$  à la suite des Notes concernant chaque cliché, et avec les initiales des observateurs.

Ce que nous appelons ici  $\Delta m$  est la moyenne des différences entre les grandeurs d'Argelander et les grandeurs estimées photographiquement. En désignant par  $m_a$  la grandeur d'Argelander pour une étoile du Catalogue, par  $m_p$  la grandeur photographique estimée de cette étoile, et par  $N$  le nombre des étoiles comparées, nous avons donc

$$\Delta m = \frac{\Sigma(m_a - m_p)}{N}.$$

Nous donnons également, avec le nombre  $N$ , l'erreur probable  $\epsilon$  de la différence  $\Delta m$ , déduite au moyen de l'ensemble des valeurs individuelles  $(m_a - m_p)$ .

#### IV. — MÉTHODES EMPLOYÉES POUR LA DÉTERMINATION DES CONSTANTES D'UN CLICHÉ AU MOYEN DES ÉTOILES DE REPÈRE.

Nous allons d'abord rappeler un certain nombre de formules établies dans la première section de ce Mémoire.

Soient

$\alpha$ ,  $\delta$  l'ascension droite et la déclinaison, pour 1900, d'une étoile dont l'image se trouve sur un cliché ( $\alpha$  et  $\delta$  étant corrigées, s'il y a lieu, du mouvement propre pour l'époque à laquelle a été photographié le cliché);

$\alpha_0$ ,  $\omega_0$  l'ascension droite et la déclinaison du centre du cliché pour l'époque 1900,0;

$X_c$ ,  $Y_c$  les coordonnées rectangulaires vraies de l'étoile considérée, calculées au moyen des coordonnées équatoriales  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\alpha_0$ ,  $\omega_0$ , et exprimées en minutes d'arc.

Les expressions rigoureuses de  $X_c$ ,  $Y_c$ , en fonction de  $\delta$ ,  $\omega_0$ , et de la différence  $\alpha - \lambda_0$ , sont les suivantes

$$(1) \quad \begin{cases} X_c \sin i' = \frac{\cos \delta \sin(\alpha - \lambda_0)}{\sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}, \\ Y_c \sin i' = \frac{\sin \delta \cos \omega_0 - \cos \delta \sin \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}{\sin \delta \sin \omega_0 + \cos \delta \cos \omega_0 \cos(\alpha - \lambda_0)}, \end{cases}$$

qui équivalent à celles-ci

$$(2) \quad \begin{cases} X_c \sin i' = \tan(\alpha - \lambda_0) \sec \tau \cos(\omega_0 + \tau), \\ Y_c \sin i' = \tan \tau, \end{cases}$$

dans lesquelles on a posé

$$\tan(\omega_0 + \tau) = \tan \delta \sec(\alpha - \lambda_0).$$

#### TRANSFORMATION DE CES FORMULES POUR LE CALCUL PRATIQUE DES $X_c$ ET DES $Y_c$ .

1° *Expression des  $X_c$ .* — En posant

$$(3) \quad \lambda = \sec \tau \cos(\omega_0 + \tau),$$

nous avons

$$(4) \quad X_c \sin i' = \lambda \tan(\alpha - \lambda_0) = \tan(\alpha - \lambda_0) + (\lambda - 1) \tan(\alpha - \lambda_0).$$

On a, d'ailleurs, identiquement

$$(5) \quad \tan(\alpha - \lambda_0) = \alpha - \lambda_0 + [\tan(\alpha - \lambda_0) - (\alpha - \lambda_0)].$$

Il en résulte

$$(6) \quad \begin{aligned} X_c \sin i' = & \alpha - \lambda_0 + \tan(\alpha - \lambda_0) - (\alpha - \lambda_0) \\ & + (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0) \\ & + (\lambda - 1)[\tan(\alpha - \lambda_0) - (\alpha - \lambda_0)]. \end{aligned}$$

La différence  $\alpha - \lambda_0$  sera donnée en secondes de temps; exprimons-la par  $(\alpha - \lambda_0)_s$ , tandis que sa valeur en minutes d'arc sera représentée par  $(\alpha - \lambda_0)'$ . On aura

$$(\alpha - \lambda_0)' = \frac{1}{4} (\alpha - \lambda_0)_s,$$

et la formule (6) montre qu'on obtiendra la valeur de  $X_c$  en minutes d'arc en ajoutant à  $\frac{1}{4}(\alpha - \lambda_0)_s$ , les trois corrections suivantes

$$(7) \quad \begin{cases} \beta_1 = \frac{1}{\sin i'} [\tan(\alpha - \lambda_0)' - (\alpha - \lambda_0)'], \\ \beta_2 = (\alpha - \lambda_0)' (\lambda - 1), \\ \beta_3 = \beta_1 (\lambda - 1), \end{cases}$$

c'est-à-dire que l'expression  $X_c$  en minutes d'arc sera

$$(8) \quad X_c = \frac{1}{4} (\alpha - \alpha_0) + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3.$$

La troisième correction  $\beta_3 (\lambda - 1)$  sera toujours négligeable.

La Table I, qui se trouve à la suite de cette Introduction et qui est commune à toutes les zones, donne la correction  $\beta_1$  en dix-millièmes de minute d'arc.

On verra un peu plus loin (p. XLVII et XLVIII) comment nous réduisons en Table le facteur  $\lambda - 1$  de la correction  $\beta_2$  et la correction  $\beta_2$  elle-même.

2° *Expression des  $Y_c$ .* — La troisième des formules (2) peut s'écrire

$$(9) \quad \text{tang } \delta = \text{tang}(\omega_0 + \eta) \cos(\alpha - \alpha_0);$$

par une théorie connue on en déduit pour  $\delta$  la série suivante :

$$(10) \quad \begin{aligned} \delta = \omega_0 + \eta &- \frac{1}{\sin 1'} \text{ tang}^2 \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0) \sin 2(\omega_0 + \eta) \\ &+ \frac{1}{2 \sin 1'} \text{ tang}^4 \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0) \sin 4(\omega_0 + \eta) \\ &- \frac{1}{3 \sin 1'} \text{ tang}^6 \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0) \sin 6(\omega_0 + \eta) \\ &+ \dots \end{aligned}$$

Pour les zones d'Alger, c'est-à-dire depuis  $\omega_0 = -2^\circ$  jusqu'à  $\omega_0 = +4^\circ$ , le premier terme du développement trigonométrique suffira toujours. Le deuxième terme ne deviendra sensible que pour des déclinaisons élevées; mais, même pour la déclinaison  $80^\circ$ , on pourra encore limiter le développement au deuxième terme.

En posant

$$(11) \quad d'_1 = \frac{1}{\sin 1'} \text{ tang}^2 \frac{1}{2} (\alpha - \alpha_0) \sin 2(\omega_0 + \eta),$$

nous aurons, pour l'expression de la déclinaison  $\delta$ , la formule

$$(12) \quad \delta = \omega_0 + \eta - d'_1.$$

La correction  $d'_1$ , déterminée par la formule (11) se trouve évaluée en minutes *et elle est toujours de même signe que  $\omega_0 + \eta$ .*

Pour les zones d'Alger, la valeur absolue de  $d'_1$  sera toujours inférieure à  $0',05$ , c'est-à-dire à 3 secondes d'arc. Nous avons calculé une Table (la Table III) qui donne cette correction pour chaque minute de l'argument  $(\alpha - \alpha_0)'$  et pour chaque dizaine de minutes de l'argument  $\omega_0 + \eta$  ou  $\delta$ .

La formule (12) nous permet de donner une forme très simple et très commode à l'expression de  $Y_c$ . Nous avons d'abord, par la seconde des formules (2),

$$Y_c \sin 1' = \text{tang } \eta,$$

ce qui peut s'écrire

$$Y_c \sin 1' = \eta + (\text{tang } \eta - \eta).$$

En supposant  $\eta$  exprimé en minutes d'arc, puis faisant

$$(13) \quad \beta'_1 = \text{tang } \eta - \tau,$$

et substituant l'expression de  $\eta$  tirée de la formule (12), nous obtenons

$$(14) \quad Y_c = \delta - \omega_0 + \beta'_1 + d'_1.$$

La correction  $\beta'_1$  qui entre ainsi dans le calcul des  $Y_c$  a le signe de  $\eta$ ; elle a la même signification que la correction  $\beta_1$  pour le calcul des  $X_c$ , mais elle a pour argument  $\eta$  au lieu de  $\alpha - \lambda_0$ . Or nous avons la relation

$$\eta = \delta - \omega_0 + d'_1 \quad [\text{formule (12)}];$$

mais, à cause de la petitesse du terme  $d'_1$ , nous prendrons simplement  $\delta - \omega_0$  pour l'argument de la correction  $\beta'_1$ .

La même Table I, qui donne  $\beta_1$  avec l'argument  $\alpha - \lambda_0$  pour le calcul de  $X_c$ , fournira donc aussi  $\beta'_1$  avec l'argument  $\delta - \omega_0$  pour le calcul des  $Y_c$ .

Quant à la correction  $d'_1$ , on voit par la formule (11) qu'elle dépend des deux arguments  $\alpha - \lambda_0$  et  $\omega_0 - \eta$ . Or la quantité  $\eta$  est encore inconnue, puisqu'elle est liée à  $d'_1$  par la relation

$$\omega_0 + \tau = \delta + d'_1;$$

mais on pourra procéder par approximations successives. Négligeant d'abord  $d'_1$  dans la relation précédente, nous entrerons dans la Table III avec l'argument horizontal  $\delta$  et nous en tirerons une valeur approchée de  $d'_1$ ; soit  $(d'_1)_1$ , cette valeur approchée.

Entrant de nouveau dans la Table, mais cette fois avec l'argument horizontal  $\delta + (d'_1)_1$ , nous obtiendrons une nouvelle valeur approchée  $(d'_1)_2$ , et ainsi de suite.

Pour les zones d'Alger, la première approximation obtenue avec l'argument  $\delta$  suffira toujours. Examinons le cas pour des zones de déclinaison plus élevées, par exemple pour  $\omega_0 = 24^\circ$ .

Nous prendrons pour la différence  $\alpha - \lambda_0$  et pour la déclinaison  $\delta$  d'une étoile du cliché les plus grandes valeurs  $(\alpha - \lambda_0)_m$  et  $\delta_m$  compatibles avec la déclinaison du centre. Ces valeurs sont aisément déterminées par les formules

$$\begin{aligned} \text{tang}(\alpha - \lambda_0)_m &= X_m \sin 1' \cos \tau_m \sec(\omega_0 + \tau)_m, \\ \text{tang } \delta_m &= \text{tang}(\omega_0 + \tau)_m \cos(\alpha - \lambda_0)_m, \end{aligned}$$

dans lesquelles on fait

$$X_m = 65', \quad \tau_m = 65'.$$

On trouve ainsi

$$(\alpha - \lambda_0)_m = 1^\circ 11' 44'', 70, \quad \delta_m = 25^\circ 4' 42'', 91.$$

Calculons maintenant  $d'_1$  par la formule (11) en adoptant successivement pour l'argument  $\omega_0 + \tau$  sa valeur approchée  $\delta_m$  et sa valeur exacte  $(\omega_0 + \tau)_m$ . Nous trouverons :

Argument $\delta_m$ .....	$d'_1 = + 0', 28755$
Argument $(\omega_0 + \tau)_m$ .....	$d'_1 = + 0', 28759$

Ainsi, dans le cas le plus défavorable, la différence entre les deux valeurs de  $d'_1$  n'atteint pas un dix-millième de minute. Il serait donc encore permis, pour cette zone  $24^\circ$ , de substituer l'argument  $\delta$  à l'argument  $\omega_0 + \eta$  dans le calcul de la correction  $d'_1$ .

*Réduction en Table du facteur  $\lambda - 1$  et de la correction  $\beta_2$ .* — D'après son expression résultant de la formule (3), le facteur  $\lambda - 1$  est nul pour la zone équatoriale, c'est-à-dire pour  $\omega_0 = 0$ . Si l'on attribue à  $\eta$  les plus grandes valeurs compatibles avec les dimensions du cliché, on trouve que la valeur absolue de  $\lambda - 1$  n'atteint jamais 0,004 dans la zone  $4^\circ$  et 0,095 dans la zone  $24^\circ$ .

Pour une zone déterminée, de déclinaison  $\omega_0$ , il est très facile de construire une Table des valeurs de  $\lambda - 1$ , avec l'argument  $\eta$  variant de minute en minute. On en déduit ensuite une Table fournissant les valeurs du produit  $(\alpha - \alpha_0)(\lambda - 1)$ , c'est-à-dire de la correction  $\beta_2$ .

Nous avons fait ce travail pour les valeurs de  $\omega_0$  relatives à nos zones d'Alger. On en trouve les éléments dans le Tableau suivant qui donne les valeurs de  $\lambda - 1$  pour chaque dizaine de minutes de l'argument  $\eta$  depuis  $-70'$  jusqu'à  $+70'$ . Les valeurs de  $\lambda - 1$  sont exprimées en unités de la sixième décimale.

Valeurs du facteur  $\lambda - 1$  en unités de la sixième décimale.

$\eta$	$\omega_0$						
	$-2^\circ$	$-1^\circ$	$0^\circ$	$+1^\circ$	$+2^\circ$	$+3^\circ$	$+4^\circ$
$-70'$	-1320	-508	0	+203	+102	-305	-1015
60	1218	457	0	152	0	457	1218
50	1117	406	0	102	-102	609	1421
40	1015	355	0	+51	203	761	1624
30	914	305	0	0	305	914	1827
20	812	254	0	-51	406	1066	2030
$-10$	711	203	0	102	508	1218	2233
0	609	152	0	152	609	1370	2436
$+10$	508	102	0	203	711	1523	2639
20	406	-51	0	254	812	1675	2842
30	305	0	0	305	914	1827	3045
40	203	+51	0	355	1015	1979	3248
50	-102	102	0	406	1117	2132	3451
60	0	152	0	457	1218	2284	3654
$+70$	+102	+203	0	-508	-1320	-2436	-3857

On voit par ce Tableau, comme on pouvait d'ailleurs le remarquer *a priori* d'après l'expression de  $\lambda$ , savoir :

$$\lambda = \sec \eta \cos(\omega_0 + \eta),$$

que le facteur  $\lambda - 1$  reprend la même valeur lorsqu'on change de signe à la fois  $\eta$  et  $\omega_0$ . Il en résulte que la Table des valeurs de la correction  $\beta_2$ , construite pour les valeurs positives de  $\omega_0$ , s'applique aussi aux valeurs négatives de  $\omega_0$ , pourvu que l'on change le signe de  $\eta$ . C'est ainsi que notre Table II, construite pour les valeurs de  $\omega_0$ ,

1°, 2°, 3°, 4°,

suffit pour toutes nos zones. Elle a pour argument vertical  $\eta$  et pour argument horizontal  $(\alpha - \alpha_0)'$ ; et elle est disposée de manière qu'il n'y ait presque point d'interpolation à effectuer dans le sens vertical.

En ce qui concerne les zones d'Alger, on peut prendre indifféremment pour l'argument vertical  $\delta - \omega_0$  ou  $\eta$  sans que l'erreur commise atteigne jamais de ce chef un dix-millième de minute. Mais si l'on voulait appliquer le même procédé de calcul à des zones de déclinaison plus élevées, il ne serait plus permis, pour toutes les étoiles du cliché, de substituer l'argument  $\delta - \omega_0$  à l'argument  $\eta$ . Dans ce cas, on commencerait par calculer les  $Y_c$ ; puis, au moyen de la correction  $d_1'$  qui entre dans l'expression de  $Y_c$ , on aurait, pour l'argument vertical de la Table II,

$$\eta = \delta - \omega_0 + d_1'.$$

En résumé, le calcul des  $X_c$  et des  $Y_c$  donne lieu à l'emploi de trois Tables :

*Table I*, fournissant la correction  $\beta_1$  ou  $\beta_1'$ , qu'il faut appliquer aux arcs pour les ramener aux tangentes. Elle a pour argument  $(\alpha - \alpha_0)'$  dans le calcul des  $X_c$  et  $\delta - \omega_0$  dans le calcul des  $Y_c$ .

Les valeurs numériques des arguments sont choisies de manière que l'on n'ait aucune interpolation à effectuer.

Les nombres de la Table expriment des dix-millièmes de minute d'arc.

Enfin la correction  $\beta_1$  ou  $\beta_1'$  doit toujours être ajoutée à la valeur absolue de  $(\alpha - \alpha_0)'$  ou de  $\delta - \omega_0$ .

*Table II des valeurs de la correction  $\beta_2 = (\alpha - \alpha_0)' (\lambda - 1)$* , qu'il faut appliquer à la différence  $(\alpha - \alpha_0)'$  pour la réduire à  $X_c$ . Cette Table a pour argument vertical  $\eta$  ou  $\delta - \omega_0$  et pour argument horizontal  $(\alpha - \alpha_0)'$ .

Elle est construite pour les valeurs positives de  $\omega_0$  et pour les valeurs positives de la différence  $(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour les valeurs *negatives* de  $\omega_0$ , il faut changer le signe de l'argument vertical  $\delta - \omega_0$ .

Pour une valeur *negative* de  $(\alpha - \alpha_0)'$ , il faut changer le signe du nombre fourni par la Table.

*Table III*. — Cette Table donne la correction  $d_1'$  qu'il faut appliquer à la différence  $\delta - \omega_0$  convertie en tangente pour la réduire à  $Y_c$ .

Elle a pour argument vertical  $(\alpha - \alpha_0)'$  et pour argument horizontal  $\omega_0 + \eta$  ou  $\delta$ .

L'argument vertical croît de minute en minute, l'argument horizontal de dizaine en dizaine de minutes.

La correction  $d_1'$  doit être prise de même signe que  $\omega_0 + \eta$  pour la transformation des déclinaisons en  $Y$ .

Elle serait de signe contraire pour la transformation inverse des  $Y$  en déclinaisons.

*Exemple des opérations à effectuer pour obtenir les valeurs des coordonnées rectangulaires relatives à l'une des étoiles de repère d'un cliché.* — Les données sont suppo-

sées les suivantes :

Pour l'étoile de repère.....  $\alpha = 0^h 8^m 27^s, 56$      $\delta = -2^\circ 4' 58'', 0$   
 Pour le centre du cliché.....  $\alpha_0 = 0^h 12^m$      $(\delta)_0 = -1^\circ$

*Calcul de  $Y_c$ .*

*Calcul de  $X_c$ .*

<p style="text-align: center;"><math>\delta - (\delta)_0 = -64', 9667</math></p> <p>Table I : Argument <math>\eta</math>..... <math>\beta_1 = - 0077</math></p> <p>Table III : Arg. <math>\delta</math> et <math>(\alpha - \alpha_0)'</math>. <math>d_1 = - 0149</math></p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><math>Y_c = - 64', 9893</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>(\alpha - \alpha_0)_s = -212', 44, \frac{1}{4}(\alpha - \alpha_0)_s = -53', 1100</math></p> <p>Table I : Argument <math>(\alpha - \alpha_0)'</math>. <math>\beta_1 = - 0042</math></p> <p>Table II : Arg. <math>\eta</math> et <math>(\alpha - \alpha_0)'</math>. <math>\beta_2 = + 0256</math></p> <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> <p style="text-align: center;"><math>X_c = - 53', 0886</math></p>
---	--

Conformément à la remarque faite plus haut, on a pris  $\delta - \delta_0$  pour  $\eta$ .

En effectuant les calculs au moyen des formules rigoureuses, on trouve exactement les mêmes valeurs :

$$Y_c = - 64', 9893, \quad X_c = - 53', 0886.$$

**ÉQUATIONS RÉSULTANT DE LA COMPARAISON DES COORDONNÉES RECTILIGNES MESURÉES  
 AUX COORDONNÉES RECTILIGNES CALCULÉES.**

Les valeurs X et Y des coordonnées rectilignes qui sont fournies au calculateur sous le nom de *coordonnées mesurées*, ne sont pas les résultats bruts des mesures. Elles contiennent des corrections provenant :

- a. Des erreurs de division du réseau et des erreurs de la vis micrométrique s'il y a lieu ;
- b. De ce que la distance de deux traits consécutifs du réseau, dans le sens des abscisses et dans celui des ordonnées, n'est pas exactement de cinq tours.

Ces corrections faites, chacune des coordonnées X et Y se trouve exprimée au moyen d'une unité de longueur qui est *la cinquième partie de l'intervalle de deux traits consécutifs du réseau*. Pour convertir les coordonnées en minutes d'arc, il faudra les multiplier par un certain facteur T qui, dans l'instrument d'Alger, a pour valeur moyenne

(15) 
$$T = 0,989.$$

En réalité, la valeur de l'échelle variera d'un cliché à l'autre, et nous aurons, pour un cliché quelconque, en désignant par  $\tau$  la valeur de la différence  $T - 1$ , qui convient spécialement pour ce cliché,

(16) 
$$T = 1 + \tau.$$

Cela posé, chaque étoile de repère fournit deux équations telles que les suivantes :

(17) 
$$\begin{cases} X_c = \Delta x + X(1 + \tau) + iY(1 + \tau), \\ Y_c = \Delta y + Y(1 + \tau) - iX(1 + \tau), \end{cases}$$

Dans ces équations :

$X_c, Y_c$  désignent les coordonnées rectilignes, calculées comme on l'a expliqué précédemment ;

X, Y sont les coordonnées rectilignes mesurées, telles qu'elles sont fournies au calculateur après l'application des corrections indiquées plus haut sous les marques (a) et (b);

$\Delta x, \Delta y$  sont des quantités inconnues qui dépendent des erreurs de centrage du cliché en ascension droite et en déclinaison. Mais ces quantités ne demeurent pas constantes dans toute l'étendue d'un cliché. Si l'on désigne par  $\Delta \lambda_0$  et  $\Delta \varpi_0$  les corrections qu'il faut appliquer algébriquement aux coordonnées théoriques  $\lambda_0$  et  $\varpi_0$  du centre pour obtenir ses coordonnées réelles  $\lambda'_0$  et  $\varpi'_0$ , c'est-à-dire si l'on pose

$$(18) \quad \begin{cases} \lambda'_0 = \lambda_0 + \Delta \lambda_0, & \varpi'_0 = \varpi_0 + \Delta \varpi_0, \\ X' = X(1 + \tau), & Y' = Y(1 + \tau), \end{cases}$$

on aura, comme on l'a vu dans la Section I de cette Introduction (page xvi),

$$(19) \quad \begin{cases} \Delta x = (1 - Y' \sin i' \tan \varpi_0) \cos \varpi_0 \Delta \lambda_0, \\ \Delta y = \Delta \varpi_0 + X' \sin i' \tan \varpi_0 \cos \varpi_0 \Delta \lambda_0; \end{cases}$$

ce sont les formules (26) de la page xvi dans lesquelles les produits  $S \cos \varpi$  et  $S \sin \varpi$  sont remplacés par les valeurs égales  $Y' \sin i'$  et  $X' \sin i'$ .

Enfin  $i$  désigne la correction d'orientation. Le signe qu'on lui a donné est celui de la différence : *Angle de position calculé* — *Angle de position observé*.

On a supposé de plus que les termes  $-\frac{1}{2}i^2 X(1 + \tau)$  et  $-\frac{1}{2}i^2 Y(1 + \tau)$  étaient négligeables.

Les équations de condition fournies par les X et les Y sont donc

$$(20) \quad \begin{cases} X_c = (1 - Y' \sin i' \tan \varpi_0) \cos \varpi_0 \Delta \lambda_0 + X(1 + \tau) + iY(1 + \tau), \\ Y_c = \Delta \varpi_0 + X' \sin i' \tan \varpi_0 \cos \varpi_0 \Delta \lambda_0 + Y(1 + \tau) - iX(1 + \tau) \end{cases}$$

ou bien

$$(21) \quad \begin{cases} X_c = (1 - mY')\xi + X(1 + \tau) + iY(1 + \tau), \\ Y_c = \Delta \varpi_0 + m\xi X' + Y(1 + \tau) - iX(1 + \tau), \end{cases}$$

en posant, pour abrégier l'écriture,

$$(22) \quad \begin{cases} m = \sin i' \tan \varpi_0, \\ \xi = \cos \varpi_0 \Delta \lambda_0. \end{cases}$$

Les coordonnées calculées  $X_c, Y_c$  qui forment les premiers membres des équations (21) sont des coordonnées *moyennes* pour l'époque 1900, tandis que les X et Y des seconds membres représentent les valeurs apparentes des coordonnées mesurées. Pour que les résultats du calcul fussent comparables à ceux des mesures, il faudrait donc transformer les  $X_c$  et  $Y_c$  en coordonnées apparentes pour l'époque du cliché, ou bien transformer les X et Y en coordonnées moyennes pour l'époque 1900. Supposons que l'on adopte ce dernier parti. Nous avons vu, dans la troisième Section de ce Travail, que les effets de la précession et de la nutation se réduisent à changer l'orientation et que l'effet de l'aberration équivaut à deux changements simultanés de l'orientation et de l'échelle. Désignons par  $\Delta i$



le changement total de l'orientation et par  $\Delta\tau$  celui de l'échelle; les expressions de  $\Delta i$  et  $\Delta\tau$  seront

Précession et nutation.	Aberration.	
$\Delta i = -g \sin(G + \lambda_0) \sec(\vartheta_0) - b \tan(\vartheta_0) \dots$	$\dots$	(pages xxviii et xxx)
$\Delta\tau = a \dots$	$\dots$	(page xxix)

Si l'on admet que les variations du deuxième ordre soient négligeables, les seconds membres des équations (21) se trouveront affranchis des effets des trois phénomènes considérés par la substitution de  $1 + \tau + \Delta\tau$  à la place de  $1 + \tau$  et par celle de  $i + \Delta i$  à la place de  $i$ ; mais nous n'effectuerons pas cette substitution dans les petits termes  $mY'$  et  $mX'$ . Posons

$$1 + \tau + \Delta\tau = 1 + \tau', \quad i + \Delta i = i';$$

les équations (21) deviennent alors

$$(23) \quad \begin{cases} X_c = (1 - mY')\xi + X(1 + \tau') + i'Y(1 + \tau'), \\ Y_c = \Delta(\vartheta_0) + m\xi X' + Y(1 + \tau') - i'X(1 + \tau'). \end{cases}$$

Les quantités  $1 + \tau$  et  $i$  sont les valeurs de l'échelle et de l'orientation pour l'époque du cliché;  $1 + \tau'$  et  $i'$  sont les valeurs des mêmes éléments pour l'époque 1900; on obtiendra ces dernières en résolvant le système des équations (23) pour l'ensemble des étoiles de repère, sans avoir besoin d'appliquer aux  $X$  et aux  $Y$  aucune correction du fait de la précession, de la nutation et de l'aberration différentielles. Et de même, lorsqu'au moyen des valeurs trouvées pour  $1 + \tau'$  et  $i'$  on réduira les coordonnées rectilignes d'une étoile quelconque, mesurées sur le cliché, on aura immédiatement les valeurs moyennes de ces coordonnées pour l'époque 1900.

Nous attribuerons dorénavant à  $1 + \tau$  et  $i$  la signification de  $1 + \tau'$  et de  $i'$ .

Il nous reste à examiner le cas de la réfraction. Nous avons vu (p. xxv) que, pour tenir compte des termes du premier ordre de la réfraction différentielle, il faut appliquer les corrections suivantes aux coordonnées mesurées :

$$\begin{aligned} X' - X &= \left( K + K \tan^2 \zeta \sin^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \tan \zeta \sin^2 q \right) X \\ &\quad + \left( K \tan^2 \zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \tan \zeta \sin q \cos q \right) Y, \\ Y' - Y &= \left( K + K \tan^2 \zeta \cos^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \tan \zeta \cos^2 q \right) Y \\ &\quad + \left( K \tan^2 \zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \tan \zeta \sin q \cos q \right) X, \end{aligned}$$

formules dans lesquelles on doit prendre

$$\begin{aligned} K &= (59'', 225 - 0'', 066 \tan^2 \zeta) \sin 1'', \\ \frac{dK}{d\zeta} &= -0'', 132 \tan \zeta \sec^2 \zeta \sin 1''. \end{aligned}$$

Ces résultats s'accordent avec ceux que MM. H. Turner, Pr. Henry, B. Baillaud et d'autres astronomes encore ont obtenus par des voies très différentes de celle que nous avons suivie. Nous rappelons de nouveau que nous avons supprimé le terme

$$- KY \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0$$

dans l'expression de  $X' - X$ , et le terme

$$+ KX \operatorname{tang} \zeta \sin q \operatorname{tang} \omega_0$$

dans celle de  $Y' - Y$ , parce que toute correction de la forme  $cY$  pour les abscisses et  $-cX$  pour les ordonnées peut être regardée comme comprise dans la valeur de  $i$ .

Il résulte de là que, si nous posons

$$(24) \quad \begin{cases} \rho = K + K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin^2 q, \\ \rho' = K + K \operatorname{tang}^2 \zeta \cos^2 q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \cos^2 q, \\ \frac{1}{2} \omega = K \operatorname{tang}^2 \zeta \sin q \cos q + \frac{dK}{d\zeta} \operatorname{tang} \zeta \sin q \cos q, \end{cases}$$

nous devons appliquer la correction

$$\rho X + \frac{1}{2} \omega Y \quad \text{aux abscisses}$$

et la correction

$$\rho' Y + \frac{1}{2} \omega X \quad \text{aux ordonnées.}$$

Alors les équations (23), où nous écrivons  $1 + \tau$  et  $i$  au lieu de  $1 + \tau'$  et  $i'$  nous donnent

$$(25) \quad \begin{cases} X_c - X = \xi + X(\tau + \rho) + Y[(i + \frac{1}{2} \omega)(1 + \tau + \rho') - m\xi(1 + \tau)], \\ Y_c - Y = \Delta \omega_0 + Y(\tau + \rho') - X[(i - \frac{1}{2} \omega)(1 + \tau + \rho) - m\xi(1 + \tau)]. \end{cases}$$

En développant le coefficient de  $Y$  dans la première de ces équations et celui de  $X$  dans la seconde, on a

$$i(1 + \tau) + i\rho' - \frac{1}{2} \omega(1 + \tau) + \frac{1}{2} \omega\rho' - m\xi(1 + \tau),$$

$$i(1 + \tau) + i\rho - \frac{1}{2} \omega(1 + \tau) - \frac{1}{2} \omega\rho - m\xi(1 + \tau);$$

or, dans ces expressions, nous pouvons évidemment faire les changements suivants :

1° Négliger les petits termes  $i\rho'$ ,  $\frac{1}{2} \omega\rho'$ ,  $i\rho$  et  $-\frac{1}{2} \omega\rho$ ;

2° Remplacer  $\tau$  par sa valeur moyenne  $\tau_0$  dans les coefficients de  $i$  et de  $\frac{1}{2} \omega$ . (Pour Alger, la valeur de  $\tau_0$  est  $-0,011$ .)

De cette manière, les équations (25) se trouvent remplacées par celles-ci :

$$(26) \quad \begin{cases} X_c - X = \xi + X(\tau + \rho) + Y(1 + \tau_0)(i + \frac{1}{2} \omega - m\xi), \\ Y_c - Y = \Delta \omega_0 + Y(\tau + \rho') - X(1 + \tau_0)(i - \frac{1}{2} \omega - m\xi). \end{cases}$$

Les valeurs numériques de  $\frac{1}{2} \omega$ ,  $\rho$ ,  $\rho'$  sont données dans les Tables IV pour chaque degré de déclinaison  $\omega_0$  depuis  $-2^\circ$  jusqu'à  $+4^\circ$ , et pour chaque minute de l'angle horaire  $H$  depuis  $23^{\text{h}} 0^{\text{m}}$  jusqu'à  $1^{\text{h}} 0^{\text{m}}$ .

Ces valeurs sont exprimées en unités de la sixième décimale. Elles se rapportent à la réfraction moyenne

$$\text{Baromètre} = 0^m, 760, \quad \text{thermomètre} = + 10^{\circ}.$$

Soit  $C$  le coefficient météorologique, c'est-à-dire le facteur thermo-barométrique par lequel on doit multiplier la réfraction moyenne pour obtenir la réfraction vraie, et posons

$$(27) \quad \left\{ \begin{array}{l} C\rho = \rho_c, \quad C\rho' = \rho'_c; \\ i - m\xi = i_1, \quad i_1(1 + \tau_0) = I; \\ \frac{1}{2} C\omega(1 + \tau_0) = \frac{1}{2} \omega_0. \end{array} \right.$$

Nous aurons la forme définitive des équations à résoudre, savoir :

$$(28) \quad \left\{ \begin{array}{l} X_c - X = \xi + X(\tau + \rho_0) + Y(I + \frac{1}{2}\omega_0), \\ Y_c - Y = \Delta\omega_0 + Y(\tau + \rho'_0) - X(I - \frac{1}{2}\omega_0). \end{array} \right.$$

Les inconnues qu'il s'agit de déterminer sont  $\xi$ ,  $\Delta\omega_0$ ,  $\tau$  et  $I$ .

RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS.

Soit  $n$  le nombre des étoiles de repère contenues dans le cliché. Nous aurons d'abord

$$(29) \quad \left\{ \begin{array}{l} \xi = \sum \left( \frac{X_c - X}{n} \right) - \sum \frac{X}{n} \rho_0 - \sum \frac{Y}{n} \frac{1}{2} \omega_0 - \sum \frac{X}{n} \tau - \sum \frac{Y}{n} I, \\ \Delta\omega_0 = \sum \left( \frac{Y_c - Y}{n} \right) - \sum \frac{Y}{n} \rho'_0 - \sum \frac{X}{n} \frac{1}{2} \omega_0 - \sum \frac{Y}{n} \tau + \sum \frac{X}{n} I. \end{array} \right.$$

Posant ensuite

$$(30) \quad \left\{ \begin{array}{l} (X_c - X) - \sum \left( \frac{X_c - X}{n} \right) = \alpha, \quad (Y_c - Y) - \sum \left( \frac{Y_c - Y}{n} \right) = \beta, \\ X - \sum \frac{X}{n} = a, \quad Y - \sum \frac{Y}{n} = b, \end{array} \right.$$

nous aurons, pour déterminer  $\tau$  et  $I$ , un système de  $2n$  équations de la forme suivante :

$$(31) \quad \left\{ \begin{array}{l} a\tau + bI = \alpha - a\rho_0 - \frac{1}{2} b\omega_0, \\ b\tau - aI = \beta - b\rho'_0 - \frac{1}{2} a\omega_0. \end{array} \right.$$

Traitées par la méthode des moindres carrés, ces équations donnent

$$(32) \quad \left\{ \begin{array}{l} \tau \sum (a^2 + b^2) = \sum (a\alpha + b\beta) - \omega_0 \sum ab - \rho'_0 \sum b^2, \\ I \sum (a^2 + b^2) = \sum (b\alpha - a\beta) + (\rho_0 - \rho'_0) \sum ab + \frac{1}{2} \omega_0 \sum a^2. \end{array} \right.$$

Ayant ainsi calculé  $\tau$  et  $I$ , on formera les expressions

$$(33) \quad \left\{ \begin{array}{l} \tau_x = \tau + \rho_0, \quad \tau_y = \tau + \rho'_0, \\ I + \tau_x = T_x, \quad I + \tau_y = T_y, \\ I + \frac{1}{2} \omega_0 = i_x, \quad I - \frac{1}{2} \omega_0 = i_y, \end{array} \right.$$

et l'on aura, pour les corrections du centre du cliché,

$$(34) \quad \begin{cases} \xi = \sum \left( \frac{X_c - X}{n} \right) - \tau_x \sum \frac{X}{n} - i_x \sum \frac{Y}{n}, \\ \Delta \omega_0 = \sum \left( \frac{Y_c - Y}{n} \right) - \tau_y \sum \frac{Y}{n} + i_y \sum \frac{X}{n}. \end{cases}$$

Enfin, pour une étoile quelconque du cliché, les coordonnées calculées  $X_c$ ,  $Y_c$  s'obtiendront, en partant des coordonnées mesurées  $X$ ,  $Y$ , au moyen des formules

$$(35) \quad \begin{cases} X_c = X + \xi + X\tau_x + Yi_x, \\ Y_c = Y + \Delta \omega_0 + Y\tau_y - Xi_y. \end{cases}$$

En particulier, les formules (35) fourniront pour chaque étoile de repère les résidus  $X_c - X'$  et  $Y_c - Y'$  de la substitution des valeurs de  $\xi$ ,  $\Delta \omega_0$ ,  $\tau$  et  $I$  dans les équations de condition en désignant par  $X'$  et  $Y'$  les valeurs corrigées des coordonnées rectilignes  $X$  et  $Y$ .

On peut aussi prendre pour inconnues  $i_x$  et  $\tau_x$ . Alors les équations qui déterminent ces inconnues sont

$$(36) \quad \begin{cases} \tau_x \sum (a^2 + b^2) = \sum (ax + b\beta) - (\rho'_0 - \rho_0) \sum b^2 - \omega_0 \sum ab, \\ i_x \sum (a^2 + b^2) = \sum (bx - a\beta) + (\rho'_0 - \rho_0) \sum ab + \omega_0 \sum a^2. \end{cases}$$

Ensuite on formera

$$(37) \quad \begin{cases} \tau_y = \tau_x + (\rho'_0 - \rho_0), \\ i_y = i_x - \omega_0. \end{cases}$$

Telle est la méthode employée pour la détermination des constantes de nos clichés. Les calculs sont effectués par MM. Boinot, Maubant, Poirion et Pourteau, sous le contrôle de MM. Bossert et Schulhof à qui nous exprimons ici nos plus vifs remerciements pour leur précieuse collaboration.

#### CAS OU L'ON VEUT SUPPRIMER UNE ÉTOILE DE REPÈRE OU BIEN EN AJOUTER UNE NOUVELLE.

I. Voici le cas qui peut se présenter : L'examen des résidus  $X_c - X$ ,  $Y_c - Y$  a montré que la position adoptée de l'une des étoiles de repère est défectueuse, soit qu'il existe une erreur matérielle dans le Catalogue auquel on a emprunté la position, soit que l'étoile ait un mouvement propre considérable et inconnu. On s'est assuré, d'ailleurs, que l'écart anormal en présence duquel on se trouve ne provient pas d'une erreur dans la mesure de  $X$  ou de  $Y$ . Dans ce cas, on a parfaitement le droit de ne pas faire concourir cette étoile à la détermination des constantes, et la forme même des équations (32) ou (36) permet d'opérer la suppression de l'étoile d'une manière très simple, sans avoir à recommencer tous les calculs.

Considérons, par exemple, la quantité

$$(38) \quad \sum_1^n a\alpha = a_1\alpha_1 + a_2\alpha_2 + \dots + a_s\alpha_s + \dots + a_n\alpha_n,$$

$n$  désignant le nombre total des étoiles de repère et l'indice  $s$  se rapportant à l'étoile que l'on veut écarter. Il s'agit de calculer la variation  $\Delta \sum_1^n a\alpha$  résultant de la suppression de l'étoile  $s$ . Cette variation consiste :

- 1° Dans la disparition du produit  $a_s\alpha_s$ ;
- 2° Dans le changement que subit chacun des  $n - 1$  autres produits analogues lorsque le nombre des étoiles de repère se trouve réduit de  $n$  à  $n - 1$ .

On aura donc, en désignant par  $\Delta a$  et  $\Delta \alpha$  les variations de  $a$  et de  $\alpha$ ,

$$(39) \quad \Delta \sum_1^n (a\alpha) = -a_s\alpha_s + \sum_1^{n-1} \alpha \Delta a + \sum_1^{n-1} a \Delta \alpha + \sum_1^{n-1} \Delta a \Delta \alpha.$$

Il faut maintenant calculer  $\Delta a$  et  $\Delta \alpha$  en partant de la définition des quantités  $a$  et  $\alpha$ , savoir :

$$a = X - \frac{1}{n} \sum_1^n X, \quad \alpha = X_c - X - \frac{1}{n} \sum_1^n (X_c - X).$$

Lorsqu'on supprime l'étoile  $s$ , on a, pour l'une quelconque des étoiles restantes,

$$a' = X - \frac{1}{n-1} \sum_1^{n-1} X, \quad \alpha' = X_c - X - \frac{1}{n-1} \sum_1^{n-1} (X_c - X);$$

Or on a

$$\sum_1^{n-1} X = \sum_1^n X - X_s, \quad \sum_1^{n-1} (X_c - X) = \sum_1^n (X_c - X) - (X_c - X)_s;$$

par conséquent, on a, pour  $\Delta a$  et  $\Delta \alpha$ , les valeurs constantes

$$(40) \quad \Delta a = a' - a = \frac{1}{n-1} a_s, \quad \Delta \alpha = \alpha' - \alpha = \frac{1}{n-1} \alpha_s,$$

et alors la formule (39) devient

$$(41) \quad \Delta \sum_1^n (a\alpha) = -a_s\alpha_s + \frac{a_s}{n-1} \sum_1^{n-1} \alpha + \frac{\alpha_s}{n-1} \sum_1^{n-1} a + \frac{a_s\alpha_s}{n-1}.$$

Nous avons, d'ailleurs,

$$\sum_1^{n-1} \alpha = \sum_1^n \alpha - \alpha_s,$$

$$\sum_1^{n-1} a = \sum_1^n a - a_s,$$

ou bien

$$(42) \quad \sum_1^{n-1} x = -x_s, \quad \sum_1^{n-1} a = -a_s,$$

à cause des relations évidentes

$$\sum_1^n x = 0, \quad \sum_1^n a = 0.$$

En substituant les expressions de  $\sum_1^{n-1} x$  et de  $\sum_1^{n-1} a$  dans la formule (41), on trouve immédiatement

$$(43) \quad \Delta \sum_1^n (ax) = -\frac{n}{n-1} (ax)_s.$$

Ainsi pour obtenir la correction de la quantité  $\sum (ax)$ , résultant de la suppression de l'étoile  $s$ , il suffit de multiplier par  $\frac{n}{n-1}$  l'élément  $(ax)_s$  de cette somme se rapportant à l'étoile et de retrancher algébriquement ce produit de la somme primitive.

Il est évident que la même règle s'applique à toutes les sommes qui concourent au calcul des inconnues par les formules (32) ou (36). On aura donc

$$(44) \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta \sum_1^n (ax + b\beta) = -\frac{n}{n-1} (ax + b\beta)_s, \\ \Delta \sum_1^n (bx - a\beta) = -\frac{n}{n-1} (bx - a\beta)_s, \\ \Delta \sum_1^n a^2 = -\frac{n}{n-1} a_s^2, \\ \Delta \sum_1^n ab = -\frac{n}{n-1} (ab)_s, \\ \Delta \sum_1^n b^2 = -\frac{n}{n-1} b_s^2, \\ \Delta \sum_1^n (a^2 + b^2) = -\frac{n}{n-1} (a^2 + b^2)_s. \end{array} \right.$$

Après avoir corrigé au moyen de ces formules les six quantités  $\sum (ax + b\beta)$ ,  $\sum (bx - a\beta)$ ,  $\sum a^2$ ,  $\sum ab$ ,  $\sum b^2$ ,  $\sum (a^2 + b^2)$ , on calculera de nouvelles valeurs des éléments  $\tau_x$ ,  $i_x$ ,  $\tau_y$  et  $i_y$  par les formules (32) et (33), ou bien par les formules (36) et (37). Ensuite, les relations (34) fourniront les nouvelles valeurs de  $\xi$  et de  $\Delta\omega_0$ ; mais, en appliquant ces relations, on n'oubliera pas que les valeurs de  $X$ ,  $Y$ ,  $X_c - X$  et  $Y_c - Y$

concernant l'étoile supprimée doivent être retranchées des sommes correspondantes  $\sum X$ ,  $\sum Y$ ,  $\sum (X_c - X)$ ,  $\sum (Y_c - Y)$ , et que le diviseur  $n$  doit être remplacé par  $n - 1$ .

II. Si l'on voulait, au contraire, ajouter une étoile à celles qui ont servi pour le calcul des constantes, l'expression de la correction à faire subir à chacune des sommes se déduirait des formules (44) en changeant le signe et en remplaçant au dénominateur  $n - 1$  par  $n + 1$ , l'indice  $s$  étant, d'ailleurs, considéré comme se rapportant à l'étoile supplémentaire. Pour le démontrer, considérons toujours la quantité

$$\sum_1^n a x = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n;$$

la somme correspondante, après l'addition de l'étoile  $s$ , est

$$\sum_1^{n+1} (a' x') = a'_1 x'_1 + a'_2 x'_2 + \dots + a'_n x'_n + a'_s a;$$

on a donc, pour la correction de la quantité  $\sum_1^n (a x)$ ,

$$\Delta \sum_1^n (a x) = a'_s a'_s + \sum_1^n \alpha \Delta a + \sum_1^n a \Delta x + \sum_1^n \Delta a \Delta x.$$

Les quantités  $a'$  et  $\alpha'$  pour toutes les étoiles,  $s$  comprise, ont pour expression

$$(45) \quad a' = X - \frac{1}{n+1} \sum_1^{n+1} X, \quad \alpha' = X_c - X - \frac{1}{n+1} \sum_1^{n+1} (X_c - X),$$

tandis que les  $a$  et  $\alpha$  correspondant aux  $n$  étoiles primitives ont été calculés par les formules

$$(46) \quad a = X - \frac{1}{n} \sum_1^n X, \quad \alpha = X_c - X - \frac{1}{n} \sum_1^n (X_c - X).$$

En remplaçant  $\sum_1^{n+1} X$  et  $\sum_1^{n+1} (X_c - X)$ , dans les formules (45), par les quantités équivalentes

$$X_s + \sum_1^n X \quad \text{et} \quad (X_c - X)_s + \sum_1^n (X_c - X),$$

on obtient

$$\Delta a = a' - a = -\frac{1}{n+1} \left( X_s - \frac{1}{n} \sum_1^n X \right),$$

$$\Delta \alpha = \alpha' - \alpha = -\frac{1}{n+1} \left[ (X_c - X)_s - \frac{1}{n} \sum_1^n (X_c - X) \right].$$

Si nous convenons d'appliquer les formules (46) à l'étoile supplémentaire, comme

aux  $n$  étoiles primitives, nous écrirons

$$X_s - \frac{1}{n} \sum_1^n X = a_s, \quad (X_c - X)_s - \frac{1}{n} \sum_1^n (X_c - X) = \alpha_s,$$

et alors il viendra

$$(47) \quad \Delta a = -\frac{a_s}{n+1}, \quad \Delta \alpha = -\frac{\alpha_s}{n+1};$$

il en résulte

$$\Delta \sum_1^n (a\alpha) = a'_s \alpha'_s - \frac{a_s}{n+1} \sum_1^n \alpha - \frac{\alpha_s}{n+1} \sum_1^n a + \frac{n}{(n+1)^2} a_s \alpha_s,$$

ou simplement

$$(48) \quad \Delta \sum_1^n (a\alpha) = a'_s \alpha'_s + \frac{n}{(n+1)^2} a_s \alpha_s,$$

puisque les deux quantités  $\sum_1^n \alpha$  et  $\sum_1^n a$  sont nulles.

Il ne reste plus qu'à exprimer  $a'_s$  et  $\alpha'_s$  en fonction de  $a_s$  et de  $\alpha_s$ , respectivement par les relations

$$a'_s = a_s - \frac{a_s}{n+1} = \frac{n}{n+1} a_s,$$

$$\alpha'_s = \alpha_s - \frac{\alpha_s}{n+1} = \frac{n}{n+1} \alpha_s;$$

on obtient alors

$$(49) \quad \Delta \sum_1^n (a\alpha) = \frac{n}{n+1} a_s \alpha_s,$$

ce qui justifie la règle énoncée plus haut; mais, en appliquant cette règle, il faudra se rappeler que les quantités  $a_s$  et  $\alpha_s$  doivent être calculées pour l'étoile supplémentaire comme les  $a$  et  $\alpha$  ont été calculés pour les  $n$  étoiles primitives par les formules (46).

**MODIFICATIONS SUBIES PAR LES ÉLÉMENTS LORSQUE LE SYSTÈME DES VALEURS PRIMITIVEMENT ADOPTÉES POUR LES COORDONNÉES MESURÉES DES ÉTOILES DE REPÈRE EST REMPLACÉ PAR UN AUTRE SYSTÈME DE VALEURS DES MÊMES COORDONNÉES.**

Supposons que, pour passer du premier système au second, il faille appliquer aux abscisses les variations

$$\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_n$$

et aux ordonnées les variations

$$\Delta Y_1, \Delta Y_2, \dots, \Delta Y_n.$$

Il s'agit de calculer les variations des quantités

$$\Sigma(a^2 + b^2), \quad \Sigma(a\alpha + b\beta), \quad \Sigma(b\alpha - a\beta), \quad \Sigma ab.$$



Or, des expressions

$$\begin{aligned} a &= X - \frac{\Sigma X}{n}, & \alpha &= X_c - X - \frac{\Sigma(X_c - X)}{n}, \\ b &= Y - \frac{\Sigma Y}{n}, & \beta &= Y_c - Y - \frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n}, \end{aligned}$$

on déduit, en faisant varier les  $X$  et les  $Y$  mais non les  $X_c$  et les  $Y_c$ ,

$$\begin{aligned} \Delta a &= \Delta X - \frac{\Sigma \Delta X}{n}, & \Delta \alpha &= -\left(\Delta X - \frac{\Sigma \Delta X}{n}\right), \\ \Delta b &= \Delta Y - \frac{\Sigma \Delta Y}{n}, & \Delta \beta &= -\left(\Delta Y - \frac{\Sigma \Delta Y}{n}\right), \end{aligned}$$

et il en résulte immédiatement

$$(50) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta \Sigma (a^2 + b^2) &= 2 \Sigma a \Delta a + 2 \Sigma b \Delta b + \Sigma \Delta a^2 + \Sigma \Delta b^2, \\ \Delta \Sigma (a\alpha + b\beta) &= \Sigma (\alpha - a) \Delta a + \Sigma (\beta - b) \Delta b - \Sigma \Delta a^2 - \Sigma \Delta b^2, \\ \Delta \Sigma (b\alpha - a\beta) &= \Sigma (\alpha + a) \Delta b - \Sigma (\beta + b) \Delta a, \\ \Delta \Sigma ab &= \Sigma b \Delta a + \Sigma a \Delta b + \Sigma \Delta a \Delta b. \end{aligned} \right.$$

On simplifie un peu ces expressions en y introduisant les valeurs modifiées de  $a$  et de  $b$ , c'est-à-dire

$$(51) \quad a' = a + \Delta a, \quad b' = b + \Delta b.$$

Alors on obtient les formules suivantes pour la correction des sommes dont dépend le calcul des éléments :

$$(52) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta \Sigma (a^2 + b^2) &= \Sigma (\alpha + a') \Delta a + \Sigma (\beta + b') \Delta b, \\ \Delta \Sigma (a\alpha + b\beta) &= \Sigma (\alpha - a') \Delta a + \Sigma (\beta - b') \Delta b, \\ \Delta \Sigma (b\alpha + a\beta) &= \Sigma (\alpha + a') \Delta b - \Sigma (\beta + b') \Delta a, \\ \Delta \Sigma ab &= \Sigma b' \Delta a + \Sigma a \Delta b. \end{aligned} \right.$$

#### MODIFICATIONS SUBIES PAR LES ÉLÉMENTS LORSQU'ON CHANGE LES VALEURS DES COORDONNÉES DES ÉTOILES DE REPÈRE.

Dans ce cas, les  $a$  et  $b$  demeurent sans changements, mais les  $\alpha$  et  $\beta$  subissent les variations

$$\Delta \alpha = \Delta X_c - \frac{\Sigma \Delta X_c}{n}, \quad \Delta \beta = \Delta Y_c - \frac{\Sigma \Delta Y_c}{n},$$

et l'on a les formules

$$(53) \quad \left\{ \begin{aligned} \Delta \Sigma (a^2 + b^2) &= 0, \\ \Delta \Sigma (a\alpha + b\beta) &= \Sigma a \Delta \alpha + \Sigma b \Delta \beta, \\ \Delta \Sigma (b\alpha - a\beta) &= \Sigma b \Delta \alpha - \Sigma a \Delta \beta, \\ \Delta \Sigma ab &= 0. \end{aligned} \right.$$

Nous donnons ci-après deux exemples numériques, l'un pour le calcul des éléments d'un cliché, l'autre pour la rectification de ces éléments, rendue nécessaire par la suppression de l'une des étoiles de repère.

Exemple du calcul pour la détermination des éléments d'un cliché.

Cliché n° 1531  $\lambda_0 = 0^h 0^m$   $(\omega_0 = -2^\circ$   
 $H = 0^h 21^m$   $0 = 7^\circ, 5$  Bar. = 742<sup>mm</sup>, 0 C = 0,985

*	2.	7.	13.	27.	32.	124.	38.	44.	56.
$\alpha - \lambda_0$	- 205,68	- 173,80	- 130,46	- 26,08	- 3,96	+ 17,98	+ 42,02	+ 71,48	+ 139,22
$\frac{1}{2}(\alpha - \lambda_0)$	- 51,4200	- 43,4500	- 32,6150	- 6,5200	- 0,9900	+ 4,4950	+ 10,5050	+ 17,8700	+ 34,8050
$\beta_1$ (Table I)	- 39	- 23	- 10	0	0	0	+ 1	+ 2	+ 12
$\beta_2$ (Table II)	+ 219	+ 11	+ 90	+ 25	+ 1	- 27	- 47	- 86	- 199
$\delta - (\omega_0)$	+ 18,9.9	+ 57,28,4	+ 32,59,9	+ 23,2,7	+ 56,32,2	+ 0,12,6	+ 15,54,2	+ 12,22,2	+ 3,44,1
$(\delta - (\omega_0))'$	+ 18,1650	+ 57,4733	+ 32,9983	+ 23,0450	+ 56,5367	+ 0,2100	+ 15,9033	+ 12,3700	+ 3,7350
$\beta_1'$ (Table I)	+ 2	+ 53	+ 10	+ 3	+ 51	0	+ 1	+ 1	0
$d_1'$ (Table III)	- 114	- 50	- 38	- 2	0	- 1	- 5	- 15	- 60
$X_c$	- 51,4020	- 43,4512	- 32,6070	- 6,5175	- 0,9899	+ 4,4923	+ 10,5004	+ 17,8616	- 34,7863
$X$	- 52,9733	- 45,1010	- 34,0486	- 7,6142	- 2,1397	+ 3,4765	+ 9,5487	+ 17,0076	- 34,0154
$Y_c$	+ 18,1538	+ 57,4736	+ 32,9955	+ 23,0451	+ 56,5418	+ 0,2099	+ 15,9029	+ 12,3686	+ 3,7290
$Y$	+ 17,2494	+ 57,0046	+ 32,2722	+ 22,3153	+ 56,1377	- 0,7191	+ 15,1552	+ 11,5753	+ 2,8158
$X_c - X$	+ 1,5713	+ 1,6498	+ 1,4416	+ 1,0967	+ 1,1498	+ 1,0158	+ 0,9517	+ 0,8540	+ 0,7709
$Y_c - Y$	+ 0,9044	+ 0,4690	+ 0,7233	+ 0,7298	+ 0,4041	+ 0,9290	+ 0,7477	+ 0,7933	+ 0,9132
$\alpha$	+ 0,6289	+ 0,7074	+ 0,4992	+ 0,1543	+ 0,2074	+ 0,0734	+ 0,0093	- 0,0884	- 0,1715
$\beta$	- 0,0073	- 0,4427	- 0,1884	- 0,1819	- 0,5076	+ 0,0173	- 0,1640	- 0,1184	+ 0,0015
$a$	- 59,3945	- 51,5222	- 40,4698	- 14,0354	- 8,5609	- 2,9447	+ 3,1275	+ 10,5864	+ 27,5942
$b$	+ 14,3220	+ 54,0772	+ 29,3448	+ 19,3879	+ 53,2103	- 3,6465	+ 12,2278	+ 8,6479	- 0,1116
$a^2$	3527,8	2654,6	1637,8	197,0	73,3	8,7	9,8	112,1	761,5
$b^2$	205,1	2924,4	861,1	375,9	2831,3	13,3	149,5	74,8	0,0
$a^2 + b^2$	3732,9	5579,0	2498,9	572,9	2904,6	22,0	159,3	186,9	761,5
$ax + b\beta$	- 38,398	- 60,389	- 27,731	- 5,692	- 28,785	- 0,279	- 1,976	- 1,960	- 4,732
$b\alpha - a\beta$	+ 4,671	+ 15,446	+ 7,025	+ 0,438	+ 6,691	- 0,217	+ 0,627	+ 0,489	- 0,022
$ab$	- 851	- 2786	- 1188	- 272	- 456	+ 11	+ 38	+ 92	- 3

*	61.	71.	74.	81.	105.	126.	142.	161.	163.
$\alpha - \lambda_0$	+ 158,25	+ 224,28	+ 245,53	- 231,90	- 85,82	+ 23,09	+ 66,11	+ 184,80	+ 215,53
$\frac{1}{2}(\alpha - \lambda_0)$	+ 39,5625	+ 56,0700	+ 61,3825	- 57,9750	- 21,4550	+ 5,7725	+ 16,5275	+ 46,2000	+ 53,8825
$\beta_1$ (Table I)	+ 18	+ 50	+ 65	- 55	- 3	0	+ 1	+ 28	+ 44
$\beta_2$ (Table II)	- 218	- 238	- 116	+ 669	+ 146	- 48	- 145	- 564	- 581
$\delta - (\omega_0)$	+ 5,43,3	+ 18,11,5	+ 41,27,1	- 53,44,1	- 6,45,7	- 22,33,2	- 26,30,4	- 60,15,9	- 46,44,9
$(\delta - (\omega_0))'$	+ 5,7217	+ 18,1917	+ 41,4517	- 53,7350	- 6,7617	- 22,5533	- 26,5067	- 60,2650	- 46,7483
$\beta_1'$ (Table I)	0	+ 2	+ 20	- 43	0	- 3	- 6	- 62	- 28
$d_1'$ (Table III)	- 76	- 136	- 125	- 246	- 25	- 2	- 16	- 163	- 204
$X_c$	+ 39,5425	+ 56,0512	+ 61,3774	- 57,9136	- 21,4407	+ 5,7677	+ 16,5131	+ 46,1464	+ 53,8288
$X$	+ 38,9497	+ 55,5749	+ 60,9501	- 59,4204	- 22,6292	+ 4,8843	+ 15,7099	+ 45,8241	+ 53,5670
$Y_c$	+ 5,7141	+ 18,1783	+ 41,4412	- 53,7639	- 6,7642	- 22,5538	- 26,5089	- 60,2875	- 46,7715
$Y$	+ 4,8991	+ 17,5735	+ 41,1071	- 55,5004	- 7,8563	- 23,7689	- 27,7559	- 61,7422	- 48,0699
$X_c - X$	+ 0,5928	+ 0,4763	+ 0,4237	+ 1,5068	+ 1,1885	+ 0,8834	+ 0,8032	+ 0,3223	+ 0,2618
$Y_c - Y$	+ 0,8150	+ 0,6048	+ 0,3341	+ 1,7365	+ 1,0921	+ 1,2151	+ 1,2470	+ 1,4547	+ 1,2984
$\alpha$	- 0,3496	- 0,4661	- 0,5151	+ 0,5644	+ 0,2461	- 0,0590	- 0,1392	- 0,6201	- 0,6806
$\beta$	- 0,0967	- 0,3069	- 0,5776	+ 0,8248	+ 0,1804	+ 0,3034	+ 0,3353	+ 0,5430	+ 0,3867
$a$	+ 32,5285	+ 49,1537	+ 54,5289	- 65,8416	- 29,0504	- 1,5369	+ 9,2887	+ 39,4029	+ 47,1458
$b$	+ 1,9717	+ 14,6461	+ 38,1797	- 58,4278	- 10,7837	- 26,6963	- 30,6833	- 64,6696	- 50,9973
$a^2$	1058,1	2416,0	2973,5	4335,1	844,0	2,4	86,2	1552,6	2222,7
$b^2$	3,9	214,5	1457,7	3413,8	116,3	712,7	941,5	4182,2	2600,8
$a^2 + b^2$	1062,0	2630,5	4431,2	7748,9	960,3	715,1	1027,7	5734,8	4823,5
$ax + b\beta$	- 11,554	- 27,405	- 50,141	- 85,352	- 9,094	- 8,009	- 11,581	- 59,550	- 51,807
$b\alpha - a\beta$	+ 2,315	+ 8,258	+ 11,829	+ 21,329	+ 2,587	+ 2,041	+ 1,156	+ 18,706	+ 16,478
$ab$	+ 64	+ 720	+ 2082	+ 3847	+ 313	+ 41	- 285	- 2548	- 2404

Détermination de  $T_x, T_y, i_x, i_y, \xi$  et  $\Delta\mathcal{D}_0$ .

$n = 18$ $\frac{\Sigma(X_c - X)}{n} = + 0,9424$ $\frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n} = + 0,9117$ $\frac{\Sigma X}{n} = + 6,4212$ $\frac{\Sigma Y}{n} = + 2,9274$ $\Sigma a^2 = 24473,2$ $\Sigma b^2 = 21078,8$ $\Sigma(a^2 + b^2) = 45552,0$ $\Sigma(ax + b\beta) = - 482,435$ $\Sigma(bx - a\beta) = + 119,847$ $\Sigma ab = - 3585$	$\Sigma(ax + b\beta) = - 482,435$ $-(\rho'_0 - \rho_0)\Sigma b^2 = - 3,731$ $-\omega_0 \Sigma ab = + 0,158$ <hr/> Somme = - 486,008 $\Sigma(a^2 + b^2) = 45552,0$ $\tau_x = - 0,010 669$ $T_x = 0,989 331$ $\Sigma(bx - a\beta) = + 119,847$ $(\rho'_0 - \rho_0)\Sigma ab = - 0,635$ $\omega_0 \Sigma a^2 = + 1,077$ <hr/> Somme = + 120,289 $\Sigma(a^2 + b^2) = 45552,0$ $i_x = + 0,002 641$	$\tau_x = - 0,010 669$ $\rho'_0 - \rho_0 = + 0,000 177$ <hr/> Somme = $\tau_y = - 0,010 492$ $T_y = 0,989 508$ $i_x = + 0,002 641$ $-\omega_0 = - 0,000 044$ <hr/> Somme = $i_y = + 0,002 597$ $\frac{\Sigma(X_c - X)}{n} = + 0,9424$ $-\tau_x \frac{\Sigma X}{n} = + 0,0685$ $-\frac{i_x \Sigma Y}{n} = - 0,0077$ <hr/> Somme = $\xi = + 1,0032 = + 4,013$ $\Delta z_0 = \xi \sec \mathcal{D}_0 = + 4,02$	$\frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n} = + 0,9117$ $-\tau_y \frac{\Sigma Y}{n} = + 0,0307$ $+\frac{i_y \Sigma X}{n} = + 0,0167$ <hr/> Somme = $\Delta\mathcal{D}_0 = + 0,9591 = + 57,5$
---	--	---	--

TABLE IV.

$$\frac{1}{2}\omega = + 0,000 022$$

$$\rho' - \rho = + 0,000 183$$

$$C\omega(1 + \tau_0) = \omega_0 = + 0,000 044$$

$$C(1 + \tau_0)(\rho' - \rho) = \rho'_0 - \rho_0 = + 0,000 177$$

Nous obtenons ainsi, pour les éléments du cliché, le système de valeurs suivant :

$$i_x = + 0,002 641, \quad i_y = + 0,002 597,$$

$$T_x = 0,989 331, \quad T_y = 0,989 508,$$

$$z_0 = 0^h 0^m 4^s, 02, \quad \delta_0 = - 1^{\circ} 59' 2'', 5.$$

Au moyen de ces éléments nous avons corrigé les mesures des coordonnées rectilignes de nos étoiles de repère, et la comparaison de ces valeurs corrigées avec les coordonnées rectilignes, résultant des positions équatoriales adoptées pour les étoiles de repère, nous a fourni les résidus contenus dans Tableau qui suit.

Nous désignons par  $X'$  et  $Y'$  les valeurs corrigées des coordonnées rectilignes fondées sur les mesures; alors les résidus ont pour expression  $X_c - X'$  et  $Y_c - Y'$ .

Tableau des résidus.

★.	2.	7.	13.	27.	32.	124.	38.	44.	56.
X $\tau_x$ .....	+0,5652	+0,4812	+0,3633	+0,0812	+0,0226	-0,0371	-0,1021	-0,1815	-0,3629
Y $i_x$ .....	+0,0456	+0,1506	+0,0852	+0,0589	+0,1483	-0,0019	+0,0400	+0,0306	+0,0074
$\xi$ .....	+1,0032								
X' - X.....	+1,6140	+1,6350	+1,4517	+1,1433	+1,1741	+0,9642	+0,9411	+0,8523	+0,6477
X $c$ - X'.....	-0',0427	+0',0148	-0',0101	-0',0466	-0',0243	+0',0516	+0',0106	+0',0017	+0',1232
Y $\tau_y$ .....	-0,1810	-0,5981	-0,3386	-0,2341	-0,5890	+0,0075	-0,1591	-0,1214	-0,0295
-X $i_y$ .....	+0,1376	+0,1171	+0,0884	+0,0198	+0,0056	-0,0090	-0,0248	-0,0442	-0,0883
$\Delta(\Theta_0)$ .....	+0,9591								
Y' - Y.....	+0,9157	+0,4781	+0,7089	+0,7448	+0,3757	+0,9576	+0,7752	+0,7935	+0,8413
Y $c$ - Y'.....	-0',0113	-0',0091	+0',0144	-0',0150	+0',0284	-0',0286	-0',0275	-0',0002	+0',0719
★.	61.	71.	74.	81.	105.	126.	142.	161.	163.
X $\tau_x$ .....	-0,4157	-0,5939	-0,6503	+0,6340	+0,2414	-0,0521	-0,1676	-0,4890	-0,5716
Y $i_x$ .....	+0,0129	+0,0464	+0,1085	-0,1466	-0,0207	-0,0628	-0,0733	-0,1630	-0,1270
$\xi$ .....	+1,0032								
X' - X.....	+0,6004	+0,4557	+0,4614	+1,4906	+1,2239	+0,8883	+0,7623	+0,3512	+0,3046
X $c$ - X'.....	-0',0076	+0',0206	-0',0341	+0',0162	-0',0354	-0',0049	+0',0409	-0',0289	-0',0428
Y $\tau_y$ .....	-0,0514	-0,1844	-0,4313	+0,5823	+0,0824	+0,2494	+0,2912	+0,6478	+0,5044
-X $i_y$ .....	-0,1012	-0,1443	-0,1583	+0,1544	+0,0588	-0,0127	-0,0408	-0,1191	-0,1391
$\Delta(\Theta_0)$ .....	+0,9591								
Y' - Y.....	+0,8065	+0,6304	+0,3695	+1,6958	+1,1003	+1,1958	+1,2095	+1,4878	+1,3244
Y $c$ - Y'.....	+0',0085	-0',0256	-0',0354	+0',0407	-0',0082	+0',0193	+0',0375	-0',0331	-0',0260

EXEMPLE DU CALCUL DE RECTIFICATION DES ÉLÉMENTS PAR SUITE DE LA SUPPRESSION  
D'UNE ÉTOILE DE REPÈRE DONT LA POSITION SEMBLE ERRONÉE.

En examinant les résidus de notre Tableau, nous voyons qu'une erreur notable doit affecter les coordonnées moyennes pour 1900 de l'étoile 56, à laquelle correspondent les résidus

$$+ 0',1232 = + 0'',49 \quad \text{en ascension droite,}$$

$$+ 0',0719 = + 4'',3 \quad \text{en déclinaison.}$$

Alors, en faisant usage des formules établies à la page LVI de ce Mémoire, nous aurons à effectuer les opérations très simples et assez rapides que voici pour rectifier les éléments du cliché :

$$n = 18, \quad n - 1 = 17, \quad \frac{n}{n - 1} = 1,059.$$

Dans la colonne de l'étoile 56 (p. LX), nous prenons les valeurs de  $a^2$ ,  $b^2$ ,  $ax + b\beta$

$b\alpha - a\beta, a^2 + b^2$  et  $ab$  :

$$\left. \begin{array}{l} a\alpha + b\beta = -4,732 \\ b\alpha - a\beta = -0,022 \\ a^2 + b^2 = +761,5 \\ a^2 = +761,5 \\ b^2 = 0 \\ ab = -3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{En multipliant tous ces nombres} \\ \text{par le facteur } -\frac{n}{n-1}, \text{ on} \\ \text{obtient :} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \div 5,010 \\ + 0,023 \\ - 806,4 \\ - 806,4 \\ 0 \\ + 3. \end{array} \right.$$

Ces derniers nombres, ajoutés aux valeurs trouvées dans notre calcul primitif pour les sommes relatives à l'ensemble des étoiles de repère, nous donnent les nouvelles valeurs de ces sommes, savoir :

$$\begin{aligned} \Sigma(a\alpha + b\beta) &= -477,425, \\ \Sigma(b\alpha - a\beta) &= +119,870, \\ \Sigma(a^2 + b^2) &= 44745,6, \\ \Sigma a^2 &= 23666,8, \\ \Sigma b^2 &= 21078,8, \\ \Sigma ab &= -3582. \end{aligned}$$

Maintenant, en prenant, pour la même étoile, les valeurs de  $X, Y, X_c - X$  et  $Y_c - Y$ , c'est-à-dire

$$X = +34',0154, \quad Y = +2',8158, \quad X_c - X = +0',7709, \quad Y_c - Y = +0',9132,$$

et retranchant ces valeurs des sommes primitives de toutes les quantités analogues, nous avons, pour les valeurs corrigées des sommes de même espèce, relatives aux  $n - 1$  étoiles qui restent après la suppression de l'étoile 56, et pour les nouvelles moyennes de ces sommes :

$$\begin{array}{ll} \Sigma X & = +81',5664, & \frac{\Sigma X}{n-1} & = +4',7980, \\ \Sigma Y & = +49,8767, & \frac{\Sigma Y}{n-1} & = +2,9339, \\ \Sigma(X_c - X) & = +16,1931, & \frac{\Sigma(X_c - X)}{n-1} & = +0,9525, \\ \Sigma(Y_c - Y) & = +15,4983, & \frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n-1} & = +0,9117. \end{array}$$

Alors le calcul de rectification s'achève comme il suit :

$$\begin{array}{ll} \Sigma(a\alpha + b\beta) & = -477,425 & \Sigma(b\alpha - a\beta) & = +119,870 \\ -(\rho'_0 - \rho)\Sigma b^2 & = -3,731 & (\rho'_0 - \rho_0)\Sigma ab & = -0,635 \\ -\omega_0 \Sigma ab & = +0,158 & \omega_0 \Sigma a^2 & = +1,042 \\ \hline \text{Somme} & = -480,998 & \hline \text{Somme} & = +120,277 \end{array}$$

$\begin{aligned} \Sigma(a^2 + b^2) &= 44\,745,6 \\ \tau_x &= -0,010\,750 \\ \tau_y &= -0,010\,573 \\ \frac{\Sigma(X_c - X)}{n-1} &= +0',9525 \\ -\tau_x \frac{\Sigma X}{n-1} &= +0,0516 \\ -i_x \frac{\Sigma Y}{n-1} &= -0,0079 \\ \text{Somme} = \xi &= +0',9962 = +3^s,985 \\ \Delta\alpha_0 = \xi \sec \varnothing_0 &= +3^s,99 \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Sigma(a^2 + b^2) &= 44\,745,6 \\ i_x &= +0,002\,688 \\ i_y &= +0,002\,644 \\ \frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n-1} &= +0',9117 \\ -\tau_y \frac{\Sigma Y}{n-1} &= +0,0309 \\ +i_y \frac{\Sigma X}{n-1} &= +0,0127 \\ \text{Somme} = \Delta\varnothing_0 &= +0',9553 = +57'',3 \end{aligned}$
---	--

Le nouveau système d'éléments du cliché est donc :

$$\begin{aligned} i_x &= +0,002\,688, & i_y &= +0,002\,644, \\ T_x &= 0',989\,250, & T_y &= 0',989\,427, \\ \alpha_0 &= 0^h 0^m 3^s,99, & \delta_0 &= -1^{\circ} 59' 2'',7. \end{aligned}$$

EXPRESSION DE L'ERREUR PROBABLE D'UNE COORDONNÉE RECTILIGNE CONCLUE, POUR UNE ÉTOILE, EN UN POINT QUELCONQUE DU CLICHÉ.

Nous supposons que l'étoile en question ne fait point partie du groupe des étoiles de repère; nous désignerons par

$X_\mu, Y_\mu$  les valeurs des coordonnées, telles que les fournissent directement les mesures du cliché

$X'_\mu, Y'_\mu$  les valeurs corrigées, conclues au moyen des formules

$$(54) \quad \begin{cases} X'_\mu = X_\mu + \xi + X_\mu(\tau + \rho_0) + Y_\mu(1 + \frac{1}{2}\omega_0), \\ Y'_\mu = Y_\mu + \Delta\varnothing_0 + Y_\mu(\tau + \rho'_0) - X_\mu(1 - \frac{1}{2}\omega_0). \end{cases}$$

En éliminant les constantes  $\xi$  et  $\Delta\varnothing_0$  par les relations (29) nous pouvons écrire

$$(55) \quad \begin{cases} X'_\mu = X_\mu + \Sigma\left(\frac{X_c - X}{n}\right) + \left(X_\mu - \frac{\Sigma X}{n}\right)(\tau + \rho_0) + \left(Y_\mu - \frac{\Sigma Y}{n}\right)(1 + \frac{1}{2}\omega_0), \\ Y'_\mu = Y_\mu + \Sigma\left(\frac{Y_c - Y}{n}\right) + \left(Y_\mu - \frac{\Sigma Y}{n}\right)(\tau + \rho'_0) + \left(X_\mu - \frac{\Sigma X}{n}\right)(1 - \frac{1}{2}\omega_0). \end{cases}$$

Les lettres X et Y désignent les coordonnées rectilignes mesurées des étoiles de repère;  $X_c$  et  $Y_c$  sont des valeurs tirées des Catalogues pour ces mêmes étoiles, et dans les formules (55) les signes  $\Sigma$  s'étendent à tout le groupe des étoiles de repère employées.

Les valeurs des coordonnées conclues se trouvent ainsi exprimées en fonctions des deux seuls éléments  $\tau$  et I, lesquels sont déterminés (page LIII) par le système (31) des  $2n$  équations de la forme

$$\begin{aligned} a\tau + bI &= \alpha - a\rho_0 - \frac{1}{2}b\omega_0, \\ b\tau - aI &= \beta - b\rho_0 - \frac{1}{2}a\omega_0. \end{aligned}$$

Les formules (55) nous font voir qu'il est un point du cliché où les corrections  $X'_\mu - X_\mu$  et  $Y'_\mu - Y_\mu$  sont indépendantes des erreurs d'orientation et d'échelle ainsi que des effets de la réfraction différentielle; c'est le point pour lequel on a

$$X_\mu - \frac{\Sigma X}{n} = 0 \quad \text{et} \quad Y_\mu - \frac{\Sigma Y}{n} = 0,$$

et les corrections, en ce point du cliché, ont pour expression

$$X'_\mu - X_\mu = \frac{\Sigma(X_c - X)}{n}, \quad Y'_\mu - Y_\mu = \frac{\Sigma(Y_c - Y)}{n}.$$

Le point dont il s'agit, coïncidant avec le centre de gravité du système formé par les centres des images des étoiles de repère, est celui que M. Prosper Henry a désigné, par une heureuse abréviation, sous le nom de *point invariable du cliché* (1), relativement au système des étoiles de repère adopté.

Nous allons maintenant introduire dans les formules (55) les expressions des inconnues  $\tau$  et  $I$ , tirées des équations (31); mais nous donnerons préalablement une autre forme aux seconds membres de ces dernières équations.

Nous poserons d'abord, *pour chacune des étoiles de repère*,

$$(56) \quad \begin{cases} \alpha - a\rho_0 - \frac{1}{2}b\omega_0 = V, \\ \beta - b\rho'_0 - \frac{1}{2}a\omega_0 = V', \end{cases}$$

puis

$$(57) \quad \begin{cases} X_c - X - X\rho_0 - \frac{1}{2}Y\omega_0 = f, \\ Y_c - Y - Y\rho'_0 - \frac{1}{2}X\omega_0 = f'. \end{cases}$$

Il en résultera

$$(58) \quad V = f - \frac{\Sigma f}{n}, \quad V' = f' - \frac{\Sigma f'}{n}.$$

Alors le système des équations d'où nous avons tiré les inconnues  $\tau$  et  $I$  prend la forme

$$(59) \quad \begin{cases} a_1\tau + b_1I = f_1 - \frac{\Sigma f}{n}, \\ a_2\tau + b_2I = f_2 - \frac{\Sigma f}{n}, \\ \dots\dots\dots \\ a_n\tau + b_nI = f_n - \frac{\Sigma f}{n}, \\ b_1\tau - a_1I = f'_1 - \frac{\Sigma f'}{n}, \\ b_2\tau - a_2I = f'_2 - \frac{\Sigma f'}{n}, \\ \dots\dots\dots \\ b_n\tau - a_nI = f'_n - \frac{\Sigma f'}{n}, \end{cases}$$

(1) Voir, dans le *Bulletin du Comité permanent* (t. II, p. 359 et suivantes), le rôle important que joue ce point dans l'ingénieuse méthode développée par M. Pr. Henry pour la détermination des éléments d'un cliché.

et, en tenant compte des identités  $\Sigma a = 0$ ,  $\Sigma b = 0$ , on trouve immédiatement, pour déterminer les valeurs des inconnues  $\tau$  et  $I$ ,

$$(60) \quad \begin{cases} \tau \Sigma(a^2 + b^2) = \Sigma af + \Sigma bf', \\ I \Sigma(a^2 + b^2) = \Sigma bf - \Sigma af'. \end{cases}$$

On a ensuite, pour les corrections du centre du cliché, et en désignant par  $X_g, Y_g$  les coordonnées  $\frac{\Sigma X}{n}$  et  $\frac{\Sigma Y}{n}$  du point invariable,

$$(61) \quad \begin{cases} \xi \Sigma(a^2 + b^2) = \Sigma \left[ \frac{1}{n} - (aX_g + bY_g) \right] f + \Sigma(aY_g - bX_g) f', \\ \Delta \Theta_0 \Sigma(a^2 + b^2) = \Sigma \left[ \frac{1}{n} - (aX_g + bY_g) \right] f' - \Sigma(aY_g - bX_g) f. \end{cases}$$

Il faut maintenant, pour avoir  $X'_\mu - X_\mu$ , substituer dans les formules (55) les expressions de  $\tau$  et de  $I$  tirées des formules (60). Nous abrégons les écritures en posant, *relativement à chacune des étoiles de repère*,

$$(61 \text{ bis}) \quad \begin{cases} P = \frac{1}{n} + \frac{a(X_\mu - X_g) + b(Y_\mu - Y_g)}{\Sigma(a^2 + b^2)}, \\ P' = \frac{b(X_\mu - X_g) - a(Y_\mu - Y_g)}{\Sigma(a^2 + b^2)}. \end{cases}$$

$$Q = \frac{a(Y_\mu - Y_g) - b(X_\mu - X_g)}{\Sigma(a^2 + b^2)} = -P',$$

$$Q' = \frac{1}{n} + \frac{b(Y_\mu - Y_g) + a(X_\mu - X_g)}{\Sigma(a^2 + b^2)} = P.$$

Alors les expressions de  $X'_\mu - X_\mu$  et de  $Y'_\mu - Y_\mu$  se présentent sous les formes suivantes :

$$(62) \quad \begin{cases} X'_\mu - X_\mu = X_\mu \rho_0 + \frac{1}{2} Y_\mu \omega_0 + \Sigma P f + \Sigma P' f', \\ Y'_\mu - Y_\mu = Y_\mu \rho'_0 + \frac{1}{2} X_\mu \omega_0 + \Sigma Q f + \Sigma Q' f'. \end{cases}$$

Nous avons ainsi exprimé

$$X'_\mu - X_\mu - X_\mu \rho_0 - \frac{1}{2} Y_\mu \omega_0 \quad \text{et} \quad Y'_\mu - Y_\mu - Y_\mu \rho'_0 + \frac{1}{2} X_\mu \omega_0$$

au moyen des quantités indépendantes

$$f_1, f_2, \dots, f_n; f'_1, f'_2, \dots, f'_n,$$

pour lesquelles nous avons admis, *a priori*, la même erreur probable, car en résolvant les équations des types (31) ou (59), nous avons attribué le même poids à chacune des  $2n$  équations sans faire aucune distinction entre les deux groupes fournis, l'un par la comparaison des abscisses et l'autre par celle des ordonnées. Un théorème connu nous



permet donc d'exprimer immédiatement les erreurs probables des coordonnées conclues  $X'_\mu$  et  $Y'_\mu$ . Soient

$\varepsilon$  l'erreur probable de l'une des quantités  $f$ ;

$\varepsilon_x, \varepsilon_y$  les erreurs probables respectives de l'abscisse mesurée  $X_\mu$  et de l'ordonnée mesurée  $Y_\mu$ ;

$\varepsilon_{x'}, \varepsilon_{y'}$  les erreurs probables respectives des coordonnées corrigées  $X'_\mu$  et  $Y'_\mu$ .

Nous aurons, par les formules (62),

$$(63) \quad \begin{cases} \varepsilon_{x'} = (1 + \rho_0)^2 \varepsilon_x^2 + \frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_y^2 + \varepsilon^2 (\Sigma P^2 + \Sigma P'^2), \\ \varepsilon_{y'} = (1 + \rho'_0)^2 \varepsilon_y^2 + \frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_x^2 + \varepsilon^2 (\Sigma Q^2 + \Sigma Q'^2). \end{cases}$$

En développant les sommes de carrés contenues dans les seconds membres, effectuant les réductions qui se présentent, et tenant compte des identités  $\Sigma a = 0, \Sigma b = 0$ , on trouve

$$(64) \quad \begin{cases} \varepsilon_{x'} = (1 + \rho_0)^2 \varepsilon_x^2 + \frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_y^2 + \frac{(X_\mu - X_g)^2 + (Y_\mu - Y_g)^2}{\Sigma(a^2 + b^2)} \varepsilon^2 + \frac{\varepsilon^2}{n}, \\ \varepsilon_{y'} = (1 + \rho'_0)^2 \varepsilon_y^2 + \frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_x^2 + \frac{(X_\mu - X_g)^2 + (Y_\mu - Y_g)^2}{\Sigma(a^2 + b^2)} \varepsilon^2 + \frac{\varepsilon^2}{n}. \end{cases}$$

Le facteur  $(X_\mu - X_g)^2 + (Y_\mu - Y_g)^2$  exprime le carré de la distance du point invariable au point ayant pour coordonnées  $X_\mu$  et  $Y_\mu$ ; nous désignerons cette distance par  $\Delta_{\mu,g}$ , et nous représenterons de même par  $\Delta_{r,g}$  la distance analogue pour l'une quelconque des étoiles de repère, c'est-à-dire que nous poserons

$$(65) \quad \begin{cases} \Delta_{\mu,g}^2 = (X_\mu - X_g)^2 + (Y_\mu - Y_g)^2, \\ \Sigma \Delta_{r,g}^2 = \Sigma(a^2 + b^2). \end{cases}$$

Nous remarquerons, en outre, que les quantités  $1 + \rho_0$  et  $1 + \rho'_0$  diffèrent très peu de l'unité et que les produits  $\frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_x^2, \frac{1}{4} \omega_0^2 \varepsilon_y^2$  sont toujours très petits; alors nous pourrions écrire, avec toute l'exactitude désirable,

$$(66) \quad \begin{cases} \varepsilon_{x'} = \varepsilon_x^2 + \frac{\varepsilon^2}{n} + \varepsilon^2 \frac{\Delta_{\mu,g}^2}{\Sigma \Delta_{r,g}^2}, \\ \varepsilon_{y'} = \varepsilon_y^2 + \frac{\varepsilon^2}{n} + \varepsilon^2 \frac{\Delta_{\mu,g}^2}{\Sigma \Delta_{r,g}^2}. \end{cases}$$

Ainsi, lorsqu'on fait usage d'un système déterminé d'étoiles de repère pour corriger les mesures d'une étoile quelconque d'un cliché, l'erreur probable de l'abscisse ou de l'ordonnée conclue varie suivant la distance entre l'image de cette étoile et le point G du cliché qui coïncide avec le centre de gravité du groupe d'images formé par les étoiles de repère. Cette erreur probable est, dans tous les cas, exprimée par la formule (66).

Pour une étoile dont l'image coïncide avec le point G lui-même, on a simplement

$$\varepsilon_x^2 = \varepsilon_i^2 + \frac{\varepsilon^2}{n},$$

$$\varepsilon_y^2 = \varepsilon_j^2 + \frac{\varepsilon^2}{n}.$$

C'est en ce point du cliché que, toutes choses égales d'ailleurs, on obtiendra la plus grande exactitude possible pour la position photographique d'une étoile.

*Expressions des erreurs probables des inconnues  $\tau$ ,  $I$ ,  $\xi$  et  $\Delta_{(0)}$ .* — Soient  $\varepsilon_\tau$ ,  $\varepsilon_i$ ,  $\varepsilon_j$ ,  $\varepsilon_{\Delta_{(0)}}$  les erreurs probables de ces quatre éléments. En faisant usage des formules (60) et (61), on trouve sans difficulté

$$(67) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_\tau^2 = \varepsilon_i^2 = \frac{\varepsilon^2}{\Sigma(a^2 + b^2)}, \\ \varepsilon_{\Delta_{(0)}}^2 = \varepsilon_j^2 = \frac{\varepsilon^2}{n} + \varepsilon^2 \frac{X_i^2 + Y_j^2}{\Sigma(a^2 + b^2)}. \end{array} \right.$$

La quantité  $X_i^2 + Y_j^2$  n'est autre chose que le carré de la distance du point G au centre du cliché. En désignant cette distance par  $\Delta_{0,g}$  et faisant usage comme précédemment de la notation  $\Delta_{r,g}^2$  pour représenter la valeur de  $a^2 + b^2$  convenant à l'une quelconque des étoiles de repère, nous écrirons

$$(68) \quad \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_\tau^2 = \varepsilon_i^2 = \frac{\varepsilon^2}{\Sigma \Delta_{r,g}^2}, \\ \varepsilon_{\Delta_{(0)}}^2 = \varepsilon_j^2 = \frac{\varepsilon^2}{n} + \varepsilon^2 \frac{\Delta_{0,g}^2}{\Sigma \Delta_{r,g}^2}. \end{array} \right.$$

On voit que l'erreur probable d'une détermination du centre dépend à la fois du nombre des étoiles de repère et de leur mode de distribution sur le cliché.

Il peut arriver que le point G coïncide avec le centre même du cliché. Alors on aura  $\Delta_{0,g} = 0$ , et l'erreur probable commune à  $\xi$  et  $\Delta_{(0)}$  se réduit à

$$\varepsilon_\xi = \varepsilon_{\Delta_{(0)}} = \frac{\varepsilon}{\sqrt{n}};$$

elle ne dépend donc plus, dans ce cas particulier, que du nombre des étoiles de repère.

*Détermination de  $\varepsilon$ .* — Il nous reste à déterminer l'erreur probable  $\varepsilon$  au moyen des résidus des équations de condition.

Cette erreur probable  $\varepsilon$  est celle des quantités  $f$  ou  $f'$ ; or, la somme des carrés des résidus de nos  $2n$  équations de condition de la forme (31) et (59) ne nous donnera pas  $\varepsilon^2$ , mais bien le carré de l'erreur probable des quantités que nous avons appelées V. Il est facile d'établir la relation qui existe entre ces deux erreurs probables.

Désignons la première par  $\varepsilon_{f,f'}$  et la seconde par  $\varepsilon_{v,v'}$ , les doubles indices étant destinés à rappeler que nous avons attribué la même précision aux  $f$  et aux  $f'$ , ainsi qu'aux V et

aux  $V'$ . Les relations entre les quantités  $V$  et  $f$ ,  $V'$  et  $f'$  sont

$$\begin{aligned} V_1 &= f_1 - \frac{\Sigma f}{n}, & V'_1 &= f'_1 - \frac{\Sigma f'}{n}, \\ V_2 &= f_2 - \frac{\Sigma f}{n}, & V'_2 &= f'_2 - \frac{\Sigma f'}{n}, \\ V_n &= f_n - \frac{\Sigma f}{n}, & V'_n &= f'_n - \frac{\Sigma f'}{n}. \end{aligned}$$

En réunissant dans le second membre de chacune d'elles les deux termes de chaque indice qu'il contient de manière à exprimer les  $V$  et  $V'$  par une somme algébrique de quantités indépendantes, et appliquant ensuite le théorème de la somme des carrés des erreurs, nous obtiendrons

$$\varepsilon_{v,v'}^2 = \left(\frac{n-1}{n}\right) \varepsilon_{f,f'}^2$$

et, par suite,

$$(69) \quad \varepsilon_{f,f'}^2 = \left(\frac{n}{n-1}\right) \varepsilon_{v,v'}^2.$$

Soient enfin

$$\begin{aligned} v_1, \quad v_2, \quad \dots, \quad v_n, \\ v'_1, \quad v'_2, \quad \dots, \quad v'_n \end{aligned}$$

les résidus des  $2n$  équations de condition (59), nous aurons, puisque le nombre des inconnues est  $2$ , et en désignant par  $\Sigma v^2$  la somme des carrés de tous ces résidus,

$$\varepsilon_{v,v'}^2 = 0,6745 \frac{\Sigma v^2}{2n-2}$$

et, par conséquent,

$$(70) \quad \varepsilon_{f,f'}^2 = 0,6745 \left(\frac{n}{n-1}\right) \frac{\Sigma v^2}{2n-2}.$$

Il est aisé de voir que les résidus  $v$ ,  $v'$  ne sont autre chose que les résultats  $X_c - X'$ ,  $Y_c - Y'$  de la comparaison faite, pour les étoiles de repère, entre leurs coordonnées rectilignes tirées des Catalogues et les valeurs mesurées, après que ces dernières ont été corrigées par l'application des éléments du cliché. Considérons en effet, dans notre système (59), les deux équations

$$\begin{aligned} a_k \tau + b_k I &= V_k, \\ b_k \tau - a_k I &= V'_k \end{aligned}$$

supposées fournies par l'étoile de repère dont le numéro est  $k$ . Les résidus, par rapport aux abscisses et aux ordonnées, seront

$$(71) \quad \begin{cases} v_k = V_k - a_k \tau - b_k I, \\ v'_k = V'_k - b_k \tau + a_k I. \end{cases}$$

A ces expressions des résidus nous avons à comparer celles des différences  $X_{c,k} - X'_k$  et

$Y_{c,k} - Y'_k$ . Or, les formules (55) qui donnent les corrections  $X'_\mu - X_\mu$  et  $Y'_\mu - Y_\mu$  sont établies pour une étoile supposée en dehors du groupe des étoiles de repère; elles peuvent s'appliquer aussi à une étoile quelconque de ce groupe, seulement les facteurs  $X_\mu - \frac{\Sigma X}{n}$ ,  $Y_\mu - \frac{\Sigma Y}{n}$  représentent alors ce que nous avons appelé  $a$  et  $b$  pour cette étoile, c'est-à-dire  $a_k$  et  $b_k$  pour l'étoile de repère de rang  $k$ . Nous aurons par conséquent

$$X'_k - X_k = \Sigma \left( \frac{X_c - X}{n} \right) + a_k(\tau + \rho_0) + b_k(1 + \frac{1}{2}\omega_0),$$

$$Y'_k - Y_k = \Sigma \left( \frac{Y_c - Y}{n} \right) + b_k(\tau + \rho'_0) - a_k(1 - \frac{1}{2}\omega_0).$$

Il résulte de là

$$(72) \quad \begin{cases} X_{c,k} - X'_k = X_{c,k} - X_k - \Sigma \left( \frac{X_c - X}{n} \right) - a_k(\tau + \rho_0) - b_k(1 + \frac{1}{2}\omega_0), \\ Y_{c,k} - Y'_k = Y_{c,k} - Y_k - \Sigma \left( \frac{Y_c - Y}{n} \right) - b_k(\tau + \rho'_0) + a_k(1 - \frac{1}{2}\omega_0). \end{cases}$$

Il suffit maintenant de se reporter aux formules (56) et de se rappeler la signification attribuée aux quantités  $\alpha$  et  $\beta$ , pour vérifier que les relations (72) se réduisent à

$$(73) \quad \begin{cases} X_{c,k} - X'_k = V_k - a_k\tau - b_kI, \\ Y_{c,k} - Y'_k = V'_k - b_k\tau + a_kI; \end{cases}$$

c'est-à-dire

$$(74) \quad \begin{cases} X_{c,k} - X'_k = v_k, \\ Y_{c,k} - Y'_k = v'_k. \end{cases}$$

Ainsi les résidus  $X_c - X'$  et  $Y_c - Y'$ , dont nous avons donné le Tableau à la page LXII pour le cliché 1551, ne diffèrent en rien des résidus  $v$  et  $v'$  qu'on obtiendrait en substituant les valeurs des éléments  $\tau$  et  $I$  dans les équations (59) appliquées à ce cliché.

Nous donnons ci-après les résidus pour les étoiles de repère de 33 clichés compris dans les zones  $0^\circ$ ,  $-1^\circ$  et  $-2^\circ$ . Pour les abscisses, les résidus sont exprimés en secondes de temps, pour les ordonnées en secondes d'arc. On peut considérer les résidus des abscisses comme des différences d'ascension droite rapportées à l'équateur, c'est-à-dire  $\Delta\alpha \cos \delta$ , et les résidus des ordonnées comme des différences  $\Delta\delta$  de déclinaison.



Tableau des résidus pour les étoiles de repère de 33 clichés des zones 0°, -1° et -2° (suite).

ZONE (Q) = -1°.		ZONE (Q) = -1°.		ZONE (Q) = -1°.		ZONE (Q) = -2°.		ZONE (Q) = -2°.						
★.	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	★.	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	★.	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	★.	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$			
CLICHÉ 394 (suite).			CLICHÉ 1377 (suite).			CLICHÉ 1378 (suite).			CLICHÉ 1331.		CLICHÉ 1376 (suite).			
12	+0,13	+1,6	25	-0,06	-2,1	179	+0,03	-2,8	2	-0,16	-0,6	82	-0,27	-1,9
16	-0,07	-0,2	27	-0,06	-1,7	185	-0,23	-1,3	7	+0,06	-0,5	89	+0,02	0,0
18	0,00	-1,2	42	+0,03	+1,2				13	-0,03	+1,0	93	-0,12	+0,3
24	-0,11	-1,6	45	+0,05	0,0	CLICHÉ 20.			27	-0,16	-0,7	143	+0,03	+1,9
27	+0,12	-4,0	46	-0,19	-0,3	2	+0,03	-2,2	32	-0,08	+2,0	153	+0,01	+0,8
28	+0,14	+0,6	62	-0,11	-1,0	3	-0,06	0,0	124	+0,18	-1,6			
31	-0,21	-0,7	63	+0,12	+1,2	4	+0,19	+1,7	38	+0,07	-1,5	CLICHÉ 17.		
39	+0,12	-0,5	67	+0,21	+3,1	7	-0,03	-0,8	44	+0,04	+0,1	6	-0,07	0,0
41	-0,10	-1,1	77	-0,16	0,0	13	+0,06	-0,2	61	+0,01	+0,9	10	+0,04	+0,9
42	-0,05	-1,4	80	-0,05	-1,5	14	-0,09	-1,2	71	+0,12	-1,2	14	-0,17	+1,5
44	0,00	-1,6	82	+0,10	+1,4	16	-0,02	-0,7	74	-0,10	-1,7	24	+0,16	+1,2
47	+0,12	+0,6	85	-0,02	-0,8	17	+0,06	-0,6	81	+0,08	+2,1	25	-0,09	-0,9
54	+0,22	+1,0	87	+0,04	+2,6	18	-0,04	+1,2	105	-0,12	-0,5	26	+0,11	+1,7
57	+0,03	+1,4				19	-0,19	+1,2	126	+0,01	+1,1	31	0,00	-3,2
67	-0,09	-1,1	CLICHÉ 18.			21	+0,13	+0,5	142	+0,12	+2,2	33	-0,09	-0,4
70	-0,02	+0,2	8	+0,13	+0,3	28	-0,12	+0,3	161	-0,06	-2,1	49	-0,01	-0,6
			15	-0,09	-0,2	30	-0,08	+1,5	163	-0,12	-1,5	50	-0,06	-0,9
			16	-0,09	-2,6	32	+0,02	+0,5						
CLICHÉ 28.			21	-0,05	+0,3	34	-0,06	+0,5	CLICHÉ 13.		CLICHÉ 1430.			
2	0,00	-1,2	24	+0,10	+1,3	35	+0,08	-1,8	2	-0,02	-1,9	1	-0,20	-0,3
6	+0,03	-1,4	26	-0,14	+0,7	37	+0,01	+0,8	11	-0,02	+0,2	5	-0,02	+0,4
10	+0,11	+0,1	28	-0,04	+0,8	42	+0,08	+1,6	19	+0,01	-0,9	8	-0,19	-2,5
11	-0,07	-0,3	29	+0,08	0,0	55	-0,05	+0,2	23	-0,01	-0,1	9	-0,04	+4,4
17	+0,04	+0,3	31	+0,09	-0,1	57	+0,09	-2,4	24	+0,06	+1,8	13	+0,05	+2,1
20	+0,05	+0,7	43	-0,11	+0,1				26	-0,10	+0,6	17	+0,07	-1,0
24	+0,15	+1,4	44	0,00	+0,4	CLICHÉ 29.			28	+0,18	+1,8	18	-0,06	-2,4
34	+0,03	-2,5	49	+0,03	-0,9	4	-0,06	-0,5	34	+0,07	-0,2	21	-0,02	-1,2
35	+0,05	-0,1				7	0,00	-1,1	35	-0,04	-1,4	25	+0,05	+0,1
37	-0,17	+0,5	CLICHÉ 1578.			9	+0,03	+0,4	40	+0,09	-0,5	30	+0,14	+3,2
52	-0,12	-0,6	2	+0,10	+3,2	13	+0,04	+0,8	45	-0,18	+0,2	37	0,00	-0,7
54	+0,04	-0,5	29	-0,24	-1,1	15	-0,07	0,0	76	+0,07	+0,7	39	-0,14	-1,0
57	-0,21	-2,8	33	+0,02	+0,9	18	+0,12	+1,7	91	+0,22	+1,1	45	-0,02	-4,2
58	-0,08	+3,4	45	+0,06	+0,6	19	+0,06	-2,7	95	-0,32	-1,5	51	-0,14	+2,1
60	+0,03	+1,5	53	+0,13	-0,7	21	-0,05	-2,6				61	-0,02	-3,8
62	+0,05	-1,2	61	-0,07	-0,1	24	-0,02	+1,3	CLICHÉ 1376.		63	+0,15	-1,2	
63	-0,03	+1,4	67	+0,12	0,0	28	-0,13	-0,3	4	+0,08	-0,5	69	-0,01	+3,8
65	-0,03	-1,3	77	-0,06	-1,5	31	+0,11	-2,0	8	+0,03	-1,9	78	-0,22	+3,2
66	+0,02	-0,3	87	+0,26	-2,3	32	-0,05	0,0	16	+0,12	-0,1	101	-0,03	-0,6
68	+0,12	+2,8	108	+0,08	-0,5	38	-0,04	+0,4	28	-0,10	+0,5	119	+0,02	+0,5
			109	+0,02	+1,6	40	-0,04	+1,1	30	-0,04	+1,0	124	-0,12	-1,0
CLICHÉ 1377.			122	-0,04	+0,4	41	+0,05	-0,4	32	+0,24	-1,9	CLICHÉ 3.		
4	-0,15	-0,9	125	-0,03	+3,2	43	+0,23	+1,3	35	+0,01	+0,8	1	+0,04	+1,1
5	0,00	-0,7	126	+0,06	0,0	45	-0,10	+0,4	42	-0,05	-1,6	4	+0,11	+0,6
16	+0,19	-2,3	131	-0,20	+1,2	50	-0,06	+2,7	49	-0,03	-2,8	9	+0,11	-0,4
17	+0,14	+1,1	138	-0,14	-0,7	52	+0,04	+1,2	55	+0,04	+0,2	10	-0,17	-4,0
22	+0,05	-1,7	144	-0,01	0,0				69	-0,05	+0,1	11	-0,27	-1,1
24	-0,10	+2,5							73	-0,06	+0,7			

Tableau des résidus pour les étoiles de repère de 33 clichés des zones 0°, -1° et -2° (suite.)

ZONE $\odot = -2^\circ$ .		ZONE $\odot = -2^\circ$ .		ZONE $\odot = -2^\circ$ .		ZONE $\odot = -2^\circ$ .		ZONE $\odot = -2^\circ$ .						
*	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	*	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	*	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$	*	$\Delta x \cos \delta.$	$\Delta \delta.$			
CLICHÉ 3 (suite).			CLICHÉ 1431 (suite).			CLICHÉ 1445 (suite).			CLICHÉ 1421 (suite).			CLICHÉ 1422 (suite).		
12	-0,11	-3,1	101	-0,10	+0,2	72	+0,18	-1,6	174	-0,15	-0,4	130	+0,01	-1,7
17	+0,18	-1,4	118	+0,08	-1,0	73	-0,03	+0,1	191	+0,04	0,0	145	+0,03	-0,5
22	+0,13	-1,2	123	+0,04	+0,1	77	+0,03	-0,6	213	+0,03	+1,4	148	+0,04	0,0
23	-0,21	-1,2	CLICHÉ 1436.			82	-0,09	-2,2	217	+0,04	-0,2	182	-0,10	-0,1
41	-0,10	-1,4				92	+0,19	-0,9	250	+0,17	+0,3	238	-0,10	-2,1
42	+0,28	+2,6				94	-0,01	-2,0				253	-0,02	+2,7
49	-0,22	+3,9							CLICHÉ 1112.			275	0,00	-0,9
51	-0,05	-0,1	5	+0,02	-0,1							CLICHÉ 8.		
54	-0,34	+1,8	42	+0,01	-2,3	CLICHÉ 1.			3	-0,06	-0,1			
57	-0,02	+0,5	48	+0,14	-0,2	15	-0,14	+0,5	4	-0,20	+2,4			
59	+0,05	-2,5	49	-0,22	-0,6	20	0,00	-1,5	28	+0,04	+0,8			
62	-0,27	+1,3	70	-0,14	0,0	23	+0,29	-2,2	35	+0,05	-0,9	10	0,00	-0,9
64	-0,14	-3,2	76	+0,11	+2,6	30	-0,16	-0,2	44	-0,14	-1,5	19	0,00	-0,5
67	0,00	+0,5	81	-0,12	-2,3	38	+0,13	-1,6	47	+0,08	+0,1	26	+0,11	0,0
69	+0,14	+1,0	94	+0,03	+1,8	39	-0,02	+0,6	49	+0,11	-0,2	33	-0,01	+0,4
71	-0,13	-1,2	138	-0,02	-0,7	45	-0,04	+1,4	58	+0,10	0,0	34	-0,09	-0,3
82	+0,26	-2,5	145	+0,02	+1,6	47	-0,01	+1,8	61	+0,20	-0,6	36	+0,01	+0,7
93	+0,29	+2,0	150	-0,04	-0,3	56	-0,05	+0,8	64	-0,03	+0,4	45	+0,29	-1,0
CLICHÉ 1431.			161	+0,26	+1,6	86	+0,02	+0,2	72	-0,07	+0,9	50	-0,08	+0,4
			162	-0,06	-1,1	96	-0,01	0,0	75	-0,05	-0,4	51	+0,03	+1,1
			CLICHÉ 1445.			CLICHÉ 1421.			90	-0,01	+0,7	53	-0,13	-0,1
20	-0,07	+0,3							96	-0,04	-1,3	56	+0,12	+0,2
22	+0,02	+0,6	11	-0,07	-0,8				CLICHÉ 1422.			75	-0,05	+0,5
39	-0,06	-0,9	15	+0,04	+1,9	7	+0,03	-0,5				80	-0,02	-2,1
57	+0,13	-1,4	21	-0,16	+0,9	18	+0,17	-1,4				87	-0,01	0,0
58	+0,07	0,0	25	+0,18	+1,6	21	+0,08	+0,4	48	-0,19	-1,0	97	+0,13	+0,9
73	-0,02	-0,2	26	-0,03	-1,1	26	-0,01	-0,1	49	+0,09	0,0	111	+0,03	-0,5
76	+0,02	+2,6	37	-0,05	+0,3	50	-0,13	+0,5	51	+0,05	+0,3	115	-0,03	+1,1
77	+0,11	-1,0	43	+0,05	+1,1	74	-0,13	-0,3	64	-0,03	-0,6	116	-0,18	-0,9
82	-0,20	+0,7	46	-0,08	-0,6	97	0,00	-1,2	86	-0,05	+0,8	125	-0,01	+0,3
88	-0,03	-0,6	48	-0,06	+0,1	150	-0,01	+1,3	93	+0,17	+0,3	127	-0,10	+0,8
99	0,00	+0,6	50	+0,02	+0,3	156	-0,12	+0,1	104	+0,08	+2,9			

Les résultats conclus pour chacun des 33 clichés sont donnés dans le Tableau suivant :

Les colonnes (1) et (2) contiennent les numéros des clichés et les nombres  $n$  d'étoiles de repère par cliché ;

Dans les colonnes (3) et (4) on trouve la somme des carrés des résidus pour les abscisses et pour les ordonnées, la seconde d'arc étant prise comme unité dans les deux catégories de résidus ;

Les nombres  $\Sigma \nu^2$  de la colonne (5) sont les sommes des nombres contenus dans les colonnes (3) et (4) ;

La colonne (6) donne l'erreur probable conclue, pour chacun des clichés, par la

*Alger, Coord. rect.*

*j*

formule

$$\epsilon_{v,v} = 0,6745 \sqrt{\frac{\sum v^2}{2n-2}}$$

On a, de plus, inscrit au bas du Tableau les sommes des nombres contenus dans les colonnes (2), (3), (4) et (5) :

Cliché.	n.	Sommes des carrés des résidus.			$\epsilon_{v,v}$
		Abscisses.	Ordonnées.	$\sum v^2$ .	
1343.....	24	124,92	46,55	171,47	1,30
1366.....	18	53,01	36,13	89,14	1,09
1374.....	16	67,19	55,35	122,54	1,36
1536.....	13	29,81	7,15	36,96	0,84
596.....	22	57,65	49,21	106,86	1,08
597.....	18	19,76	28,24	48,00	0,80
1542.....	8	6,37	19,69	26,06	0,92
1571.....	11	26,78	36,56	63,34	1,20
22.....	18	33,19	35,56	68,75	0,96
1434.....	19	61,81	41,38	103,19	1,14
1544.....	18	55,26	33,52	88,78	1,09
1573.....	23	64,64	56,46	121,10	1,12
594.....	17	37,06	34,01	71,07	1,01
28.....	20	36,74	47,83	84,57	1,01
1577.....	19	55,82	49,43	105,25	1,15
18.....	12	21,22	10,79	32,01	0,81
1578.....	19	68,73	45,33	114,06	1,20
20.....	20	36,02	28,91	64,93	0,88
29.....	19	30,87	37,09	67,96	0,93
1531.....	17	40,23	33,43	73,66	1,02
13.....	14	56,18	17,55	73,73	1,14
1576.....	17	42,93	28,26	71,19	1,04
17.....	10	20,92	19,77	40,69	1,01
1430.....	21	53,62	114,43	168,05	1,38
3.....	23	173,61	106,94	280,55	1,70
1431.....	14	23,06	13,28	36,34	0,80
1436.....	13	42,55	27,90	70,45	1,16
1445.....	16	35,84	23,17	59,01	0,95
1.....	11	34,04	16,18	50,22	1,07
1421.....	14	31,52	8,11	39,63	0,84
1112.....	14	32,81	13,19	46,00	0,90
1422.....	14	24,39	26,25	50,64	0,94
8.....	20	46,64	12,69	59,33	0,84
	552	1545,19	1160,34	2705,53	

Si l'on considère les résidus des abscisses et ceux des ordonnées séparément, on trouve les résultats que voici pour l'erreur moyenne  $\sqrt{\frac{\sum v^2}{N}}$  d'un résidu, N désignant le nombre



total 552 des étoiles de repère contenues dans les 33 clichés :

	Abscisses.	Ordonnées.
$\sqrt{\frac{\sum v^2}{N}} \dots\dots\dots$	1",7	1",5

Ainsi, comme nous l'avions supposé *a priori*, nos équations de condition sont représentées également bien par les valeurs des abscisses et par celles des ordonnées.

D'autre part, en examinant les erreurs probables  $\epsilon_{v,v'}$  dont les valeurs se trouvent dans la dernière colonne du Tableau ci-dessus et que nous avons obtenues pour chaque cliché, en réunissant les deux catégories de résidus (abscisses et ordonnées), on voit que l'accord est, en général, satisfaisant pour les différents clichés (1). Si l'on formait la moyenne de ces erreurs probables sans avoir égard au nombre d'étoiles sur lequel repose chacune des valeurs individuelles, on trouverait 1",06; mais il convient de procéder autrement. Soient :

$$\frac{(\sum v^2)_1}{2n_1 - 2}, \quad \frac{(\sum v^2)_2}{2n_2 - 2}, \quad \dots, \quad \frac{(\sum v^2)_{33}}{2n_{33} - 2},$$

les moyennes des carrés des résidus pour chacun des 33 clichés considérés; nous avons combiné ces 33 moyennes en adoptant pour chacune d'elles un poids proportionnel à son diviseur; il en est donc résulté l'expression suivante de l'erreur probable finale :

$$\epsilon_{v,v'} = 0,6745 \sqrt{\frac{(\sum v^2)_1 + (\sum v^2)_2 + \dots + (\sum v^2)_{33}}{2N - 66}}.$$

Pour appliquer cette formule nous avons

$$\begin{aligned} (\sum v^2)_1 + (\sum v^2)_2 + \dots + (\sum v^2)_{33} &= 2705,53, \\ 2N - 66 &= 1038, \end{aligned}$$

et l'on trouve, au moyen de ces valeurs,

$$\epsilon_{v,v'} = 1",09,$$

alors que la moyenne simple des erreurs probables avait donné 1",06; nous adopterons 1",1.

En se fondant sur cette valeur finale de l'erreur probable on peut examiner si les résidus de nos 33 clichés satisfont dans leur ensemble à la loi de fréquence des erreurs accidentelles. Dans ce but, nous présentons, en un Tableau, les résultats de la comparaison faite entre les nombres d'écarts réellement observés. Tous les résidus, au nombre de 1104, ont été utilisés dans cette discussion; nous les avons partagés en 18 groupes dont le premier contient tous les résidus depuis 0",0 jusqu'à 0",3 exclusivement, le deuxième tous les résidus depuis 0",3 jusqu'à 0",6 exclusivement, et ainsi de suite, comme il est indiqué

---

(1) Il y aurait une exception à faire pour le cliché n° 3 dont les mesures sont rendues alors incertaines par la faiblesse de l'impression des traits du réseau. Néanmoins nous n'avons pas cru devoir éliminer de la discussion les résultats fournis par ce cliché, qui ne pouvaient, d'ailleurs, modifier nos conclusions, à cause du grand nombre des étoiles empruntées aux autres plaques.

dans la première colonne du Tableau; la deuxième et la troisième colonnes contiennent les nombres absolus des écarts pour chaque groupe; les deux dernières colonnes indiquent à combien d'écarts pour 100 correspondent les nombres absolus :

Limites des écarts.	Abscisses et ordonnées réunies.			
	Nombre d'écarts absolu		Nombre d'écarts pour 100	
	calculé.	observé.	calculé.	observé.
0,0 — 0,3.....	162	164	pour 100 14,6	pour 100 14,9
0,3 — 0,6.....	157	187	14,1	16,9
0,6 — 0,9.....	146	149	13,2	13,5
0,9 — 1,2.....	131	124	11,9	11,2
1,2 — 1,5.....	115	103	10,4	9,3
1,5 — 1,8.....	97	93	8,8	8,4
1,8 — 2,1.....	79	75	7,2	6,8
2,1 — 2,4.....	62	50	5,7	4,5
2,4 — 2,7.....	48	44	4,3	4,0
2,7 — 3,0.....	35	35	3,2	3,2
3,0 — 3,3.....	25	29	2,3	2,6
3,3 — 3,6.....	17	17	1,6	1,6
3,6 — 3,9.....	10	9	0,9	0,8
3,9 — 4,2.....	9	12	0,8	1,1
4,2 — 4,5.....	4	9	0,4	0,8
4,5 — 4,8.....	4	2	0,3	0,2
4,8 — 5,1.....	2	1	0,2	0,1
5,1 — 5,4.....	1	1	0,1	0,1
	1104	1104	100,0	100,0

On voit, par ce Tableau, que l'accord entre les nombres calculés et les nombres observés est très satisfaisant; la plus grande discordance, qui a lieu pour le groupe 0",3 — 0",6, n'atteint pas tout à fait 3 pour 100. En conséquence, nous regarderons comme fondée notre conclusion relative à l'erreur probable des seconds membres de nos équations de condition, savoir

$$\varepsilon_{\mu, \mu'} = 1'', 10.$$

Il est maintenant facile d'évaluer numériquement l'incertitude affectant les coordonnées rectilignes que l'on tirera de notre Catalogue photographique après avoir appliqué les corrections résultant des éléments provisoires.

Soient :

$\varepsilon_{\mu}$  l'erreur probable de la mesure d'une coordonnée;

$\varepsilon_{\mu'}$  l'erreur probable de cette coordonnée réduite au moyen des éléments du cliché;

$n$  le nombre des étoiles de repère qui ont été employées pour le calcul des éléments;

$\Delta_{\mu}$  la distance entre l'image de l'étoile considérée et le point G du cliché dont les coordonnées sont  $X_g = \frac{\sum X}{n}$  et  $Y_g = \frac{\sum Y}{n}$ ;

$\Sigma \Delta^2$  la somme des carrés de toutes les distances analogues pour tout l'ensemble des étoiles de repère; cette somme n'est autre que la quantité  $\Sigma(a^2 + b^2)$ , qui intervient dans le calcul des éléments.

On aura, d'après ce qui a été démontré à la page LXVII de ce Mémoire :

$$(75) \quad \varepsilon_{\mu'}^2 = \varepsilon_{\mu}^2 + \frac{\varepsilon^2}{n} + \frac{\Delta_{\mu}^2}{\Sigma \Delta^2} \varepsilon^2,$$

expression dans laquelle on prendra pour  $\varepsilon$  :

$$\varepsilon = \varepsilon_{n,n'} \sqrt{\frac{n}{n-1}}.$$

Si l'on suppose, pour le nombre d'étoiles de repère,  $n = 16$ , on aura, d'après ce qui précède,

$$\varepsilon = 1'',14.$$

Nous avons calculé les valeurs numériques de  $\varepsilon_{\mu'}$  dans une hypothèse particulière qui est la suivante :

1° Les 16 étoiles de repère se trouvaient distribuées suivant les diagonales du cliché, symétriques deux à deux par rapport au centre, et à des distances respectives de 18', 36', 54', 72' de ce centre ;

2° La mesure d'une coordonnée est sujette à l'erreur probable  $\varepsilon_{\mu} = 0'',12$ .

Dans ces conditions, voici la valeur de  $\varepsilon_{\mu'}$  pour une étoile ne faisant point partie du groupe d'étoiles de repère et dont l'image est située à une distance  $\Delta_{\mu}$  du point G, qui, dans notre hypothèse, coïncide avec le centre même du cliché.

$\Delta_{\mu}$	$\varepsilon_{\mu'}$	$\Delta_{\mu}$	$\varepsilon_{\mu'}$
0'	0'',309	50'	0'',423
10'	0'',314	60'	0'',465
20'	0'',330	70'	0'',509
30'	0'',355	80'	0'',556
40'	0'',386	90'	0'',605

On voit que l'erreur probable d'une position photographique peut varier du simple au double selon la région du cliché dans laquelle se trouve l'image de l'étoile. Il en est ainsi, du moins, tant que l'on ne fait concourir à la détermination des coordonnées de l'astre que les mesures d'un seul cliché. Mais, en vertu d'une résolution adoptée par la Conférence internationale de 1887, relativement à la distribution des plaques de la Carte en deux séries dont les centres correspondent à une déclinaison *paire* pour l'une et *impaire* pour l'autre, l'image d'une même étoile située au coin d'une plaque de la première série se retrouvera en un point voisin du centre d'une plaque de la seconde. Il est alors facile de voir que la moyenne de deux positions, conclues d'après les mesures de deux plaques, se recouvrant ainsi dans le quart de leur surface, jouira d'une précision sensiblement

constante, quel que soit le lieu occupé par l'image sur la partie commune aux deux clichés.

Admettons, en effet, pour simplifier :

1° Que les éléments des deux clichés reposent sur un même nombre  $n$  d'étoiles de repère, mais qu'aucune des  $n$  étoiles ayant servi à déterminer les éléments de l'un de ces clichés n'ait concouru à la détermination des éléments de l'autre, afin que nous puissions regarder comme absolument indépendantes l'une de l'autre les valeurs conclues, pour les coordonnées photographiques d'un même astre, au moyen des deux clichés associés ;

2° Que, dans les deux clichés, les étoiles de repère se trouvent distribuées avec l'uniformité parfaite déjà supposée pour la construction du Tableau précédent, de telle sorte que le lieu moyen du groupe de ces étoiles, c'est-à-dire le point G, coïncide, sur chaque plaque, avec le centre de celle-ci ;

3° Admettons, de plus, que la quantité  $\Sigma(a^2 + b^2)$  ait la même valeur pour les deux clichés.

Dans ces conditions, et en vertu de la formule (75), le carré de l'erreur probable de la moyenne des positions conclues pour une étoile commune aux deux clichés aura pour expression

$$\frac{1}{2} \left( \varepsilon_{\mu}^2 + \frac{\varepsilon^2}{n} \right) + \frac{1}{4} \frac{\varepsilon^2}{\Sigma(a^2 + b^2)} (\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2),$$

où  $\Delta_{\mu}$  représente la distance de l'étoile au centre de la première plaque et  $\Delta'_{\mu}$  sa distance au centre de la seconde.

Désignons maintenant par  $l$  le côté du carré commun aux deux plaques superposées, exprimé en minutes d'arc (1) ; nous avons évidemment

$$\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2 = 2l^2 + 2\Delta_{\mu}\Delta'_{\mu}\cos(\Delta_{\mu}, \Delta'_{\mu});$$

la valeur *minimum* de ce terme est  $l^2$ , sa valeur *maximum*  $2l^2$  ; en se rappelant d'ailleurs que, selon notre hypothèse, la quantité  $\Sigma(a^2 + b^2)$  est 38880 comme dans l'exemple traité antérieurement, on trouvera que l'erreur probable de la moyenne considérée demeure comprise entre les limites  $0''$ , 28 et  $0''$ , 33.

Ainsi, pour toute étoile commune à deux clichés qui se recouvrent comme ceux de nos deux séries paire et impaire, la moyenne des positions fondées sur les mesures de ces deux clichés aura une précision sensiblement égale à celle qu'une seule des deux plaques fournirait pour une étoile située au centre. Et l'erreur probable de cette moyenne différera peu de  $0''$ , 30. On remarquera la concordance de ce résultat avec celui auquel M. Lœwy est arrivé, par des considérations bien différentes, dans le Mémoire servant de préambule au premier volume du Catalogue photographique de l'Observatoire de Paris.

(1) Nous regardons ici la partie commune aux deux plaques comme formant un carré de 60' de côté. Cela n'est rigoureusement vrai que pour la zone équatoriale. Voir, à ce sujet, les *Commentaires des décisions prises par les Conférences internationales qui se réunirent à l'Observatoire de Paris en 1887, 1889 et 1891 pour l'exécution photographique d'une Carte du ciel*, p. 12 à 17 (Paris, Imprimerie Gauthier-Villars, 1892).

CAS OU PLUSIEURS ÉTOILES DE REPÈRE SONT COMMUNES AUX DEUX CLICHÉS ASSOCIÉS.

Il arrivera, le plus souvent, que plusieurs des étoiles de repère, utilisées pour la détermination des éléments, seront communes aux deux clichés associés. Il importe donc d'examiner si cette circonstance est de nature à modifier d'une manière notable l'erreur probable de la moyenne des positions photographiques fournies par ces deux clichés.

Dans ce qui suit, nous appelons, comme précédemment, pour l'un des clichés :

$X_\mu, Y_\mu$  les coordonnées mesurées pour une étoile M dont on veut conclure la position photographique;

$n$  le nombre des étoiles de repère ayant concouru à la détermination des éléments;

$X_1, X_2, \dots, X_n$  et  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  les coordonnées mesurées des  $n$  étoiles de repère,  $X_{c,1}, Y_{c,1}, \dots, Y_{c,n}$  les coordonnées tirées des catalogues pour ces mêmes étoiles.

Les quantités  $P, P', Q, Q'$ , dont les formules (61 bis) donnent les expressions, s'appliquent avec l'indice convenable à chacune des étoiles de repère, mais nous désignons par les lettres  $F, F'$  les seconds membres de nos équations de condition, c'est-à-dire en négligeant les termes très petits qui dépendent de la réfraction différentielle.

$$(76) \quad \left\{ \begin{array}{ll} F_1 = X_{c,1} - X_1, & F'_1 = Y_{c,1} - Y_1, \\ F_2 = X_{c,2} - X_2, & F'_2 = Y_{c,2} - Y_2, \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots, \\ F_n = X_{c,n} - X_n, & F'_n = Y_{c,n} - Y_n. \end{array} \right.$$

Sur la seconde plaque, associée à la précédente, les mesures ont fourni pour les coordonnées de l'étoile M les valeurs  $x_\mu, y_\mu$ ; pour celles des étoiles de repère, supposées en nombre  $n'$ , elles ont donné les valeurs  $x_1, x_2, x_{n'}, y_1, y_2, y_{n'}$ , tandis que les coordonnées tirées des Catalogues sont  $x_{c,1}, x_{c,2}, \dots, x_{c,n'}$  et  $y_{c,1}, y_{c,2}, \dots, y_{c,n'}$ .

Nous supposons, en outre, formées des expressions analogues à celles du système (61 bis), soit

$$(77) \quad \left\{ \begin{array}{l} p = \frac{1}{n'} + \frac{a'(x_\mu - x_g) + b'(y_\mu - y_g)}{\Sigma(a'^2 + b'^2)} = q', \\ p' = \frac{b'(x_\mu - x_g) - a'(y_\mu - y_g)}{\Sigma(a'^2 + b'^2)} = -q, \end{array} \right.$$

dans lesquelles  $x_g, y_g$  représentent les moyennes  $\frac{\Sigma x}{n'}, \frac{\Sigma y}{n'}$  et  $a'_1, a'_2, \dots, a'_{n'}, b'_1, b'_2, \dots, b'_{n'}$  les coordonnées des étoiles de repère rapportées, sur le cliché, aux moyennes  $x_g$  et  $y_g$ , c'est-à-dire

$$(78) \quad \left\{ \begin{array}{ll} a'_1 = x_1 - x_g, & b'_1 = y_1 - y_g, \\ a'_2 = x_2 - x_g, & b'_2 = y_2 - y_g, \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots, \\ a'_{n'} = x_{n'} - x_g, & b'_{n'} = y_{n'} - y_g. \end{array} \right.$$

Enfin, nous désignons par  $f$  et  $f'$ , pour le second cliché, les quantités correspondantes à celles que nous appelons  $F$  et  $F'$  pour le premier

$$(79) \quad \begin{cases} f_1 = x_{c,1} - x_1, & f'_1 = y_{c,1} - y_1, \\ f_2 = x_{c,2} - x_2, & f'_2 = y_{c,2} - y_2, \\ \dots\dots\dots, & \dots\dots\dots, \\ f_{n'} = x_{c,n'} - x_{n'}, & f'_{n'} = y_{c,n'} - y_{n'}. \end{cases}$$

Cela posé, les sommes des abscisses et des ordonnées corrigées  $X'_\mu + x'_\mu$  et  $Y'_\mu + y'_\mu$  de l'étoile  $M$  auront pour expressions :

$$(80) \quad \begin{cases} X'_\mu + x'_\mu = X_\mu + x_\mu + \sum_1^n (PF + P'F') + \sum_1^{n'} (\rho f + \rho' f'), \\ Y'_\mu + y'_\mu = Y_\mu + y_\mu + \sum_1^n (QF + Q'F') + \sum_1^{n'} (qf + q' f'). \end{cases}$$

Mais supposons que parmi les  $n + n'$  étoiles de repère, il y en ait un nombre  $r$ , caractérisées par les indices  $1, 2, \dots, r$ , qui soient communes aux deux clichés, alors les seconds membres de nos expressions (80) ne forment plus une suite de quantités indépendantes, car, si les mesures  $X_k, Y_k$  de l'une de ces étoiles sur le premier cliché sont bien indépendantes des mesures  $x_k, y_k$  se rapportant à la même étoile sur le second, l'indépendance n'existe pas pour les coordonnées calculées  $X_{c,k}$  et  $x_{c,k}$ , ou  $Y_{c,k}$  et  $y_{c,k}$  qui sont empruntées à un même groupe de Catalogues, et entre lesquelles nous avons les relations

$$\begin{aligned} x_{c,k} &= X_{c,k} - l, \\ y_{c,k} &= Y_{c,k} - \lambda, \end{aligned}$$

$l$  et  $\lambda$  désignant respectivement l'abscisse et l'ordonnée du centre de la seconde plaque par rapport au centre de la première.

Ainsi, avant d'appliquer aux seconds membres des expressions (80) le théorème de la somme des carrés des erreurs, nous devons séparer les quantités réellement indépendantes. En effectuant cette séparation, nous obtiendrons

$$(81) \quad \begin{aligned} X'_\mu + x'_\mu &= X_\mu + x_\mu + \sum_1^r (P_k + y_k) X_{c,k} + \sum_1^r (P'_k + p'_k) Y_{c,k} \\ &\quad - \sum_1^r P_k X_k \quad - \sum_1^r P'_k Y_k \\ &\quad - \sum_1^r \rho_k (x_k + l) \quad - \sum_1^r \rho'_k (y_k + \lambda) \\ &\quad + \sum_{r+1}^n (PF + P'F') \quad + \sum_{r+1}^{n'} (\rho f + \rho' f'), \end{aligned}$$

et l'on aura pour  $Y'_\mu + y'_\mu$  une expression toute pareille où les quantités  $P, P', p, p'$  se trouveront remplacées par  $Q, Q', q, q'$ .

A présent nous sommes en état de former une expression correcte pour l'erreur probable  $E_\mu$  de l'une des sommes  $X'_\mu + x'_\mu$  ou  $Y'_\mu + y'_\mu$ .

Rappelons d'abord les notations déjà employées, savoir :  $\varepsilon_\mu$  erreur probable d'une coordonnée mesurée,  $\varepsilon$  erreur probable de l'une des quantités  $F, F', f, f'$ , et joignons-y la suivante :  $\varepsilon_c$  erreur probable d'une coordonnée empruntée aux Catalogues pour une étoile de repère. Nous avons conclu une valeur de  $\varepsilon$  au moyen des résidus de nos équations de condition appliquées aux mesures des étoiles de repère; nous pourrions donc prendre

$$\varepsilon_c = \sqrt{\varepsilon^2 - \varepsilon_\mu^2}.$$

En faisant usage de cette relation on trouve aisément

$$(82) \quad E_\mu^2 = 2\varepsilon_\mu^2 + \varepsilon^2 \sum_1^n (P^2 + P'^2) + \varepsilon^2 \sum_1^{n'} (p^2 + p'^2) + 2\varepsilon_c^2 \sum_1^r (P_k p_k + P'_k p'_k).$$

Si, comme nous l'avons fait précédemment, nous posons

$$\Delta_\mu^2 = (X_\mu - X_\sigma)^2 + (Y_\mu - Y_\sigma)^2,$$

$$\Delta'_\mu^2 = (x_\mu - x_\sigma)^2 + (y_\mu - y_\sigma)^2,$$

l'expression de  $E_\mu^2$  se réduit à celle-ci

$$(83) \quad E_\mu^2 = 2\varepsilon_\mu^2 + \varepsilon^2 \left( \frac{1}{n} + \frac{1}{n'} \right) + \varepsilon^2 \left[ \frac{\Delta_\mu^2}{\Sigma(a^2 + b^2)} + \frac{\Delta'_\mu^2}{\Sigma(a'^2 + b'^2)} \right] + \varepsilon_c^2 \sum_1^r (P_k p_k + P'_k p'_k).$$

Ainsi le terme  $\varepsilon_c^2 \sum_1^r (P_k p_k + P'_k p'_k)$  représente la quantité dont varie le carré de  $E_\mu^2$  si les deux groupes de repères, au lieu d'être entièrement distincts l'un de l'autre, contiennent un nombre  $r$  d'étoiles communes.

*Application numérique.* — Nous avons pris un exemple analogue à celui qui est traité à la page LXXVI. Les repères, au nombre de 16 dans chacune des deux plaques associées, sont distribués systématiquement par rapport aux centres, et nous supposons  $l = \lambda = +60'$ . Les quatre étoiles situées sur la moitié de l'une des diagonales communes ont concouru à la détermination des éléments des deux clichés, et leurs coordonnées respectives sur les deux plaques ont les valeurs suivantes :

$$X_1 = Y_1 = +12', \quad x_1 = y_1 = -48',$$

$$X_2 = Y_2 = +24, \quad x_2 = y_2 = -36,$$

$$X_3 = Y_3 = +36, \quad x_3 = y_3 = -24,$$

$$X_4 = Y_4 = +48, \quad x_4 = y_4 = -12.$$

Nous devons donc faire dans l'expression de  $E_{\mu}^2$

$$n = n' = 16 \quad \text{et} \quad r = 4.$$

Dans ces conditions, voici les résultats obtenus pour l'erreur probable de la moyenne  $\frac{1}{2}(X_{\mu} + x'_{\mu})$  ou  $\frac{1}{2}(Y_{\mu} + y'_{\mu})$ . Les calculs ont été faits pour deux hypothèses :

1° la somme  $\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2$  a sa valeur minimum  $l^2$ , ce qui exige

$$X_{\mu} - X_g = Y_{\mu} - Y_g = \frac{1}{2}l;$$

2° la somme  $\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2$  a sa plus grande valeur possible  $2l^2$ , ce qui aura lieu si l'étoile M, dont on détermine la position photographique, se trouve au centre de l'une des plaques et, par suite, en un coin de l'autre.

Ajoutons que  $\frac{1}{2}(E_{\mu})_1$  désigne l'erreur probable de la moyenne des deux abscisses ou des deux ordonnées conclues, abstraction faite du terme complémentaire

$$\varepsilon_r^2 \sum_1^r (P_k p_k + P'_k p'_k)$$

de la formule (83), et que  $\frac{1}{2}E_{\mu}$  est la *valeur complète* de l'erreur probable.

*Première hypothèse.*

$$\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2 = l^2.$$

$$\frac{1}{2}(E_{\mu})_1 = 0",286,$$

$$\frac{1}{2}E_{\mu} = 0,290,$$

$$\frac{1}{2}E_{\mu} - \frac{1}{2}(E_{\mu})_1 = +0,004,$$

*Seconde hypothèse.*

$$\Delta_{\mu}^2 + \Delta'_{\mu}{}^2 = 2l^2.$$

$$\frac{1}{2}(E_{\mu})_1 = 0",340,$$

$$\frac{1}{2}E_{\mu} = 0,346,$$

$$\frac{1}{2}E_{\mu} - \frac{1}{2}(E_{\mu})_1 = +0,006.$$

Il résulte de là que l'erreur probable de la moyenne des deux positions conclues pouvait, pratiquement, se calculer comme si les groupes de repère ne contenaient aucune étoile commune.

#### TRANSFORMATION DES ABCISSES ET DES ORDONNÉES EN DES DIFFÉRENCES D'ASCENSION DROITE ET DE DÉCLINAISON AVEC LE CENTRE DE LA PLAQUE.

Soient

$\alpha_0$  et  $\delta_0$  les coordonnées équatoriales corrigées du centre d'une plaque;

$\alpha$  et  $\delta$  les coordonnées équatoriales d'une étoile dont les coordonnées rectilignes corrigées sont  $X'$  et  $Y'$ .

Nous allons montrer comment les Tables I, II et III, placées à la fin de cette introduction, permettent d'obtenir les différences  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \delta_0$ .

On a, par la formule (8) du présent Mémoire (Section IV), et en supposant la diffé-



rence  $\alpha - \alpha_0$  exprimée en minutes d'arc,

$$\alpha - \alpha_0 = X' - \beta_1 - \beta_2,$$

$$\delta - \delta_0 = Y' - \beta'_1 - d'_1.$$

La Table I donnera  $\beta_1$  et  $\beta'_1$  avec les arguments respectifs  $X'$  et  $Y'$ . Pour calculer  $\beta_2$  on entrera dans la Table II avec les arguments  $X'$  et  $Y'$ .

Avec les arguments  $\delta_0 + Y'$  et  $X'$  la Table III fournira  $d'_1$ .

Théoriquement, les valeurs ainsi obtenues ne constituent qu'une première approximation, et, pour opérer en toute rigueur, il faudrait recommencer le calcul des corrections  $\beta_1$ ,  $\beta'_1$ ,  $\beta_2$  et  $d'_1$  en prenant pour nouveaux arguments les valeurs approchées de  $\alpha - \alpha_0$  et de  $\delta - \delta_0$ . Mais, pour nos zones ( $-2^\circ$  à  $+4^\circ$ ) et même dans les cas les plus défavorables, l'erreur que l'on commet en substituant les arguments  $X'$  et  $Y'$  aux arguments  $\alpha - \alpha_0$  et  $\delta - \delta_0$  n'est d'aucune importance. Par exemple, en supposant  $X' = +64',5$ ,  $Y' = +64',5$  et  $\delta_0 = +4^\circ$ , on obtiendrait :

*Première approximation*.....  $(\alpha - \alpha_0)_1 = +64',7339$        $(\delta - \delta_0)_1 = +64',4390$   
*Seconde approximation*.....  $(\alpha - \alpha_0)_2 = +64',7347$        $(\delta - \delta_0)_2 = +64',4387$

L'erreur commise, dans ce cas extrême, serait donc seulement de  $0^s,003$  en ascension droite et de  $0'',02$  en déclinaison.

**Exemples de calculs complets pour la conversion des X et Y mesurés en ascensions droites et déclinaisons.**

X et Y désignent les valeurs mesurées des coordonnées;  
 X' et Y' sont les valeurs corrigées au moyen des éléments du cliché.

Étoile.	CLICHÉ 1344.			CLICHÉ 1331.		
	49.	50.	51.	35.	36.	37.
X.....	-55,8864	-54,4323	-53,9992	+ 4,5583	+5,9671	+ 6,4151
X $\tau_x$ .....	-55,2804	-53,8420	-53,4137	+ 4,5093	+5,9030	+ 9,3461
Y $i_x$ .....	- 0,1019	- 0,2349	- 0,2324	+ 0,1043	+0,0257	+ 0,0271
X'.....	-55,3823	-54,0769	-53,6461	+ 4,6136	+5,9287	+ 6,3732
Y.....	-22,4169	-51,6785	-51,1429	+38,8050	+9,5441	+10,0780
Y $\tau_y$ .....	-22,1775	-51,1266	-50,5967	+38,3947	+9,4432	+ 9,9714
-X $i_y$ .....	+ 0,2530	+ 0,2464	+ 0,2445	- 0,0121	-0,0158	- 0,0170
Y'.....	-21,9245	-50,8802	-50,3522	+38,3826	+9,4274	+ 9,9544
X'.....	-55,3823	-54,0769	-53,6461	+ 4,6136	+5,9287	+ 6,3732
$-\beta_1$ (Table I)...	+ 48	+ 44	+ 43	0	0	0
$-\beta_2$ (Table II)...	- 146	- 222	- 220	+ 10	+ 30	+ 33
$\Delta z$ .....	-55,3921	-54,0947	-53,6638	+ 4,6146	+5,9317	+ 6,3765
	-3 <sup>m</sup> 41 <sup>s</sup> ,57	-3 <sup>m</sup> 36 <sup>s</sup> ,38	-3 <sup>m</sup> 34 <sup>s</sup> ,66	+0 <sup>m</sup> 18 <sup>s</sup> ,46	+0 <sup>m</sup> 23 <sup>s</sup> ,73	+0 <sup>m</sup> 25 <sup>s</sup> ,51
$\alpha_0$ .....	0 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup> ,08			0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> ,99		

**Exemples de calculs complets pour la conversion des X et Y mesurés en ascensions droites  
et déclinaisons (suite).**

Étoile.	49.	50.	51.	35.	36.	37.
Y'.....	-21,9245	-50,8802	-50,3522	+38,3826	+9,4274	+ 9,9544
$-\beta'_1$ (Table I)...	+ 3	+ 38	+ 37	- 17	0	0
$-d'_1$ (Table III).	+ 107	+ 136	+ 133	+ 1	+ 2	+ 2
$\Delta\delta$ .....	-21,9135	-50,8628	-50,3352	+38,3810	+9,4276	+ 9,9546
	- 21'54",8	-50'51",8	-50'20",1	+ 38'22",9	+9'25",7	+ 9'57",3
$\delta_0$ .....	-0°58'46",1			-1°59' 2",7		
$\alpha$ .....	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 22",51	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 27",70	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 29",42	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 22",45	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 27",72	0 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 29",50
$\delta$ .....	-1°20'40",9	-1°49'37",9	-1°49'6",2	-1°20'39",8	-1°49'37",0	-1°49'5",4

Nous allons donner maintenant les ascensions droites et les déclinaisons conclues pour 320 étoiles dont chacune est commune à deux clichés compris dans les zones  $-2^\circ$  et  $-1^\circ$ , conformément au Tableau ci-dessous de correspondance entre les ascensions droites des centres et les numéros des clichés :

Zone $-2^\circ$					Zone $-1^\circ$				
Ascension droite du centre.	Numéro du cliché.	Nombre des étoiles communes.	Époque de la photographie.	Époque des mesures.	Ascension droite du centre.	Numéro du cliché.	Nombre des étoiles communes.	Époque de la photographie.	Époque des mesures.
0.0 <sup>h m</sup>	1531		1897 Déc. 28	1898 Avril 20	0.4 <sup>h m</sup>	1544	18	1897 Déc. 13	1898 Avril 18
0.8	13	9	1891 Nov. 26	1897 Fév. 6	0.12	1573	14	1898 Déc. 24	1899 Juin 24
0.16	1576	42	1898 Déc. 28	1899 Juin 15	0.20	594	19	1893 Nov. 20	1896 Déc. 14
0.24	17	8	1891 Nov. 27	1897 Fév. 11	0.28	28	13	1891 Déc. 4	1897 Juin 15
0.32	1430	16	1896 Déc. 28	1900 Avril 12	0.36	595	13	1893 Nov. 20	1896 Déc. 15
0.40	1568	27	1898 Déc. 19	1899 Juin 14	0.44	1547	30	1897 Déc. 16	1898 Mai 17
0.48	1569	27	1898 Déc. 19	1899 Juin 17	0.52	1620	21	1900 Déc. 26	1901 Janv. 4
0.56	3	21	1891 Nov. 19	1897 Fév. 13	1. 0	1577	20	1898 Déc. 31	1899 Juin 26
1. 4	4	22	1891 Nov. 19	1897 Fév. 16					

Dans ce Tableau, chaque nombre de la troisième colonne (étoiles communes) se rapporte à la comparaison du cliché dont le numéro se trouve sur la même ligne que ce nombre avec le cliché de l'autre zone dont le numéro est sur la ligne immédiatement supérieure.

Dans les Tableaux qui suivent, les grandeurs ont reçu la correction  $\Delta m$  donnée, pour chaque cliché, dans notre Catalogue photographique, et dont la signification est expliquée à la page XLIII de ce Mémoire.

Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés.

Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.
B. E.	1544	49 9,9	o. 0.22,51	-1.20.40,9	B. E.	1544	73 9,4	o. 6. 9,27	-1.57.37,1
C. E.	1551	35 9,6	22,45	39,8	B. G.	13	8 9,3	9,18	37,1
	1544	50 10,4	o. 0.27,70	-1.49.37,9		1544	74 10,1	o. 6.13,79	-1.10.36,4
	1551	36 10,6	27,72	37,0		13	9 10,1	13,70	37,5
	1544	51 10,8	o. 0.29,42	-1.49. 6,2		1544	75 10,3	o. 6.18,91	-1.31.23,8
	1551	37 11,0	29,50	5,4		13	10 10,1	18,83	23,5
	1544	52 10,1	o. 0.41,94	-1.44. 5,4		1544	76 8,1	o. 6.23,56	-1.40.45,6
	1551	38 9,0	41,96	4,5		13	11 7,5	23,48	46,0
	1544	53 10,4	o. 1. 2,21	-1.31.48,6		1544	78 9,1	o. 7.26,56	-0.59.15,1
	1551	43 10,9	2,21	47,8		13	18 10,1	26,53	14,5
	1544	54 9,9	o. 1.12,01	-1.33.47,6		1544	79 7,7	o. 7.32,55	-1.46.59,9
	1551	45 9,5	11,98	47,2		13	19 7,5	32,48	60,3
	1544	55 7,9	o. 1.11,47	-1.47.38,2	B. C.	1573	102 9,2	o. 8.36,82	-1.32.36,3
	1551	44 8,4	11,45	38,1	C. E.	13	21 9,7	36,81	37,4
	1544	56 10,1	o. 1.36,21	-1.16.15,4		1573	103 10,1	o. 8.41,18	-1.57.16,3
	1551	50 10,6	36,15	14,6		13	22 9,8	41,17	16,4
	1544	57 9,7	o. 2.18,68	-1.56.21,6		1573	106 8,4	o. 9. 7,13	-1. 7.25,4
	1551	56 9,2	18,70	20,6		13	23 7,9	7,10	25,4
	1544	58 10,5	o. 2.29,98	-1.35.18,2		1573	107 9,4	o. 9.13,21	-1.44.24,9
	1551	57 10,9	29,94	16,7		13	24 9,6	13,16	25,6
	1544	59 8,2	o. 2.38,25	-1.54.18,2		1573	112 10,4	o. 9.45,50	-1.41.38,5
	1551	61 8,7	38,25	17,6		13	25 10,0	45,49	39,1
	1544	60 10,5	o. 2.39,11	-1.34.32,0		1573	113 8,3	o. 9.46,22	-1.35.24,9
	1551	62 10,9	39,11	31,3		13	26 7,8	46,20	25,3
	1544	61 10,4	o. 3.10,99	-1.38.52,3		1573	114 9,5	o. 9.55,89	-1.23.36,4
	1551	65 10,7	11,02	51,8		13	27 9,9	55,86	37,4
	1544	62 10,6	o. 3.40,99	-1.39. 7,5		1573	115 9,5	o. 9.55,95	-1.21. 5,0
	1551	70 11,0	41,01	6,5		13	28 9,9	55,91	6,0
	1544	63 8,3	o. 3.44,19	-1.41.48,6		1573	118 10,4	o.10. 8,96	-1.33.53,7
	1551	71 8,7	44,17	47,5		13	29 10,2	8,94	54,8
	1544	64 10,3	o. 3.48,17	-1.50. 1,6		1573	121 10,4	o.10.36,15	-1.37.58,0
	1551	72 10,5	48,17	0,8		13	30 10,1	36,12	58,7
	1544	66 10,5	o. 3.54,85	-1.46. 6,6		1573	122 10,8	o.10.37,39	-1.35.20,8
	1551	73 11,0	54,84	5,5		13	31 10,7	37,36	21,3
	1544	68 8,6	o. 4. 5,64	-1.18.32,4		1573	123 10,3	o.10.39,66	-1.31.19,4
	1551	74 8,8	5,64	31,4		13	32 10,3	39,66	20,2
B. E.	1544	70 8,6	o. 5.42,83	-1.37.40,2		1573	136 8,4	o.11.45,40	-1.33. 3,9
B. G.	13	4 8,5	42,80	40,2		13	33 9,2	45,37	4,4
	1544	71 10,4	o. 5.47,61	-1.16.40,2		1573	139 8,5	o.11.57,12	-1.37.24,2
	13	5 10,4	47,51	40,1		13	34 9,9	57,08	25,0
	1544	72 10,4	o. 5.48,88	-1. 4.16,8	B. C.	1573	143 10,6	o.12. 4,35	-1.24. 7,3
	13	6 10,7	48,79	16,0	C. E.	1576	5 10,6	4,21	6,6

## Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.			
B. C.	1573	148	10,9	<sup>h</sup> 0.12.14,91 <sup>m</sup> —1.54.55,8 <sup>s</sup>	B. C.	1573	178	11,0	<sup>h</sup> 0.14.25,30 <sup>m</sup> —1.22.37,1 <sup>s</sup>			
C. E.	1576	6	10,8	14,82	55,4	C. E.	1576	27	11,0	25,23	36,9	
	1573	149	10,5	0.12.16,30	—1.42.38,3		1573	179	9,2	0.14.25,55	—1.49. 0,1	
	1576	7	10,5	16,24	38,2		1576	28	9,4	25,44	0,4	
	1573	150	8,4	0.12.18,07	—1.38. 8,3		1573	180	10,4	0.14.26,02	—1.48.10,6	
	1576	8	8,6	17,99	8,4		1576	29	10,5	25,94	10,5	
	1573	151	10,7	0.12.20,10	—1.54.43,4		1573	181	10,3	0.14.30,08	—1.35. 5,7	
	1576	9	10,7	20,03	42,9		1576	30	10,4	30,04	5,4	
	1573	152	10,9	0.12.24,17	—1.54. 6,1		1573	182	10,5	0.14.35,87	—1. 1.39,4	
	1576	10	10,7	24,07	5,6		1576	31	10,5	35,78	38,9	
	1573	155	11,1	0.12.31,76	—1.34.39,8		1573	183	9,0	0.14.36,65	—1. 6. 5,7	
	1576	11	11,0	31,68	39,2		1576	32	8,7	36,59	5,5	
	1573	156	10,5	0.12.32,09	—1.34.56,0		1573	184	10,9	0.14.45,79	—1.28. 4,0	
	1576	12	10,6	31,97	55,6		1576	33	10,9	45,73	3,2	
	1573	157	10,4	0.12.34,11	—1. 8.24,7		1573	185	10,9	0.15. 7,57	—1.33.32,1	
	1576	13	10,5	33,99	24,3		1576	34	10,7	7,49	31,2	
	1573	158	9,8	0.12.34,39	—1.14.45,5		1573	186	9,6	0.15.12,61	—1. 6. 6,7	
	1576	14	10,0	34,31	45,3		1576	35	8,9	12,56	6,4	
	1573	159	11,1	0.12.35,88	—1.33. 3,9		1573	187	11,1	0.15.15,41	—1.44.53,7	
	1576	15	10,8	35,80	3,8		1576	36	11,0	15,32	53,0	
	1573	160	8,5	0.12.38,06	—1.36. 9,6		1573	188	9,6	0.15.18,02	—1. 1. 9,1	
	1576	16	8,3	37,95	9,4		1576	37	8,4	17,98	8,3	
	1573	162	10,8	0.12.42,96	—1.20.11,6		1573	189	9,3	0.15.22,40	—1. 3.25,2	
	1576	17	10,9	42,89	11,5		1576	38	8,4	22,34	25,0	
	1573	164	10,7	0.12.56,58	—1.18.11,3		1573	191	10,8	0.15.23,86	—1.17.58,3	
	1576	18	10,7	56,47	10,3		1576	39	10,4	23,78	57,8	
	1573	165	9,4	0.12.56,96	—1.53.42,1		1573	192	11,1	0.15.24,30	—1.47.24,8	
	1576	19	10,3	56,87	42,1		1576	40	10,8	24,21	24,1	
	1573	167	8,4	0.13. 9,40	—1.16.11,8		1573	193	10,8	0.15.40,00	—1.47.28,9	
	1576	20	8,4	9,29	11,6		1576	41	10,4	39,91	29,1	
	1573	168	10,6	0.13.11,50	—1.36.12,5		1573	194	8,5	0.15.42,67	—1.25.32,7	
	1576	21	10,5	11,41	12,1		1576	42	7,9	42,62	32,8	
	1573	169	10,5	0.13.12,84	—1. 1.48,8		1573	195	10,8	0.16. 5,23	—1.36.20,9	
	1576	22	10,7	12,75	48,5		1576	44	10,5	5,14	21,3	
	1573	172	9,2	0.13.25,10	—1.47.52,6		1573	196	9,5	0.16. 9,32	—1.10.39,3	
	1576	23	8,8	25,00	52,5		1576	45	9,4	9,28	38,8	
	1573	173	9,6	0.13.30,02	—1.41.57,3		1573	197	11,0	0.16. 9,69	—1.31.32,4	
	1576	24	10,3	29,95	57,1		1576	46	10,8	9,66	31,9	
	1573	174	10,7	0.13.37,30	—1.38.46,8		1573	198	10,8	0.16.12,99	—1.11.49,0	
	1576	25	10,7	37,21	46,0		1576	48	10,6	12,94	48,3	
	1573	177	10,3	0.14. 1,80	—1. 7. 6,6		C. E.	594	19	10,4	0.18.44,17	—0.57.18,7
	1576	26	10,5	1,69	6,5		C. E.	1576	72	10,5	44,27	18,4

Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.		
C. E.	594	42	8,1	0.15.42,62	-1.25.32,8	594	64	10,1	0.21.45,00	-1.30.20,2	
C. E.	1376	42	7,9	42,62	32,8	17	5	10,0	44,98	20,9	
	594	43	9,0	0.16. 9,22	-1.10.40,2	594	65	7,9	0.21.45,86	-1.28.56,3	
	1376	45	9,4	9,28	38,8	17	6	7,4	45,84	57,4	
	594	44	9,1	0.16.21,57	-1.29.47,1	594	68	8,7	0.24. 3,16	-1.13. 4,8	
	1376	49	8,2	21,61	45,9	17	10	8,2	3,10	5,4	
	594	45	10,5	0.16.37,30	-1.14.59,3	594	69	10,5	0.24. 9,94	-1.31.28,7	
	1376	51	10,3	37,38	57,8	17	11	10,0	9,89	29,4	
	594	46	10,0	0.16.54,87	-1. 1.20,0	594	70	10,5	0.24.11,40	-1.20.34,7	
	1376	53	10,1	54,93	19,0	17	12	9,9	11,33	36,5	
	594	47	8,3	0.17. 7,00	-1.29.58,0	C. E.	28	35	10,2	0.24. 3,09	-1.13. 4,4
	1376	55	8,2	7,09	57,6	C. E.	17	10	8,2	3,10	5,4
	594	48	10,5	0.17.42,56	-1.12.29,2		28	36	10,8	0.24.11,27	-1.20.34,9
	1376	59	10,3	42,67	28,2		17	12	9,9	11,33	36,5
	594	49	10,3	0.18. 0,48	-1.28. 7,1		28	37	7,3	0.24.47,22	-1.40. 4,8
	1376	61	10,2	0,54	6,0		17	14	7,3	47,22	5,8
	594	50	10,3	0.18.17,48	-1.54.41,3		28	38	10,1	0.24.53,56	-1.50.36,9
	1376	64	10,2	17,54	40,9		17	15	8,2	53,62	37,6
	594	51	10,3	0.18.17,80	-1.48. 4,7		28	39	10,9	0.25. 4,38	-2. 4. 6,3
	1376	65	10,2	17,87	4,2		17	41	9,1	4,47	6,4
	594	52	10,7	0.18.18,15	-1.54.42,1		28	40	8,4	0.25.15,59	-1. 2.59,0
	1376	66	10,5	18,21	42,1		17	16	9,8	15,60	60,2
	594	53	10,7	0.18.20,88	-1.51.44,9		28	43	10,3	0.26. 9,95	-1.29.57,1
	1376	67	10,4	20,93	44,3		17	17	10,3	9,95	57,5
	594	54	8,1	0.18.33,17	-1. 5.43,9		28	45	9,5	0.26.24,71	-1.10.49,3
	1376	69	7,9	33,24	42,9		17	18	10,0	24,67	49,8
	594	55	10,5	0.18.35,81	-1.56.42,9		28	47	7,5	0.26.52,81	-1.47. 2,9
	1376	70	10,2	35,89	42,4		17	20	7,5	52,81	2,7
	594	56	8,5	0.19. 7,52	-2. 0.33,8		28	48	10,2	0.26.54,08	-1.47. 9,9
	1376	141	8,9	7,61	33,9		17	21	10,3	54,09	9,7
	594	57	8,1	0.19.11,36	-1.47.43,9		28	49	9,9	0.27. 4,61	-1.39.14,3
	1376	73	8,0	11,47	43,3		17	22	10,2	4,59	13,8
	594	58	10,4	0.19.15,96	-1.25.56,2		28	50	9,8	0.27. 7,60	-1.30.25,2
	1376	74	10,2	16,06	55,1		17	23	10,4	7,60	25,6
	594	59	9,9	0.19.37,03	-1.33.40,9		28	52	8,0	0.27.59,42	-1.25. 9,0
	1376	76	9,8	37,13	40,1		17	25	10,1	59,39	8,8
C. E.	594	60	10,4	0.20.33,07	-1.55.20,9	C. E.	28	53	10,1	0.28.10,66	-1. 5.34,6
C. E.	17	1	10,1	33,05	22,0	B. G.	1430	3	11,0	10,66	35,7
	594	62	10,2	0.21.15,72	-1.44.28,4		28	54	7,4	0.28.22,06	-1. 9.35,0
	17	3	10,2	15,74	29,5		1430	5	6,3	22,11	35,8
	594	63	10,1	0.21.32,45	-1.41.42,7		28	55	9,4	0.28.24,54	-1.47.19,0
	17	4	10,0	32,42	43,5		1430	6	10,1	24,58	19,2

## Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	⊙ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	⊙ 1900,0.		
C. E.	28	56	9,4	0.28.26,91	-1.14.15,0	B. G.	595	60	8,8	0.34.18,51	-1.16.41,3
B. G.	1430	7	9,6	26,94	15,5	B. G.	1430	49	9,5	18,48	41,1
	28	57	9,5	0.28.55,24	-1.21. 6,6		595	61	8,8	0.34.24,18	-1.31.47,4
	1430	8	9,1	55,22	6,9		1430	51	9,4	24,18	47,3
	28	58	10,2	0.29. 2,15	-1. 4.47,8		595	62	9,9	0.34.36,79	-1. 4.54,5
	1430	9	9,2	2,12	48,7		1430	54	9,9	36,76	54,6
	28	59	10,2	0.29.48,40	-1.25.20,6		595	63	10,6	0.35.10,28	-2. 1.11,3
	1430	12	10,9	48,39	20,7		1430	118	11,1	10,31	11,3
	28	60	7,5	0.29.49,00	-1.51.38,8		595	64	9,0	0.35.44,49	-1.30.41,4
	1430	13	8,7	48,98	39,3		1430	63	9,0	44,49	40,8
	28	61	7,9	0.30. 6,72	-1.23.17,1	B. G.	595	64	9,0	0.35.44,49	-1.30.41,4
	1430	15	9,0	6,71	16,9	B. C.	1568	1	8,9	44,54	42,3
	28	62	7,7	0.30.22,41	-1.38.13,0	B. G.	955	65	10,2	0.35.46,21	-1.47. 3,8
	1430	17	9,0	22,39	13,3	B. G.	1430	64	9,0	46,26	3,3
	28	63	6,3	0.30.24,62	-1. 3.16,9	B. G.	595	65	10,2	0.35.46,21	-1.47. 3,8
	1430	18	5,4	24,70	16,6	B. C.	1568	2	10,1	46,28	4,3
	28	64	10,6	0.30.41,84	-1.14. 3,8	B. G.	595	66	7,9	0.36. 3,87	-2. 3.59,2
	1430	20	11,0	41,83	4,3	B. G.	1430	125	8,8	3,91	59,7
	28	65	7,8	0.30.42,21	-1.26.56,8	B. G.	595	67	10,6	0.36.20,35	-1.34. 2,8
	1430	21	8,8	42,20	56,9	B. G.	1430	70	11,2	20,37	2,3
	28	66	7,7	0.31.17,22	-1. 7.56,0	B. G.	595	67	10,6	0.36.20,35	-1.34. 2,8
	1430	25	8,9	17,19	56,4	B. C.	1568	4	10,5	20,41	3,3
	28	67	10,9	0.31.53,29	-1.45.42,0		595	68	7,4	0.36.25,78	-1.50.52,3
	1430	29	9,6	53,28	40,6		1568	5	7,8	25,85	53,3
	28	68	7,7	0.32. 2,71	-1.24.54,6		595	70	10,5	0.36.43,30	-1.55.27,1
	1430	30	8,7	2,69	54,9		1568	6	10,3	43,35	27,9
B. G.	595	51	10,5	0.31.53,33	-1.45.40,0		595	71	10,6	0.36.44,14	-1.47.35,5
B. G.	1430	29	9,6	53,28	40,6		1568	7	10,3	44,17	36,0
	595	53	10,6	0.32.26,52	-1. 4.30,0		595	72	10,6	0.36.49,02	-1.39.41,7
	1430	34	11,1	26,45	30,1		1568	8	10,4	49,09	42,0
	595	54	6,3	0.32.57,73	-1. 3.11,8		595	73	10,3	0.37. 0,08	-1.48.13,6
	1430	37	7,0	57,66	11,9		1568	9	10,2	0,15	14,3
	595	55	7,9	0.33.11,73	-1.30.16,6		595	74	8,8	0.37. 0,93	-1.45. 9,9
	1430	39	8,8	11,70	16,5		1568	10	9,8	0,98	10,5
	595	56	10,5	0.33.29,84	-1. 6.51,3		595	75	10,1	0.37.49,54	-1.27.13,6
	1430	42	11,1	29,81	50,9		1568	12	10,0	49,57	13,8
	595	57	8,3	0.33.52,11	-1.43. 0,2		595	76	10,4	0.38. 2,10	-1. 1.53,1
	1430	45	9,3	52,10	0,0		1568	13	10,4	2,09	53,9
	595	58	10,5	0.34.13,24	-1.36.29,1		595	78	10,4	0.38.17,73	-1.25.46,3
	1430	46	11,1	13,23	28,9		1568	14	10,1	17,74	46,5
	595	59	10,6	0.34.16,81	-1.58.22,9		595	79	7,9	0.38.18,47	-1.26. 9,8
	1430	48	11,1	16,84	23,3		1568	15	8,4	18,45	11,5

Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.	
B. G.	595	80 10,2	0.38.45,80 <sup>h m s</sup>	-2. 1.44,0 <sup>° ' "</sup>	C. E.	1547	90 8,6	0.40.48,41 <sup>h m s</sup>	-1.21. 0,8 <sup>° ' "</sup>	
B. C.	1568	72 9,8	45,87	44,6	B. C.	1568	34 8,9	48,39	0,8	
	595	81 10,1	0.38.49,87	-1.33.23,9		1547	96 8,3	0.41.26,91	-1.22.55,2	
	1568	17 10,0	49,93	24,2		1568	36 8,3	26,93	55,1	
	595	82 10,3	0.39. 0,11	-1.25. 0,7		1547	97 9,9	0.41.36,15	-1.57.16,2	
	1568	18 10,1	0,13	0,9		1568	37 10,0	36,17	15,3	
	595	83 10,1	0.39.10,07	-1. 7. 4,2		1547	98 10,5	0.41.40,88	-1.48.20,3	
	1568	19 10,0	10,10	4,1		1568	38 10,4	40,88	19,4	
	595	84 8,8	0.39.21,74	-1.15.56,2		1547	100 7,7	0.41.54,05	-1.47.51,7	
	1568	20 9,1	21,77	56,5		1568	40 7,8	54,02	51,4	
	595	85 10,1	0.39.22,33	-1.47.41,5		1547	102 10,5	0.42. 0,71	-1.38. 9,4	
	1568	21 9,8	22,38	41,4		1568	41 10,4	0,68	9,2	
	595	86 8,3	0.39.24,31	-1.36.27,0		1547	103 8,1	0.42. 4,73	-1.42. 8,7	
	1568	22 8,7	24,40	27,8		1568	43 8,1	4,69	8,4	
	595	87 10,6	0.39.32,20	-1.31.46,7		1547	107 10,5	0.42.30,03	-1. 1.45,8	
	1568	23 10,4	32,25	46,9		1568	44 10,8	29,98	46,8	
	595	88 10,6	0.39.35,29	-1.31.49,5		1547	108 8,9	0.42.30,04	-1.42.57,1	
	1568	25 10,4	35,33	50,5		1568	45 9,8	30,01	56,4	
	595	89 10,0	0.39.53,34	-1.48. 6,8		1547	109 10,4	0.42.31,80	-1.10. 9,3	
	1568	27 9,8	53,40	6,9		1568	47 10,5	31,83	8,8	
	595	90 9,0	0.39.57,25	-1.41.41,7		1547	110 10,5	0.42.31,04	-1.55. 8,9	
	1568	28 10,1	57,37	41,6		1568	46 10,4	31,09	8,9	
C. E.	1547	3 8,4	0.40.31,42	-0.55.53,2		1547	111 10,4	0.42.39,43	-1.22. 2,6	
B. C.	1568	32 8,2	31,44	53,9		1568	48 10,4	39,40	2,2	
	1547	8 8,7	0.40.52,26	-0.57. 5,1		1547	112 9,9	0.42.43,18	-1.59.16,9	
	1568	35 9,7	52,24	5,8		1568	49 9,8	43,15	16,0	
	1547	17 10,3	0.41.47,94	-0.55.40,7		1547	113 10,4	0.42.45,01	-1.59. 3,0	
	1568	39 10,4	47,96	41,8		1568	50 10,2	45,00	1,6	
	1547	19 9,9	0.42. 3,37	-0.57.34,6		1547	116 10,3	0.42.50,93	-1.34.52,9	
	1568	42 9,8	3,34	35,4		1568	51 10,3	50,95	52,9	
	1547	83 10,0	0.39.53,33	-1.48. 8,0		1547	117 7,9	0.43.13,09	-1. 2. 2,8	
	1568	27 9,8	53,40	6,9		1568	52 8,0	13,04	3,5	
	1547	84 10,3	0.39.57,32	-1.41.42,4		1547	118 10,3	0.43.13,42	-1.19.48,1	
	1568	28 10,1	57,37	41,6		1568	53 10,4	13,40	48,0	
	1547	86 10,4	0.40.17,93	-1.58.32,1		1547	120 8,4	0.43.28,22	-1.34.39,8	
	1568	29 10,0	17,99	30,6		1568	54 9,9	28,17	39,3	
	1547	87 10,7	0.40.20,22	-1. 5.57,3		1547	121 9,9	0.43.33,67	-1.55.42,4	
	1568	30 10,4	20,22	57,3		1568	55 10,3	33,65	41,9	
	1547	88 10,5	0.40.29,62	-1. 6.39,8		1547	124 10,3	0.43.40,98	-1. 6.11,3	
	1568	31 10,4	29,62	39,9		1568	56 10,2	40,96	11,8	
	1547	89 8,0	0.40.37,70	-1.43.56,1		C. E.	1547	128 10,4	0.44.36,89	-1.52.43,4
	1568	33 7,9	37,69	55,8		B. C.	1569	1 10,2	36,86	42,4

Alger, Coord. rect.

l

Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.	Cliché.	★.	Gr.	α 1900,0.	δ 1900,0.		
C. E.	1347	129	10,5	0.44.46,42	-1. 6.44,5	C. E.	1347	80	8,0	0.47.47,13	-0.55.25,7
B. C.	1369	2	10,8	46,38	43,8	B. C.	1369	22	7,8	47,14	25,7
	1347	131	10,5	0.44.54,96	-1.30.11,8		1347	161	8,2	0.47.47,52	-0.59.26,7
	1369	3	10,3	54,96	11,0		1369	24	8,4	47,50	26,6
	1347	136	10,1	0.45.16,57	-1.38.36,0		1347	162	10,8	0.47.49,70	-1.32.52,3
	1369	4	10,1	16,56	35,1		1369	25	10,3	49,69	51,6
	1347	138	10,5	0.45.29,39	-1.54.22,2		1347	163	5,8	0.47.53,75	-1.41.12,8
	1369	5	10,2	29,36	21,0		1369	26	5,9	53,78	12,5
	1347	141	10,0	0.45.41,29	-1.24.52,2		1347	164	10,5	0.48. 8,23	-1. 2.38,5
	1369	6	9,8	41,30	51,7		1369	27	10,2	8,19	38,4
	1347	63	10,3	0.45.50,92	-0.55.27,0	B. E.	1620	49	10,5	0.48.28,93	-1.33.40,5
	1369	7	10,5	50,93	27,4	B. C.	1369	28	10,2	28,96	41,4
	1347	143	10,5	0.45.55,59	-1.37.46,4		1620	50	10,8	0.48.50,57	-1.15.51,6
	1369	8	10,3	55,55	45,7		1369	29	10,2	50,58	51,9
	1347	144	9,4	0.45.58,14	-1.32.52,6		1620	51	10,6	0.49. 6,41	-1.33.53,5
	1369	9	9,7	58,12	52,0		1369	30	10,2	6,44	53,6
	1347	147	8,3	0.46. 9,54	-1. 4.46,9		1620	52	10,5	0.49.10,39	-1. 4. 4,0
	1369	10	8,5	9,55	46,4		1369	31	10,0	10,38	4,4
	1347	148	8,5	0.46.16,93	-1.55.52,2		1620	55	8,5	0.49.25,06	-0.55.32,4
	1369	11	9,2	16,94	51,3		1369	33	8,5	25,04	33,0
	1347	149	8,4	0.46.21,34	-1.49.43,1		1620	57	10,9	0.49.51,43	-1.23.23,4
	1369	12	9,6	21,37	42,3		1369	34	10,4	51,44	23,3
	1347	150	10,7	0.46.22,17	-1.37.44,0		1620	59	10,7	0.50.12,36	-1. 1.44,7
	1369	13	10,5	22,12	43,4		1369	35	10,2	12,34	44,6
	1347	69	10,7	0.46.29,64	-0.56.35,1		1620	60	10,8	0.50.15,22	-1.18.45,0
	1369	14	10,5	29,66	34,7		1369	36	10,2	15,24	44,4
	1347	151	8,3	0.46.31,15	-1. 1.51,8		1620	61	10,8	0.50.15,38	-1.46.34,9
	1369	15	8,1	31,12	52,0		1369	37	10,0	15,47	34,7
	1347	153	10,3	0.46.40,10	-1.55.44,5		1620	62	9,7	0.50.26,46	-1.16.43,6
	1369	16	9,9	40,07	43,7		1369	38	10,0	26,46	44,0
	1347	154	9,0	0.46.49,35	-1.53.29,7		1620	63	10,5	0.50.29,49	-1.47.40,4
	1369	17	9,9	49,32	28,9		1369	39	9,8	29,59	40,3
	1347	156	10,4	0.47. 1,83	-1.37.45,0		1620	64	10,9	0.50.33,58	-1.38.52,1
	1369	18	10,0	1,78	44,3		1369	40	10,3	33,66	51,8
	1347	157	10,5	0.47. 7,58	-1.20.30,3		1620	65	8,4	0.50.39,69	-1.20.10,0
	1369	19	10,2	7,58	29,7		1369	41	8,6	39,75	10,2
	1347	158	8,4	0.47.17,66	-1.39. 5,7		1620	66	8,4	0.50.59,05	-0.55.45,5
	1369	20	9,7	17,67	5,1		1369	42	8,1	59,05	45,5
	1347	159	10,5	0.47.29,05	-1. 7.44,4		1620	68	8,6	0.51.11,19	-1.51. 7,7
	1369	21	10,2	29,03	43,7		1369	44	9,4	11,27	7,0
	1347	160	10,5	0.47.46,82	-1.10.40,7		1620	69	10,8	0.51.27,45	-1. 6.50,3
	1369	23	10,0	46,82	40,4		1369	45	10,3	27,45	49,4



Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	G <sup>r</sup> .	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.	Cliché.	★.	G <sup>r</sup> .	♌ 1900,0.	♍ 1900,0.		
B. E.	1620	70	9,8	0.51.28,66	-1.50.40,0	B. E.	1620	98	9,4	0.55.52,30	-1.25. 8,2
B. C.	1569	46	10,1	28,79	39,4	C. E.	3	25	9,0	52,28	7,1
	1620	71	10,6	0.51.29,86	-1. 9.36,7		1620	99	11,0	0.55.58,22	-1.47.24,0
	1569	47	10,1	29,87	35,6		3	26	11,4	58,19	21,4
	1620	72	10,7	0.51.34,59	-0.58. 2,2		1620	100	11,2	0.55.59,34	-1.44.42,5
	1569	48	10,2	34,55	1,1		3	27	11,4	59,34	40,4
	1620	75	7,7	0.51.53,27	-1. 0.47,2		1620	102	10,8	0.56. 3,59	-1.40. 0,0
	1569	49	7,8	53,28	46,8		3	28	9,3	3,59	39.57,7
	1620	76	10,5	0.51.55,36	-1.14.19,4		1620	104	11,0	0.56. 4,46	-1.35.23,9
	1569	50	9,9	55,38	18,1		3	29	11,3	4,44	21,9
B. E.	1620	77	10,8	0.52.43,47	-1.35.39,3	C. E.	1577	45	8,2	0.55.42,96	-1.33.37,8
C. E.	3	3	11,4	43,41	39,5	C. E.	3	22	8,8	42,88	36,9
	1620	79	8,7	0.52.53,47	-1.17.17,7		1577	46	8,0	0.55.46,33	-1.24.30,0
	3	4	9,0	53,49	17,9		3	23	8,7	46,23	29,1
	1620	82	6,7	0.54.13,37	-1.12.48,4		1577	47	10,7	0.55.50,16	-1.16. 8,9
	3	9	7,4	13,38	47,7		3	24	11,3	50,10	7,5
	1620	83	8,0	0.54.27,89	-1.44. 0,4		1577	48	10,1	0.55.52,39	-1.25. 7,7
	3	10	8,7	27,92	0,9		3	25	9,0	52,28	7,1
	1620	84	7,5	0.54.29,00	-1.51.57,5		1577	52	10,8	0.56.31,25	-1.56.27,1
	3	11	8,6	29,07	57,8		3	31	10,3	31,26	26,1
	1620	85	8,9	0.54.37,12	-1. 6.25,4		1577	53	10,8	0.56.39,88	-1.39.56,5
	3	12	9,1	37,12	24,1		3	32	11,4	39,85	56,1
	1620	86	9,0	0.54.41,09	-1.24. 0,1		1577	54	10,6	0.56.41,38	-1.39.50,2
	3	13	9,3	41,10	23.59,3		3	33	10,3	41,32	48,8
	1620	87	9,3	0.54.45,87	-1.13.58,4		1577	55	10,9	0.56.56,42	-1.39.25,6
	3	14	9,4	45,84	57,6		3	34	11,3	56,37	25,7
	1620	88	10,8	0.54.56,04	-1.51.58,8		1577	56	10,1	0.56.56,41	-1.26.38,1
	3	15	10,4	56,09	57,9		3	35	9,2	56,38	37,5
	1620	89	10,7	0.54.56,64	-1.26.36,2		1577	57	11,2	0.56.59,49	-1.26.39,5
	3	16	10,9	56,62	34,8		3	36	11,5	59,44	39,2
	1620	91	8,5	0.55. 5,85	-1.37. 9,4		1577	58	10,6	0.57. 3,93	-0.59.43,7
	3	17	8,8	5,92	8,2		3	37	11,5	3,86	42,5
	1620	93	10,7	0.55.36,91	-1.40.16,4		1577	59	10,1	0.57.13,34	-1.58.35,5
	3	19	9,4	36,90	15,0		3	38	9,2	13,36	35,2
	1620	94	9,6	0.55.37,52	-1.42.40,0		1577	60	10,3	0.57.19,59	-1.26.41,8
	3	20	9,1	37,57	39,1		3	39	10,3	19,58	41,5
	1620	95	8,0	0.55.42,85	-1.33.38,5		1577	61	10,9	0.57.20,29	-1.28.32,1
	3	22	8,8	42,88	36,9		3	40	11,5	20,26	31,2
	1620	96	8,4	0.55.46,20	-1.24.30,4		1577	62	7,9	0.58.19,34	-2. 1.55,6
	3	23	8,7	46,23	29,1		3	41	8,7	19,32	55,5
	1620	97	10,8	0.55.50,11	-1.16. 9,6		1577	63	8,1	0.58.46,88	-1.35.10,2
	3	24	11,3	50,10	7,5		3	42	8,8	46,90	8,8

Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 d'étoiles communes à deux clichés (suite).

Cliché.	★.	G <sup>r</sup> .	α 1900,0.	⊙ 1900,0.	Cliché.	★.	G <sup>r</sup> .	α 1900,0.	⊙ 1900,0.		
C. E.	1377	67	9,2	0.59.24,80	-1.27.9,6	C. E.	1377	82	8,0	1.157,96	-1.7.32,3
C. E.	3	44	10,1	24,79	8,2	C. E.	4	11	8,3	57,99	31,9
1377	68	10,3	0.59.31,19	-1.39.43,1	1377	83	10,4	1.2.14,21	-1.5.7,4		
3	45	11,5	31,19	42,1	4	12	8,6	14,24	6,8		
1377	69	10,3	0.59.48,55	-1.32.58,4	1377	84	10,8	1.2.15,46	-1.32.1,2		
3	46	11,5	48,55	57,5	4	13	10,6	15,40	1,0		
1377	70	10,6	0.59.50,95	-2.0.28,6	1377	85	8,0	1.2.18,46	-2.2.0,4		
3	47	11,6	50,99	28,2	4	14	8,4	18,37	0,6		
C. E.	1377	71	10,7	0.59.55,15	-1.26.58,6	1377	86	10,7	1.2.20,75	-1.0.57,3	
C. E.	4	2	11,6	55,06	57,6	4	15	11,4	20,82	56,9	
1377	73	10,2	1.0.31,65	-1.23.22,4	1377	87	8,6	1.2.27,57	-1.39.18,9		
4	3	9,8	31,58	21,0	4	16	8,5	27,54	18,2		
1377	74	9,7	1.0.57,93	-2.1.1,0	1377	88	8,9	1.2.28,20	-1.40.55,1		
4	4	8,6	57,83	0,5	4	17	8,6	28,16	54,5		
1377	75	10,6	1.1.7,23	-1.23.36,3	1377	89	9,7	1.2.37,48	-1.13.28,8		
4	5	10,9	7,18	35,1	4	18	8,8	37,50	28,5		
1377	76	10,6	1.1.17,59	-1.13.19,1	1377	90	10,3	1.2.39,61	-1.25.27,5		
4	6	11,0	17,56	18,4	4	19	8,9	39,56	27,6		
1377	77	7,9	1.1.18,52	-1.17.0,4	1377	91	8,9	1.2.46,63	-1.32.1,3		
4	7	8,3	18,50	16.59,3	4	20	8,6	46,59	1,2		
1377	78	10,9	1.1.20,26	-1.22.24,0	1377	92	9,5	1.2.51,36	-1.52.12,4		
4	8	11,2	20,22	23,2	4	21	8,6	51,27	12,4		
1377	79	8,2	1.1.38,99	-2.0.58,9	1377	94	10,6	1.3.4,63	-1.13.26,3		
4	9	8,5	38,90	58,9	4	22	10,6	4,62	25,9		
1377	80	8,0	1.1.40,83	-1.28.21,9	1377	95	8,4	1.3.5,94	-1.57.9,6		
4	10	8,4	40,79	21,5	4	23	8,6	5,87	9,4		

En formant, d'après ces Tableaux, les différences d'ascension droite et de déclinaison pour chacune des 320 étoiles communes à deux plaques, nous avons obtenu l'erreur probable d'une différence ou d'une somme de coordonnées, et nous en avons conclu l'erreur probable de la moyenne des coordonnées empruntées à deux clichés :

	Erreur probable	
	d'une différence ou d'une somme.	de la moyenne de deux coordonnées.
Ascensions droites.....	0",540	0",270
Déclinaisons.....	0",508	0",254

Nous terminons cette discussion par un Tableau où la distribution réelle des écarts, suivant leurs grandeurs, est mise en regard de la distribution théorique, fondée sur la supposition des erreurs probables respectives 0",540 et 0",508 :

Ascensions droites				Déclinaisons			
Limites des écarts.	Nombre d'écarts pour 100		Limites des écarts.	Nombre d'écarts pour 100			
	calculé.	observé.		calculé.	observé.		
0,00 — 0,03.....	43,1	35,9	0,0 — 0,3.....	31,0	25,3		
0,03 — 0,06.....	34,4	31,3	0,3 — 0,6.....	26,5	26,0		
0,06 — 0,09.....	13,7	19,4	0,6 — 0,9.....	19,3	22,2		
0,09 — 0,12.....	6,5	11,9	0,9 — 1,2.....	12,1	16,9		
0,12 — 0,15.....	1,9	1,5	1,2 — 1,5.....	6,5	5,9		
0,15 — 0,18.....	0,4	0,0	1,5 — 1,8.....	2,9	1,9		
			1,8 — 2,1.....	1,2	0,6		
			2,1 — 2,4.....	0,4	0,9		
			2,4 — 2,7.....	0,1	0,3		
	100,0	100,0		100,0	100,0		

Voici la liste générale des Catalogues employés dans la détermination des positions moyennes des étoiles de repère pour les zones attribuées à l'Observatoire d'Alger :

Mayer (1753).	Paris, 3 périodes (1843, 60 et 73).
Bradley (1753).	Greenwich (1872).
Lalande (1800).	Goettingue (1873).
Lalande B (1800).	Nicolaïef (1873).
Piazzi (1800).	Gould (1873).
Weisse I (1823).	Washington (1873).
Pond (1830).	Romberg (1873).
Rümker (1836).	Armagh II (1873).
Santini (1840).	Becker (1873).
Greenwich (1840).	Munich I (1880).
Greenwich (1845).	Greenwich (1880).
Greenwich (1850).	Munich II (1880).
Bonn, t. VI (1853).	Karlsruhe (1883).
Kam (1853).	Küstner (1883).
Poukovo (1853).	Dunsink (1883).
Radcliffe II (1860).	Greenwich (1890).
Yarnall-Frisby (1860).	Glasgow II (1890).
Santini (1860).	Stone (1890) (Radcliffe III).
Goettingue (1860).	Cincinnati (1890).
Greenwich (1860).	Cincinnati (1893).
Greenwich (1864).	Küstner (1890), mouvements propres de 335 étoiles.
Schjellerup (1865).	Bossert (1900), mouvements propres.
Glasgow I (1870).	Newcomb (1900), mouvements propres.

Nous indiquons ci-après le nombre moyen d'étoiles de repère employées dans chaque cliché pour la détermination des constantes en ce qui concerne les zones — 2°, — 1° et 0° :

Zone — 2° (Tome VII).....	22 étoiles.
Zone — 1° (Tome VI).....	26 »
Zone — 0° (Tome V).....	26 »
Moyenne générale.....	25 étoiles.

On a considéré pour cette statistique 50 clichés de chaque zone; par conséquent, le nombre moyen de 25 étoiles repose sur 150 clichés; le nombre minimum d'étoiles de repère est 8 et le nombre maximum 71.

Le nombre moyen des Catalogues employés pour le calcul des positions moyennes d'une étoile est de 3 modernes correspondant à l'époque moyenne 1876.

Jusqu'à l'époque 1850 (de 1755 à 1845) les Catalogues n'ont servi qu'à déterminer

les mouvements propres; les positions moyennes sont donc, en général, basées sur les Catalogues de 1850 à 1895.

#### FORME DE LA PUBLICATION DU CATALOGUE PHOTOGRAPHIQUE DES COORDONNÉES RECTILIGNES.

Les coordonnées rectilignes des étoiles mesurées sur chacune des plaques d'une zone sont publiées sous la forme de Tableaux où l'on trouve sur une même ligne horizontale :

(*a*) un numéro d'ordre; (*b*) la grandeur photographique estimée de l'étoile; (*c*) l'abscisse X et l'ordonnée Y de cette étoile, exprimées en tours de la vis micrométrique de l'appareil de mesure. Les valeurs de X et de Y ont subi les corrections indiquées à la page xxxix de ce Mémoire.

En tête du Tableau relatif à chacun des clichés, nous donnons :

- 1° Le numéro du cliché et les coordonnées approchées du centre, au degré rond pour la déclinaison, à la minute ronde de temps pour l'ascension droite;
- 2° La date à laquelle le cliché a été photographié;
- 3° L'angle horaire H du centre de la plaque à l'instant moyen de la pose, la température  $\theta$  de l'air extérieur, et la pression barométrique B réduite à cette température.

En ce qui concerne le classement des étoiles, la disposition commune aux Catalogues photographiques des quatre Observatoires français, Alger, Bordeaux, Paris, Toulouse, est la suivante :

Chaque Tableau de coordonnées rectilignes, bien qu'offrant au regard un ensemble continu, sans aucune division apparente, est, en réalité, formé de deux parties : la première contenant les *ordonnées positives*, la seconde les *ordonnées négatives*. Dans l'un et l'autre groupe, les valeurs des *abscisses* vont en croissant depuis  $-65'$  jusqu'à  $+65'$ .

Quand le numéro d'ordre d'une étoile est accompagné d'un astérisque, cela indique le renvoi à des notes concernant certaines particularités rencontrées dans la mesure de cette étoile, par exemple : allongement normal ou déformation accidentelle des images, duplicité reconnue ou soupçonnée de l'étoile, difficultés résultant du contact d'une image avec l'un des traits du réseau.

Après le Tableau relatif à chaque cliché et après les notes, s'il y a lieu, on donne les éléments provisoires sous les notations :

- 1°  $i_x, i_y$  constantes d'orientation comprenant les effets de la réfraction différentielle; ces constantes sont exprimées *en parties du rayon* avec six décimales;
- 2°  $\tau_x, \tau_y$  valeurs du tour de vis, comprenant également les effets de la réfraction différentielle. Ces éléments sont exprimés *en minutes d'arc* avec six décimales, ils correspondent à ce que nous avons appelé  $T_x$  et  $T_y$  dans ce Mémoire (pages LIII et LXI);
- 3°  $\alpha_0$  et  $\delta_0$ , coordonnées corrigées du centre de la plaque, au centième de seconde de temps pour l'ascension droite, et au dixième de seconde d'arc pour la déclinaison.

A la suite des éléments provisoires, nous donnons les valeurs des quantités  $\Delta m$ , N et  $\epsilon$ , dont la signification est expliquée dans le Mémoire à la page XLIII; on y a joint les initiales des observateurs qui ont effectué les mesures du cliché.

On trouve enfin, dans un Tableau supplémentaire, sous une forme abrégée, mais suffisamment claire par elle-même, les coordonnées moyennes pour 1900,0 des étoiles de repère utilisées dans le calcul des éléments. Les coordonnées rectilignes de ces étoiles se distinguent immédiatement dans le Tableau général par leur numéro d'ordre qui est imprimé *en caractères gras*.

TABLES RELATIVES A LA DÉTERMINATION DES CONSTANTES ET AU CALCUL  
DE LA RÉFRACTION DIFFÉRENTIELLE.

Nous avons expliqué (p. XLV et suivantes) le mode de construction et d'emploi de nos Tables relatives à la détermination des constantes et au calcul de la réfraction différentielle. Il ne nous reste plus qu'à donner ces Tables elles-mêmes; on les trouvera ci-après.

TABLE I.

$$\beta_1 = \frac{\text{tang}(\alpha - \alpha_0)'}{\sin i'} - (\alpha - \alpha_0)'$$

Argument  $(\alpha - \alpha_0)'$ .

$$\beta'_1 = \frac{\text{tang} \eta}{\sin i'} - \eta.$$

Argument  $\eta$  ou  $(\delta - \mathcal{D}_0)$ .

$(\alpha - \alpha_0)'$	$\beta_1$	$(\alpha - \alpha_0)'$	$\beta_1$	$(\alpha - \alpha_0)'$	$\beta_1$	$(\alpha - \alpha_0)'$	$\beta_1$	$(\alpha - \alpha_0)'$	$\beta_1$
0'	0	21'	3	40',5	19	52',0	40	60',0	61
1	0	22	3	41,0	20	52,5	41	60,3	62
2	0	23	3	42,0	21	53,0	42	60,6	63
3	0	24	4	43,0	22	53,5	43	61,0	64
4	0	25	5	43,5	23	54,0	44	61,3	65
5	0	26	5	44,0	24	54,3	45	61,6	66
6	0	27	6	44,5	25	54,6	46	62,0	67
7	0	28	6	45,0	26	55,0	47	62,2	68
8	0	29	7	45,5	27	55,3	48	62,5	69
9	0	30	8	46,0	28	55,6	49	62,7	70
10	0	31	8	47,0	29	56,0	50	63,0	71
11	0	32	9	47,5	30	56,5	51	63,3	72
12	1	33	10	48,0	31	57,0	52	63,6	73
13	1	34	11	48,5	32	57,3	53	64,0	74
14	1	35	12	49,0	33	57,6	54	64,3	75
15	1	36	13	49,5	34	58,0	55	64,6	76
16	1	37	14	50,0	35	58,3	56	65,0	77
17	1	38,0	15	50,3	36	58,6	57		
18	2	38,5	16	50,6	37	59,0	58		
19	2	39,0	17	51,0	38	59,3	59		
20	2	40,0	18	51,5	39	59,6	60		

Les valeurs de  $\beta_1$  et  $\beta'_1$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

La correction doit toujours être ajoutée à la valeur absolue de  $(\alpha - \alpha_0)'$  ou de  $(\delta - \mathcal{D}_0)$ .

TABLE II.

$\mathcal{D}_0 = + 1^\circ.$

Pour  $\mathcal{D}_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \mathcal{A}_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \mathcal{A}_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \mathcal{D}_0$	$(\alpha - \mathcal{A}_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \mathcal{D}_0$	$(\alpha - \mathcal{A}_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-65,0	+ 18	+ 36	+ 53	+ 71	+ 89	+ 107	+ 124	-50,8	+ 11	+ 21	+ 32	+ 43	+ 53	+ 63	+ 74
-64,7	18	36	53	71	88	106	123	-50,5	11	21	31	42	52	63	73
-64,3	17	35	52	70	87	105	122	-50,3	11	21	31	42	52	62	72
-64,0	17	35	52	69	86	104	121	-50,0	10	20	31	41	51	61	71
-63,8	17	35	52	69	86	103	120	-49,7	10	20	30	40	50	60	70
-63,5	17	34	51	68	85	102	119	-49,3	10	20	30	40	49	59	69
-63,3	17	34	51	68	85	102	118	-49,0	10	19	29	39	48	58	68
-63,0	17	34	50	67	84	101	117	-48,8	10	19	29	39	48	57	67
-62,7	17	33	50	66	83	100	116	-48,5	9	19	28	38	48	57	66
-62,3	16	33	49	66	82	99	115	-48,3	9	18	28	37	47	56	65
-62,0	+ 16	+ 33	+ 49	+ 65	+ 81	+ 98	+ 114	-48,0	+ 9	+ 18	+ 27	+ 37	+ 46	+ 55	+ 64
-61,8	16	33	49	65	81	97	113	-47,7	9	18	27	36	45	54	63
-61,5	16	32	48	64	80	96	112	-47,3	9	17	26	35	44	53	62
-61,3	16	32	48	64	80	96	111	-47,0	9	17	26	35	43	52	61
-61,0	16	32	47	63	79	95	110	-46,8	9	17	26	35	43	51	60
-60,7	16	31	47	62	78	94	109	-46,5	8	17	25	34	42	51	59
-60,3	15	30	46	61	77	92	108	-46,3	8	17	25	34	42	50	58
-60,0	15	30	46	61	76	91	107	-46,0	8	16	24	33	41	49	57
-59,8	15	30	46	61	76	91	106	-45,8	8	16	24	32	40	48	56
-59,5	15	30	45	60	75	90	105	-45,5	8	16	24	32	40	47	55
-59,3	+ 15	+ 30	+ 45	+ 60	+ 75	+ 89	+ 104	-45,3	+ 8	+ 15	+ 23	+ 31	+ 39	+ 47	+ 54
-59,0	15	29	44	59	74	88	103	-45,0	8	15	23	31	38	46	53
-58,7	15	29	44	58	73	87	102	-44,7	8	15	22	30	37	45	52
-58,3	14	29	43	58	72	86	101	-44,3	7	14	22	29	37	44	51
-58,0	14	28	43	57	71	85	100	-44,0	7	14	21	29	36	43	50
-57,8	14	28	43	57	71	85	99	-43,8	7	14	21	28	35	42	49
-57,5	14	28	42	56	70	84	98	-43,5	7	14	21	28	35	42	48
-57,3	14	28	42	56	70	83	97	-43,3	7	13	20	27	34	41	47
-57,0	14	27	41	55	69	82	96	-43,0	7	13	20	26	33	40	46
-56,7	14	27	41	54	68	81	95	-42,7	7	13	19	26	33	39	45
-56,3	+ 13	+ 26	+ 40	+ 53	+ 67	+ 80	+ 94	-42,3	+ 6	+ 12	+ 19	+ 25	+ 32	+ 38	+ 44
-56,0	13	26	40	53	66	79	93	-42,0	6	12	18	24	31	37	43
-55,8	13	26	40	53	66	79	92	-41,8	6	12	18	24	30	36	42
-55,5	13	26	39	52	65	78	91	-41,5	6	12	18	24	30	36	41
-55,3	13	26	39	52	65	77	90	-41,3	6	11	17	23	29	35	40
-55,0	13	25	38	51	64	76	89	-41,0	6	11	17	22	28	34	39
-54,7	13	25	38	50	63	75	88	-40,7	6	11	16	21	27	33	38
-54,3	12	24	37	49	62	74	87	-40,3	5	10	16	21	27	32	37
-54,0	12	24	37	49	61	73	86	-40,0	5	10	15	20	26	31	36
-53,8	12	24	37	49	61	73	85	-39,8	5	10	15	20	25	30	35
-53,5	+ 12	+ 24	+ 36	+ 48	+ 60	+ 72	+ 84	-39,5	+ 5	+ 9	+ 14	+ 19	+ 24	+ 29	+ 34
-53,3	12	24	36	48	60	71	83	-39,3	5	9	14	19	24	29	33
-53,0	12	23	35	47	59	70	82	-39,0	5	9	14	18	23	28	32
-52,8	12	23	35	47	58	69	81	-38,7	5	9	13	17	22	26	31
-52,5	11	22	34	45	57	69	80	-38,3	4	8	13	17	21	25	30
-52,3	11	22	34	45	57	68	79	-38,0	4	8	12	16	20	24	29
-52,0	11	22	34	45	56	67	78	-37,8	4	8	12	16	20	24	28
-51,7	11	22	33	44	55	66	77	-37,5	4	7	11	15	19	23	27
-51,3	11	22	33	44	55	65	76	-37,3	4	7	11	15	19	22	26
-51,0	+ 11	+ 21	+ 32	+ 43	+ 54	+ 64	+ 75	-37,0	+ 4	+ 7	+ 11	+ 14	+ 18	+ 21	+ 25

TABLE II.

$\alpha_0 = +1^\circ$ .

Pour  $\alpha_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - \alpha_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\tau$ ou $\delta - \alpha_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-36,7	+ 4	+ 7	+ 10	+ 13	+ 17	+ 20	+ 24	-22,7	- 4	- 7	- 11	- 15	- 19	- 22	- 26
-36,3	3	6	10	13	16	19	23	-22,5	4	8	11	15	19	23	27
-36,0	3	6	9	12	15	18	22	-22,3	4	8	12	16	20	24	28
-35,8	3	6	9	12	15	18	21	-22,0	4	8	12	16	20	24	29
-35,5	3	5	8	11	14	17	20	-21,7	4	8	13	17	21	25	30
-35,3	3	5	8	11	14	16	19	-21,3	5	9	13	17	22	27	31
-35,0	3	5	8	10	13	15	18	-21,0	5	9	14	18	23	28	32
-34,8	3	5	8	10	12	15	17	-20,7	5	9	14	19	24	29	33
-34,5	2	4	7	9	12	14	16	-20,5	5	10	15	19	24	29	34
-34,3	2	4	7	9	11	13	15	-20,3	5	10	15	20	25	30	35
-34,0	+ 2	+ 4	+ 6	+ 8	+ 10	+ 12	+ 14	-20,0	- 5	- 10	- 15	- 20	- 26	- 31	- 36
-33,7	2	4	6	8	10	11	13	-19,7	5	10	16	21	27	32	37
-33,3	2	3	5	7	9	10	12	-19,3	6	11	16	21	27	33	38
-33,0	2	3	5	6	8	9	11	-19,0	6	11	17	22	28	34	39
-32,7	2	3	5	6	7	9	10	-18,7	6	11	17	23	29	35	40
-32,5	1	2	4	5	7	8	9	-18,5	6	12	18	23	29	35	41
-32,3	1	2	4	5	6	7	8	-18,3	6	12	18	24	30	36	42
-32,0	1	2	3	4	5	6	7	-18,0	6	12	18	24	31	37	43
-31,7	1	2	3	3	4	5	6	-17,7	6	12	19	25	32	38	44
-31,3	1	1	2	3	4	5	6	-17,3	7	13	19	25	32	39	45
-31,0	+ 1	+ 1	+ 2	+ 2	+ 3	+ 3	+ 4	-17,0	- 7	- 13	- 20	- 26	- 33	- 40	- 46
-30,8	+ 1	+ 1	1	2	2	2	3	-16,7	7	13	20	27	34	41	47
-30,5	0	0	1	1	1	1	2	-16,5	7	14	21	28	34	41	48
-30,3	0	0	1	1	1	1	1	-16,3	7	14	21	28	35	42	49
-30,0	0	0	0	0	0	0	0	-16,0	7	14	21	29	36	43	50
-29,8	0	0	0	0	0	0	1	-15,7	7	14	22	29	37	44	51
-29,5	- 1	- 1	- 1	- 1	1	1	2	-15,3	8	15	22	30	37	45	52
-29,3	1	1	1	1	2	2	3	-15,0	8	15	23	31	38	46	53
-29,0	1	1	2	2	3	3	4	-14,7	8	15	23	31	39	47	54
-28,7	1	1	2	3	4	4	5	-14,5	8	16	24	32	39	47	55
-28,3	- 1	- 2	- 3	- 3	- 4	- 5	- 6	-14,3	- 8	- 16	- 24	- 32	- 40	- 48	- 56
-28,0	1	2	3	4	5	6	7	-14,0	8	16	24	33	41	49	57
-27,8	1	2	3	4	6	7	8	-13,7	8	17	24	33	41	50	58
-27,5	2	3	4	5	6	7	9	-13,5	9	17	25	34	42	50	59
-27,3	2	3	4	5	7	8	10	-13,3	9	17	25	34	42	51	60
-27,0	2	3	5	6	8	9	11	-13,0	9	17	26	35	43	52	61
-26,7	2	3	5	7	9	10	12	-12,7	9	18	26	35	44	53	62
-26,3	2	4	6	7	9	11	13	-12,3	9	18	27	36	45	54	63
-26,0	2	4	6	8	10	12	14	-12,0	9	18	27	37	46	55	64
-25,8	2	4	6	8	11	13	15	-11,7	9	18	28	37	47	56	65
-25,3	- 3	- 5	- 7	- 9	- 11	- 13	- 16	-11,5	- 10	- 19	- 28	- 38	- 47	- 56	- 66
-25,3	3	5	7	9	12	14	17	-11,3	10	19	28	38	47	57	67
-25,0	3	5	8	10	13	15	18	-11,0	10	19	29	39	48	58	68
-24,8	3	5	8	10	13	16	19	-10,7	10	20	30	40	49	59	69
-24,5	3	6	9	11	14	17	20	-10,3	10	20	30	40	50	60	70
-24,3	3	6	9	11	14	17	21	-10,0	10	20	31	41	51	61	71
-24,0	3	6	9	12	15	18	22	- 9,7	10	20	31	41	52	62	72
-23,6	3	6	10	13	16	19	23	- 9,5	11	21	31	42	52	62	73
-23,3	4	7	10	13	17	20	24	- 9,3	11	21	32	42	52	63	74
-23,0	- 4	- 7	- 11	- 14	- 18	- 21	- 25	- 9,0	- 11	- 21	- 32	- 43	- 53	- 64	- 75

Alger, Coord. rect.

m

TABLE II.

$\Delta_0 = +1^\circ.$

Pour  $\Delta_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\tau$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
- 8,7	- 11	- 22	- 33	- 44	- 54	- 65	- 76	+ 5,5	- 18	- 36	- 54	- 72	- 90	- 108	- 126
- 8,3	11	22	33	44	55	66	77	+ 5,7	18	36	54	72	90	109	127
- 8,0	11	22	34	45	56	67	78	+ 6,0	18	37	55	73	91	110	128
- 7,7	11	22	34	45	57	68	79	+ 6,3	18	37	55	74	92	111	129
- 7,8	12	23	34	46	57	68	80	+ 6,5	19	37	56	74	93	112	130
- 7,3	12	23	35	46	58	69	81	+ 6,7	19	37	56	74	93	112	131
- 7,0	12	23	35	47	59	70	82	+ 7,0	19	38	56	75	94	113	132
- 6,7	12	24	36	48	60	71	83	+ 7,3	19	38	57	76	95	114	133
- 6,3	12	24	36	48	60	72	84	+ 7,7	19	38	57	76	96	115	134
- 6,0	12	24	37	49	61	73	85	+ 8,0	19	39	58	77	97	116	135
- 5,7	- 12	- 25	- 37	- 50	- 62	- 74	- 86	+ 8,3	- 19	- 39	- 58	- 78	- 98	- 117	- 136
- 5,5	13	25	37	50	62	74	87	+ 8,5	20	39	59	78	98	118	137
- 5,3	13	25	38	50	63	75	88	+ 8,7	20	39	59	78	98	118	138
- 5,0	13	25	38	51	64	76	89	+ 9,0	20	40	59	79	99	119	139
- 4,7	13	26	39	52	65	77	90	+ 9,3	20	40	60	80	100	120	140
- 4,5	13	26	39	52	65	78	91	+ 9,7	20	40	60	80	101	121	141
- 4,3	13	26	39	52	65	78	92	+ 10,0	20	41	61	81	102	122	142
- 4,0	13	26	40	53	66	79	93	+ 10,3	20	41	61	82	103	123	143
- 3,7	13	27	40	54	67	80	94	+ 10,5	21	41	62	82	103	124	144
- 3,3	14	27	41	54	68	81	95	+ 10,7	21	41	62	82	103	124	145
- 3,0	- 14	- 27	- 41	- 55	- 69	- 82	- 96	+ 11,0	- 21	- 42	- 63	- 83	- 104	- 125	- 146
- 2,7	14	28	42	56	70	83	97	+ 11,3	21	42	63	84	105	126	147
- 2,5	14	28	42	56	70	84	98	+ 11,7	21	42	63	84	106	127	148
- 2,3	14	28	42	56	70	84	99	+ 12,0	21	43	64	85	107	128	149
- 2,0	14	29	43	57	71	85	100	+ 12,3	21	43	64	86	108	129	150
- 1,7	14	29	43	58	72	86	101	+ 12,5	22	43	65	86	108	130	151
- 1,3	15	29	44	58	73	87	102	+ 12,7	22	43	65	86	108	130	152
- 1,0	15	30	44	59	74	88	103	+ 13,0	22	44	66	87	109	131	153
- 0,7	15	30	45	60	75	89	104	+ 13,3	22	44	66	88	110	132	154
- 0,5	15	30	45	60	75	90	105	+ 13,7	22	45	67	89	111	133	155
- 0,3	- 15	- 30	- 45	- 60	- 76	- 91	- 106	+ 14,0	- 22	- 45	- 67	- 89	- 112	- 134	- 156
0,0	15	31	46	61	76	92	107	+ 14,3	22	45	68	90	113	135	157
+ 0,3	15	31	46	62	77	93	108	+ 14,5	23	45	68	90	113	136	158
+ 0,7	16	31	47	62	78	94	109	+ 14,7	23	45	68	90	113	136	159
+ 1,0	16	32	47	63	79	95	110	+ 15,0	23	46	69	91	114	137	160
+ 1,3	16	32	48	64	80	96	111	+ 15,3	23	46	69	92	115	138	161
+ 1,5	16	32	48	64	80	96	112	+ 15,5	23	47	70	93	116	139	162
+ 1,7	16	32	48	64	81	97	113	+ 15,7	23	47	70	93	116	139	163
+ 2,0	16	33	49	65	81	98	114	+ 16,0	23	47	70	93	117	140	164
+ 2,3	16	33	49	66	82	98	115	+ 16,3	23	47	70	94	118	141	165
+ 2,7	- 17	- 33	- 50	- 66	- 83	- 100	- 116	+ 16,7	- 24	- 47	- 71	- 94	- 118	- 142	- 166
+ 3,0	17	34	50	67	84	101	117	+ 17,0	24	48	72	95	119	143	167
+ 3,3	17	34	51	68	85	102	118	+ 17,3	24	48	72	96	120	144	168
+ 3,5	17	34	51	68	85	102	119	+ 17,5	24	48	72	96	121	145	169
+ 3,7	17	34	51	68	85	103	120	+ 17,7	24	49	73	97	121	145	170
+ 4,0	17	35	52	69	86	104	121	+ 18,0	24	49	73	97	122	146	171
+ 4,4	17	35	52	70	87	105	122	+ 18,3	24	49	73	98	123	147	172
+ 4,7	18	36	53	70	88	106	123	+ 18,7	25	50	74	98	123	148	173
+ 5,0	18	36	53	71	89	107	124	+ 19,0	25	50	75	99	124	149	174
+ 5,3	- 18	- 36	- 54	- 72	- 90	- 108	- 125	+ 19,3	- 25	- 50	- 75	- 100	- 125	- 150	- 175



TABLE II.

$\Omega_0 = +1^\circ.$

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+19,5	- 25	- 51	- 76	-101	-126	-151	-176	+33,5	- 32	- 65	- 97	-129	-162	-194	-226
+19,7	25	51	76	101	126	151	177	+33,7	33	65	97	129	162	194	227
+20,0	25	51	76	102	127	152	178	+34,0	33	65	98	130	163	195	228
+20,3	25	51	76	102	128	153	179	+34,3	33	65	98	131	164	196	229
+20,7	26	52	77	103	129	154	180	+34,7	33	66	99	131	164	197	230
+21,0	26	52	78	104	130	156	181	+35,0	33	66	99	132	165	198	231
+21,3	26	52	78	105	131	157	182	+35,2	33	66	99	132	166	199	232
+21,5	26	53	79	105	132	158	183	+35,5	33	67	100	133	167	200	233
+21,7	26	53	79	105	132	158	184	+35,7	34	67	100	133	167	200	234
+22,0	26	53	79	106	132	159	185	+36,0	34	67	101	134	168	201	235
+22,3	- 26	- 53	- 80	-107	-133	-160	-186	+36,3	- 34	- 67	-101	-135	-169	-202	-236
+22,7	27	54	80	107	134	161	187	+36,7	34	68	102	135	169	203	237
+23,0	27	54	81	108	135	162	188	+37,0	34	68	102	136	170	204	238
+23,3	27	54	81	109	136	163	189	+37,3	34	68	103	137	171	205	239
+23,5	27	55	82	109	136	163	190	+37,5	34	69	103	137	172	206	240
+23,7	27	55	82	109	136	164	191	+37,7	35	69	103	137	172	206	241
+24,0	27	55	82	110	137	165	192	+38,0	35	69	104	138	173	207	242
+24,3	27	55	83	111	138	166	193	+38,3	35	69	104	139	174	208	243
+24,5	28	56	83	111	139	167	194	+38,7	35	70	105	139	174	209	244
+24,7	28	56	83	111	139	167	195	+39,0	35	70	105	140	175	210	245
+25,0	- 28	- 56	- 84	-112	-140	-168	-196	+39,3	- 35	- 70	-106	-141	-176	-211	-246
+25,3	28	56	84	113	141	169	197	+39,5	35	71	106	141	177	212	247
+25,7	28	57	85	113	141	170	198	+39,7	36	71	106	141	177	212	248
+26,0	28	57	86	114	142	171	199	+40,0	36	71	107	142	178	213	249
+26,3	28	57	86	115	143	172	200	+40,3	36	71	107	143	179	214	250
+26,5	29	58	87	115	144	173	201	+40,7	36	72	108	143	179	215	251
+26,7	29	58	87	115	144	173	202	+41,0	36	72	108	144	180	216	252
+27,0	29	58	87	116	145	174	203	+41,3	36	72	109	145	181	217	253
+27,3	29	58	87	117	146	175	204	+41,5	36	73	109	145	182	218	254
+27,7	29	59	88	117	146	176	205	+41,7	37	73	110	146	182	219	255
+28,0	- 29	- 59	- 88	-118	-147	-177	-206	+42,0	- 37	- 73	-110	-146	-183	-219	-256
+28,3	29	59	89	119	148	178	207	+42,3	37	73	110	147	184	220	257
+28,5	30	60	89	119	149	179	208	+42,5	37	74	111	147	184	221	258
+28,7	30	60	89	119	149	179	209	+42,7	37	74	111	147	184	221	259
+29,0	30	60	90	120	150	180	210	+43,0	37	74	111	148	185	222	260
+29,3	30	60	91	121	151	181	211	+43,4	37	74	112	149	186	223	261
+29,7	31	61	91	121	151	182	212	+43,7	38	75	112	149	187	224	262
+30,0	31	61	92	122	152	183	213	+44,0	38	75	113	150	188	225	263
+30,3	31	61	92	123	153	184	214	+44,3	38	75	113	151	189	226	264
+30,5	31	62	93	123	154	185	215	+44,5	38	76	114	151	189	227	265
+30,7	- 31	- 62	- 93	-123	-154	-185	-216	+44,7	- 38	- 76	-114	-152	-190	-228	-266
+31,0	31	62	93	124	155	186	217	+45,0	38	76	114	152	190	228	267
+31,3	31	62	93	125	156	187	218	+45,4	38	76	115	153	191	229	268
+31,7	32	63	94	125	156	188	219	+45,7	39	77	115	153	192	230	269
+32,0	32	63	94	126	157	189	220	+46,0	39	77	116	154	193	231	270
+32,3	32	63	95	126	158	190	221	+46,3	39	77	116	155	194	232	271
+32,5	32	64	95	127	159	191	222	+46,5	39	78	117	155	194	233	272
+32,7	32	64	95	127	159	191	223	+46,7	39	78	117	156	195	234	273
+33,0	32	64	96	128	160	192	224	+47,0	39	78	117	156	196	235	274
+33,3	- 32	- 64	- 97	-129	-161	-193	-225	+47,3	- 39	- 78	-118	-157	-197	-236	-275

TABLE II.

$$\varpi_0 = +1^\circ.$$

Pour  $\varpi_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\eta$ .

$$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \varepsilon_{\lambda_0})'.$$

Pour  $(\alpha - \varepsilon_{\lambda_0})'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\varpi_0)$	$(\alpha - \varepsilon_{\lambda_0})'$							$\eta$ ou $\delta - (\varpi_0)$	$(\alpha - \varepsilon_{\lambda_0})'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+47,6	-40	-79	-118	-157	-197	-237	-276	+59,0	-45	-90	-136	-181	-226	-271	-316
+48,0	40	79	119	158	198	238	277	+59,2	45	90	136	181	226	272	317
+48,2	40	79	119	159	199	239	278	+59,5	46	91	137	182	227	273	318
+48,5	40	80	120	160	200	240	279	+59,8	46	91	137	183	228	273	319
+48,8	40	80	120	160	200	240	280	+60,0	46	91	137	183	228	274	320
+49,0	40	80	120	160	201	241	281	+60,3	46	92	138	184	229	275	321
+49,3	40	80	121	161	202	242	282	+60,6	46	92	138	184	230	276	322
+49,6	41	81	121	162	202	243	283	+61,0	46	92	139	185	231	277	323
+50,0	41	81	122	163	203	244	284	+61,2	46	92	139	185	232	278	324
+50,2	41	81	122	163	204	245	285	+61,5	47	93	140	186	232	279	325
+50,5	-41	-82	-123	-164	-205	-246	-286	+61,8	-47	-93	-140	-187	-233	-279	-326
+50,8	41	82	123	164	205	246	287	+62,0	47	93	140	187	233	280	327
+51,0	41	82	123	165	206	247	288	+62,2	47	93	140	187	234	281	328
+51,2	41	82	124	165	206	248	289	+62,5	47	94	141	188	235	282	329
+51,5	42	83	124	166	207	249	290	+62,8	47	94	142	189	236	283	330
+51,8	42	83	125	167	208	249	291	+63,0	47	94	142	189	236	283	331
+52,0	42	83	125	167	208	250	292	+63,3	47	95	143	190	237	284	332
+52,3	42	84	126	168	209	251	293	+63,6	48	95	143	190	238	285	333
+52,6	42	84	126	168	210	252	294	+64,0	48	95	143	191	239	286	334
+53,0	42	84	127	169	211	253	295	+64,2	48	95	143	191	239	287	335
+53,2	-42	-84	-127	-169	-211	-254	-296	+64,5	48	96	144	192	240	288	336
+53,5	43	85	128	170	212	255	297	+64,8	48	97	145	193	241	289	337
+53,8	43	85	128	171	213	255	298	+65,0	-48	-97	-145	-193	-241	-289	-338
+54,0	43	85	128	171	213	256	299								
+54,3	43	86	129	172	214	257	300								
+54,6	43	86	129	172	215	258	301								
+55,0	43	86	130	173	216	259	302								
+55,2	43	86	130	173	216	260	303								
+55,5	44	87	131	174	217	261	304								
+55,8	44	87	131	175	218	261	305								
+56,0	-44	-87	-131	-175	-218	-262	-306								
+56,3	44	88	132	176	219	263	307								
+56,6	44	88	132	176	220	264	308								
+57,0	44	88	133	177	221	265	309								
+57,2	44	88	133	177	221	266	310								
+57,5	45	89	134	178	222	267	311								
+57,8	45	89	134	179	223	267	312								
+58,0	45	89	134	179	223	268	313								
+58,3	45	90	135	180	224	269	314								
+58,6	-45	-90	-135	-180	-225	-270	-315								

TABLE II.

$\varpi_0 = + 2^\circ$ .  
 Pour  $\varpi_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\varpi_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\varpi_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-63,0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 26	+ 31	+ 36	-53,0	- 5	- 10	- 15	- 20	- 25	- 30	- 36
-64,8	5	10	15	20	24	29	34	-54,8	5	11	16	21	27	32	37
-64,6	5	9	14	19	23	28	33	-54,6	6	11	17	22	28	33	39
-64,4	4	9	13	18	22	27	31	-54,4	6	11	17	23	29	34	40
-64,2	4	8	13	17	21	25	30	-54,2	6	12	18	24	30	35	41
-64,0	4	8	12	16	20	24	28	-54,0	6	12	18	24	31	37	43
-63,8	4	8	11	15	19	23	27	-53,8	6	13	19	25	32	38	44
-63,6	4	7	11	14	18	22	25	-53,6	7	13	20	26	33	39	46
-63,4	3	7	10	14	17	20	24	-53,4	7	13	20	27	34	40	47
-63,2	3	6	10	13	16	19	22	-53,2	7	14	20	28	35	41	47
-63,0	+ 3	+ 6	+ 9	+ 12	+ 15	+ 18	+ 21	-53,0	- 7	- 14	- 21	- 28	- 36	- 43	- 50
-62,8	3	6	8	11	14	17	20	-52,8	7	15	22	29	37	44	51
-62,6	3	5	8	10	13	16	18	-52,6	8	15	23	30	38	45	53
-62,4	2	5	7	10	12	14	17	-52,4	8	15	23	31	39	46	54
-62,2	2	4	7	9	11	13	15	-52,2	8	16	24	32	40	47	55
-62,0	2	4	6	8	10	12	14	-52,0	8	16	24	32	41	49	57
-61,8	2	4	5	7	9	11	13	-51,8	8	17	25	33	42	50	58
-61,6	2	3	5	6	8	10	11	-51,6	9	17	26	34	43	51	60
-61,4	2	3	4	6	7	9	10	-51,4	9	17	26	35	44	52	61
-61,2	1	2	4	5	6	7	9	-51,2	9	18	27	36	45	53	62
-61,0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	-51,0	- 9	- 18	- 27	- 36	- 46	- 55	- 64
-60,8	1	2	2	3	4	5	6	-50,8	9	19	28	37	47	56	65
-60,6	+ 1	1	2	2	3	4	4	-50,6	10	19	29	38	48	57	67
-60,4	0	+ 1	1	2	2	3	3	-50,4	10	20	29	39	49	59	68
-60,2	0	0	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	+ 1	-50,2	10	20	30	40	50	60	70
-60,0	0	0	0	0	0	0	0	-50,0	10	20	31	41	51	61	71
-59,8	0	0	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	-49,8	10	21	31	42	52	63	73
-59,6	0	- 1	1	2	2	2	3	-49,6	11	21	32	42	53	64	74
-59,4	- 1	1	2	2	3	4	4	-49,4	11	22	32	43	54	65	76
-59,2	- 1	- 2	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	-49,2	11	22	33	44	55	66	77
-59,0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 5	- 6	- 7	-49,0	- 11	- 22	- 34	- 45	- 56	- 67	- 78
-58,8	1	2	4	5	6	7	8	-48,8	11	23	34	46	57	68	80
-58,6	1	3	4	6	7	8	10	-48,6	12	23	35	46	58	70	81
-58,4	2	3	5	6	8	10	11	-48,4	12	24	35	47	59	71	83
-58,2	2	4	5	7	9	11	13	-48,2	12	24	36	48	60	72	84
-58,0	2	4	6	8	10	12	14	-48,0	12	24	37	49	61	73	85
-57,8	2	4	7	9	11	13	15	-47,8	12	25	37	50	62	74	87
-57,6	2	5	7	10	12	14	17	-47,6	13	25	38	50	63	76	88
-57,4	3	5	8	10	13	16	18	-47,4	13	26	38	51	64	77	90
-57,2	3	6	8	11	14	17	20	-47,2	13	26	39	52	65	78	91
-57,0	- 3	- 6	- 9	- 12	- 15	- 18	- 21	-47,0	- 13	- 26	- 40	- 53	- 66	- 79	- 92
-56,8	3	6	10	13	16	19	22	-46,8	13	27	40	54	67	80	94
-56,6	3	7	10	14	17	20	24	-46,6	14	27	41	54	68	81	95
-56,4	4	7	11	14	18	22	25	-46,4	14	28	41	55	69	83	97
-56,2	4	8	11	15	19	23	27	-46,2	14	28	42	56	70	84	98
-56,0	4	8	12	16	20	24	28	-46,0	14	28	43	57	71	85	99
-55,8	4	8	13	17	21	25	30	-45,8	14	29	43	58	72	87	101
-55,6	4	9	13	18	22	27	31	-45,6	15	29	44	59	73	88	102
-55,4	5	9	14	19	23	28	33	-45,4	15	30	45	59	74	89	104
-55,2	- 5	- 10	- 15	- 20	- 24	- 29	- 34	-45,2	- 15	- 30	- 45	- 60	- 75	- 90	- 106

TABLE II.

$\Omega_0 = + 2^\circ$ .

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-43,0	- 15	- 31	- 46	- 61	- 77	- 92	-107	-35,0	- 25	- 51	- 76	-102	-127	-152	-178
-42,8	16	31	47	62	78	93	109	-34,8	26	51	77	102	128	154	179
-44,6	16	31	47	63	79	94	110	-34,6	26	52	77	103	129	155	181
-44,4	16	32	48	64	80	95	111	-34,4	26	52	78	104	130	156	182
-44,2	16	32	48	64	81	97	113	-34,2	26	52	79	105	131	157	183
-44,0	16	33	49	65	82	98	114	-34,0	26	53	79	106	132	158	185
-43,8	17	33	50	66	83	99	116	-33,8	27	53	80	106	133	160	186
-43,6	17	33	50	67	84	100	117	-33,6	27	54	80	107	134	161	188
-43,4	17	34	51	68	85	101	118	-33,4	27	54	81	108	135	162	189
-43,2	17	34	51	68	86	103	120	-33,2	27	54	82	109	136	163	190
-43,0	- 17	- 35	- 52	- 69	- 87	-104	-121	-33,0	- 27	- 55	- 82	-110	-137	-164	-192
-42,8	18	35	53	70	88	105	123	-32,8	28	55	83	110	138	166	193
-42,6	18	35	53	71	89	106	124	-32,6	28	56	83	111	139	167	195
-42,4	18	36	54	72	90	107	125	-32,4	28	56	84	112	140	168	196
-42,2	18	36	54	72	91	109	127	-32,2	28	56	85	113	141	169	197
-42,0	18	37	55	73	92	110	128	-32,0	28	57	85	114	142	170	199
-41,8	19	37	56	74	93	111	130	-31,8	29	57	86	114	143	172	200
-41,6	19	37	56	75	94	112	131	-31,6	29	58	86	115	144	173	202
-41,4	19	38	57	76	95	113	132	-31,4	29	58	87	116	145	174	203
-41,2	19	38	57	76	96	115	134	-31,2	29	58	88	117	146	175	204
-41,0	- 19	- 39	- 58	- 77	- 97	-116	-135	-31,0	- 29	- 59	- 88	-118	-147	-176	-206
-40,8	20	39	59	78	98	117	137	-30,8	30	59	89	118	148	178	207
-40,6	20	39	59	79	99	118	138	-30,6	30	60	90	119	149	179	209
-40,4	20	40	60	80	100	119	139	-30,4	30	60	90	120	150	180	210
-40,2	20	40	60	80	101	121	141	-30,2	30	61	91	121	151	182	212
-40,0	20	41	61	81	102	122	142	-30,0	31	61	92	122	153	183	214
-39,8	21	41	62	82	103	123	144	-29,8	31	61	92	123	154	184	215
-39,6	21	41	62	83	104	124	145	-29,6	31	62	93	124	155	185	216
-39,4	21	42	63	84	105	125	146	-29,4	31	62	93	124	156	187	218
-39,2	21	42	63	84	106	127	148	-29,2	31	63	94	125	157	188	219
-39,0	- 21	- 43	- 64	- 85	-107	-128	-149	-29,0	- 32	- 63	- 95	-126	-158	-189	-221
-38,8	22	43	65	86	108	129	151	-28,8	32	63	95	127	159	190	222
-38,6	22	43	65	87	109	130	152	-28,6	32	64	96	128	160	191	223
-38,4	22	44	66	88	110	131	153	-28,4	32	64	96	128	161	193	225
-38,2	22	44	66	88	111	133	155	-28,2	32	65	97	129	162	194	226
-38,0	22	45	67	89	112	134	156	-28,0	33	65	98	130	163	195	228
-37,8	23	45	68	90	113	135	158	-27,8	33	65	98	131	164	196	229
-37,6	23	45	68	91	114	136	159	-27,6	33	66	99	132	165	197	230
-37,4	23	46	69	92	115	137	160	-27,4	33	66	99	132	166	199	232
-37,2	23	46	69	92	116	139	162	-27,2	33	67	100	133	167	200	233
-37,0	- 23	- 47	- 70	- 93	-117	-140	-163	-27,0	- 34	- 67	-101	-134	-168	-201	-235
-36,8	24	47	71	94	118	141	165	-26,8	34	67	101	135	169	202	236
-36,6	24	47	71	95	119	142	166	-26,6	34	68	102	136	170	203	237
-36,4	24	48	72	96	120	143	167	-26,4	34	68	102	136	171	205	239
-36,2	24	48	72	96	121	145	169	-26,2	34	69	103	137	172	206	240
-36,0	24	49	73	97	122	146	170	-26,0	35	69	104	138	173	207	242
-35,8	25	49	74	98	123	147	172	-25,8	35	69	104	139	174	208	243
-35,6	25	49	74	99	124	148	173	-25,6	35	70	105	140	175	210	245
-35,4	25	50	75	100	125	150	175	-25,4	35	70	105	141	176	211	246
-35,2	- 25	- 50	- 76	-101	-126	-151	-176	-25,2	- 35	- 71	-106	-142	-177	-212	-248

TABLE II.

$\Omega_0 = + 2^\circ$ .  
 Pour  $\Omega_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-25,0	-36	-71	-107	-142	-178	-214	-249	-13,0	-46	-91	-137	-183	-229	-274	-320
-24,8	36	72	107	143	179	215	251	-14,8	46	92	138	184	230	275	321
-24,6	36	72	108	144	180	216	252	-14,6	46	92	138	184	231	277	323
-24,4	36	72	109	145	181	217	253	-14,4	46	93	139	185	232	278	324
-24,2	36	73	109	146	182	218	255	-14,2	47	93	140	186	233	279	326
-24,0	37	73	110	146	183	220	256	-14,0	47	93	140	187	234	280	327
-23,8	37	74	110	147	184	221	258	-13,8	47	94	141	188	235	281	328
-23,6	37	74	111	148	185	222	259	-13,6	47	94	141	188	236	283	330
-23,4	37	74	112	149	186	223	260	-13,4	47	95	142	189	237	284	331
-23,2	37	75	112	150	187	224	262	-13,2	48	95	143	190	238	285	333
-23,0	-38	-75	-113	-150	-188	-226	-263	-13,0	-48	-95	-143	-191	-239	-286	-334
-22,8	38	76	113	151	189	227	265	-12,8	48	96	144	192	240	287	335
-22,6	38	76	114	152	190	228	266	-12,6	48	96	144	192	241	289	337
-22,4	38	76	115	153	191	229	267	-12,4	48	97	145	193	242	290	338
-22,2	38	77	115	154	192	230	269	-12,2	49	97	146	194	243	291	340
-22,0	39	77	116	154	193	232	270	-12,0	49	97	146	195	244	292	341
-21,8	39	78	116	155	194	233	272	-11,8	49	98	147	196	245	293	342
-21,6	39	78	117	156	195	234	273	-11,6	49	98	147	196	246	295	344
-21,4	39	78	118	157	196	235	274	-11,4	49	99	148	197	247	296	345
-21,2	39	79	118	158	197	236	276	-11,2	50	99	149	198	248	297	347
-21,0	-40	-79	-119	-158	-198	-238	-277	-11,0	-50	-99	-149	-199	-249	-298	-348
-20,8	40	80	119	159	199	239	279	-10,8	50	100	150	200	250	300	349
-20,6	40	80	120	160	200	240	280	-10,6	50	100	150	201	251	301	351
-20,4	40	80	121	161	201	241	281	-10,4	50	101	151	201	252	302	353
-20,2	40	81	121	162	202	242	283	-10,2	51	101	152	202	253	303	354
-20,0	41	81	122	162	203	244	284	-10,0	51	102	152	203	254	305	356
-19,8	41	81	122	163	204	245	286	-9,8	51	102	153	204	255	306	357
-19,6	41	82	123	164	205	246	287	-9,6	51	102	154	205	256	307	358
-19,4	41	82	124	165	206	247	288	-9,4	51	103	154	206	257	308	360
-19,2	41	83	124	166	207	248	290	-9,2	52	103	155	206	258	310	361
-19,0	-42	-83	-125	-166	-208	-250	-291	-9,0	-52	-104	-155	-207	-259	-311	-363
-18,8	42	84	125	167	209	251	293	-8,8	52	104	156	208	260	312	364
-18,6	42	84	126	168	210	252	294	-8,6	52	104	157	209	261	313	365
-18,4	42	84	127	169	211	253	295	-8,4	52	105	157	210	262	314	367
-18,2	42	85	127	170	212	254	297	-8,2	53	105	158	210	263	316	368
-18,0	43	85	128	170	213	256	298	-8,0	53	106	158	211	264	317	370
-17,8	43	86	128	171	214	257	300	-7,8	53	106	159	212	265	318	371
-17,6	43	86	129	172	215	258	301	-7,6	53	106	160	213	266	319	372
-17,4	43	86	129	173	216	259	302	-7,4	53	107	160	214	267	320	374
-17,2	43	87	130	174	217	260	304	-7,2	54	107	161	214	268	322	375
-17,0	-44	-87	-131	-174	-218	-262	-305	-7,0	-54	-108	-161	-215	-269	-323	-377
-16,8	44	88	131	175	219	263	307	-6,8	54	108	162	216	270	324	378
-16,6	44	88	132	176	220	264	308	-6,6	54	108	163	217	271	325	379
-16,4	44	88	133	177	221	265	309	-6,4	54	109	163	218	272	326	381
-16,2	44	89	133	178	222	266	311	-6,2	55	109	164	218	273	328	382
-16,0	45	89	134	178	223	268	312	-6,0	55	110	164	219	274	329	384
-15,8	45	90	134	179	224	269	314	-5,8	55	110	165	220	275	330	385
-15,6	45	90	135	180	225	270	315	-5,6	55	110	166	221	276	331	387
-15,4	45	91	136	181	226	272	317	-5,4	55	111	166	222	277	333	388
-15,2	-45	-91	-136	-182	-227	-273	-318	-5,2	-56	-111	-167	-223	-278	-334	-390

TABLE II.

$\omega_0 = + 2^\circ$ .

Pour  $\omega_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - (\omega_0)$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\tau$ ou $\delta - (\omega_0)$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
- 5,0	- 56	- 112	- 168	- 224	- 280	- 335	- 391	+ 5,0	- 66	- 132	- 198	- 264	- 330	- 396	- 462
- 4,8	56	112	168	224	281	337	393	+ 5,2	66	132	199	265	331	397	463
- 4,6	56	113	169	225	282	338	394	+ 5,4	66	133	199	266	332	398	465
- 4,4	57	113	170	226	283	339	396	+ 5,6	67	133	200	266	333	400	466
- 4,2	57	113	170	227	284	340	397	+ 5,8	67	134	200	267	334	401	468
- 4,0	57	114	171	228	285	341	398	+ 6,0	67	134	201	268	335	402	469
- 3,8	57	114	171	228	286	343	400	+ 6,2	67	135	202	269	336	403	470
- 3,6	57	115	172	229	287	344	401	+ 6,4	67	135	202	270	337	404	472
- 3,4	58	115	173	230	288	345	403	+ 6,6	68	135	203	270	338	406	473
- 3,2	58	115	173	231	289	346	404	+ 6,8	68	136	203	271	339	407	475
- 3,0	- 58	- 116	- 174	- 232	- 290	- 347	- 405	+ 7,0	- 68	- 136	- 204	- 272	- 340	- 408	- 476
- 2,8	58	116	174	232	291	349	407	+ 7,2	68	136	205	273	341	409	477
- 2,6	58	117	175	233	292	350	408	+ 7,4	68	137	205	274	342	410	479
- 2,4	59	117	176	234	293	351	410	+ 7,6	69	137	206	274	343	412	480
- 2,2	59	117	176	235	294	352	411	+ 7,8	69	138	206	275	344	413	482
- 2,0	59	118	177	236	295	353	412	+ 8,0	69	138	207	276	345	414	483
- 1,8	59	118	177	236	296	355	414	+ 8,2	69	138	208	277	346	415	484
- 1,6	59	119	178	237	297	356	415	+ 8,4	69	139	208	278	347	416	486
- 1,4	60	119	179	238	298	357	417	+ 8,6	70	139	209	278	348	418	487
- 1,2	60	119	179	239	299	358	418	+ 8,8	70	140	209	279	349	419	489
- 1,0	- 60	- 120	- 180	- 240	- 300	- 359	- 419	+ 9,0	- 70	- 140	- 210	- 280	- 350	- 420	- 490
- 0,8	60	120	180	240	301	361	421	+ 9,2	70	140	211	281	351	421	492
- 0,6	60	121	181	241	302	362	422	+ 9,4	70	141	211	282	352	423	493
- 0,4	61	121	182	242	303	363	424	+ 9,6	71	141	212	283	353	424	495
- 0,2	61	121	182	243	304	364	425	+ 9,8	71	142	213	284	354	425	496
+ 0,0	61	122	183	244	305	365	426	+ 10,0	71	142	213	284	356	427	498
+ 0,2	61	122	183	244	306	367	428	+ 10,2	71	143	214	285	357	428	499
+ 0,4	61	123	184	245	307	368	429	+ 10,4	72	143	215	286	358	429	501
+ 0,6	62	123	185	246	308	369	431	+ 10,6	72	143	215	287	359	430	502
+ 0,8	62	123	185	247	309	370	432	+ 10,8	72	144	216	288	360	431	503
+ 1,0	- 62	- 124	- 186	- 248	- 310	- 371	- 433	+ 11,0	- 72	- 144	- 216	- 288	- 361	- 433	- 505
+ 1,2	62	124	186	248	311	373	435	+ 11,2	72	145	217	289	362	434	506
+ 1,4	62	125	187	249	312	374	436	+ 11,4	73	145	218	290	363	435	508
+ 1,6	63	125	188	250	313	375	438	+ 11,6	73	145	218	291	364	436	509
+ 1,8	63	125	188	251	314	376	439	+ 11,8	73	146	219	292	365	437	510
+ 2,0	63	126	189	252	315	377	440	+ 12,0	73	146	219	292	366	439	512
+ 2,2	63	126	189	252	316	379	442	+ 12,2	73	147	220	293	367	440	513
+ 2,4	63	127	190	253	317	380	443	+ 12,4	74	147	221	294	368	441	515
+ 2,6	64	127	191	254	318	381	445	+ 12,6	74	147	221	295	369	442	516
+ 2,8	64	127	191	255	319	382	446	+ 12,8	74	148	222	296	370	443	517
+ 3,0	- 64	- 128	- 192	- 256	- 320	- 383	- 447	+ 13,0	- 74	- 148	- 222	- 296	- 371	- 445	- 519
+ 3,2	64	128	192	256	321	385	449	+ 13,2	74	149	223	297	372	446	520
+ 3,4	64	129	193	257	322	386	450	+ 13,4	75	149	224	298	373	447	522
+ 3,6	65	129	194	258	323	387	452	+ 13,6	75	149	224	299	374	448	523
+ 3,8	65	129	194	259	324	388	453	+ 13,8	75	150	225	300	375	449	524
+ 4,0	65	130	195	260	325	389	454	+ 14,0	75	150	225	300	376	451	526
+ 4,2	65	130	195	260	326	391	456	+ 14,2	75	151	226	301	377	452	527
+ 4,4	65	131	196	261	327	392	457	+ 14,4	76	151	227	302	378	453	529
+ 4,6	66	131	197	262	328	393	459	+ 14,6	76	152	227	303	379	455	530
+ 4,8	- 66	- 132	- 197	- 263	- 329	- 395	- 460	+ 14,8	- 76	- 152	- 228	- 304	- 380	- 456	- 532

TABLE II.

$(\alpha_0 = + 2^\circ$ .

Pour  $(\alpha_0$  négatif : changer

le signe de l'argument  $\gamma$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer

le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\alpha_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\alpha_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+ 15,0	- 76	- 152	- 229	- 305	- 381	- 457	- 533	+ 25,0	- 86	- 173	- 259	- 345	- 432	- 518	- 604
+ 15,2	76	153	229	306	382	458	535	+ 25,2	87	173	260	346	433	519	606
+ 15,4	77	153	230	306	383	460	536	+ 25,4	87	173	260	347	434	520	607
+ 15,6	77	154	230	307	384	461	538	+ 25,6	87	174	261	348	435	521	608
+ 15,8	77	154	231	308	385	462	539	+ 25,8	87	174	261	348	436	523	610
- 16,0	77	154	232	309	386	463	540	+ 26,0	87	175	262	349	437	524	611
+ 16,2	77	155	232	310	387	464	542	+ 26,2	88	175	263	350	438	525	613
+ 16,4	78	155	233	310	388	466	543	+ 26,4	88	175	263	351	439	526	614
+ 16,6	78	156	233	311	389	467	545	+ 26,6	88	176	264	352	440	527	615
+ 16,8	78	156	234	312	390	468	546	+ 26,8	88	176	264	352	441	529	617
+ 17,0	- 78	- 156	- 235	- 313	- 391	- 469	- 547	+ 27,0	- 88	- 177	- 265	- 353	- 442	- 530	- 618
+ 17,2	78	157	235	314	392	470	549	+ 27,2	89	177	266	354	443	531	620
+ 17,4	79	157	236	314	393	472	550	+ 27,4	89	177	266	355	444	532	621
+ 17,6	79	158	236	315	394	473	552	+ 27,6	89	178	267	356	445	533	622
+ 17,8	79	158	237	316	395	474	553	+ 27,8	89	178	267	356	446	535	624
+ 18,0	79	158	238	317	396	475	554	+ 28,0	89	179	268	357	447	536	625
+ 18,2	79	159	238	318	397	476	556	+ 28,2	90	179	269	358	448	537	627
+ 18,4	80	159	239	318	398	478	557	+ 28,4	90	179	269	359	449	538	628
+ 18,6	80	160	239	319	399	479	559	+ 28,6	90	180	270	360	450	539	629
+ 18,8	80	160	240	320	400	480	560	+ 28,8	90	180	270	360	451	541	631
+ 19,0	- 80	- 160	- 241	- 321	- 401	- 481	- 561	+ 29,0	- 90	- 181	- 271	- 361	- 452	- 542	- 632
+ 19,2	80	161	241	322	402	482	563	+ 29,2	91	181	272	362	453	543	634
+ 19,4	81	161	242	322	403	484	564	+ 29,4	91	181	272	363	454	544	635
+ 19,6	81	162	242	323	404	485	566	+ 29,6	91	182	273	364	455	546	637
+ 19,8	81	162	243	324	405	486	567	+ 29,8	91	182	274	365	456	547	638
+ 20,0	81	162	244	325	406	487	568	+ 30,0	91	183	274	366	457	548	640
+ 20,2	81	163	244	326	407	488	570	+ 30,2	92	183	275	366	458	550	641
+ 20,4	82	163	245	326	408	490	571	+ 30,4	92	184	275	367	459	551	643
+ 20,6	82	164	245	327	409	491	573	+ 30,6	92	184	276	368	460	552	644
+ 20,8	82	164	246	328	410	492	574	+ 30,8	92	184	277	369	461	553	645
+ 21,0	- 82	- 164	- 247	- 329	- 411	- 493	- 575	+ 31,0	- 92	- 185	- 277	- 370	- 462	- 554	- 647
+ 21,2	82	165	247	330	412	494	577	+ 31,2	93	185	278	370	463	556	648
+ 21,4	83	165	248	330	413	496	578	+ 31,4	93	186	278	371	464	557	650
+ 21,6	83	166	248	331	414	497	580	+ 31,6	93	186	279	372	465	558	651
+ 21,8	83	166	249	332	415	498	581	+ 31,8	93	186	280	373	466	559	652
+ 22,0	83	166	250	333	416	499	582	+ 32,0	93	187	280	374	467	560	654
+ 22,2	83	167	250	334	417	500	584	+ 32,2	94	187	281	374	468	562	655
+ 22,4	84	167	250	334	418	502	585	+ 32,4	94	188	281	375	469	563	657
+ 22,6	84	168	251	335	419	503	587	+ 32,6	94	188	282	376	470	564	658
+ 22,8	84	168	252	336	420	504	588	+ 32,8	94	188	283	377	471	565	659
+ 23,0	- 84	- 168	- 253	- 337	- 421	- 505	- 589	+ 33,0	- 94	- 189	- 283	- 378	- 472	- 566	- 661
+ 23,2	84	169	253	338	422	506	591	+ 33,2	95	189	284	378	473	568	662
+ 23,4	85	169	254	338	423	508	592	+ 33,4	95	190	284	379	474	569	664
+ 23,6	85	170	254	339	424	509	594	+ 33,6	95	190	285	380	475	570	665
+ 23,8	85	170	255	340	425	510	595	+ 33,8	95	190	286	381	476	571	666
+ 24,0	85	170	256	341	426	511	596	+ 34,0	95	191	287	382	477	573	668
+ 24,2	85	171	256	342	427	513	598	+ 34,2	96	191	287	382	478	574	669
+ 24,4	86	171	257	343	428	514	599	+ 34,4	96	192	288	383	479	575	671
+ 24,6	86	172	258	343	429	515	601	+ 34,6	96	192	288	384	480	576	672
+ 24,8	- 86	- 172	- 258	- 344	- 430	- 516	- 603	+ 34,8	- 96	- 193	- 289	- 385	- 481	- 578	- 674

Alger. Coord. rect.

n

TABLE II.

$(\Delta_0 = + 2^\circ.$

Pour  $(\Delta_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - (\Delta_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\tau$ ou $\delta - (\Delta_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+35,0	-97	-193	-290	-386	-483	-579	-676	+45,0	-107	-213	-320	-426	-533	-640	-746
+35,2	97	193	290	387	484	580	677	+45,2	107	214	320	427	534	641	748
+35,4	97	194	291	388	485	581	678	+45,4	107	214	321	428	535	642	749
+35,6	97	194	291	388	486	583	680	+45,6	107	214	322	429	536	643	750
+35,8	97	195	292	389	487	584	681	+45,8	107	215	322	430	537	644	752
+36,0	98	195	293	390	488	585	683	+46,0	108	215	323	430	538	646	753
+36,2	98	195	293	391	489	586	684	+46,2	108	216	323	431	539	647	755
+36,4	98	196	294	392	490	587	685	+46,4	108	216	324	432	540	648	756
+36,6	98	196	294	392	491	589	687	+46,6	108	216	325	433	541	649	757
+36,8	98	197	295	393	492	590	688	+46,8	108	217	325	434	542	650	759
-37,0	-99	-197	-296	-394	-493	-591	-690	+47,0	-109	-217	-326	-434	-543	-652	-760
-37,2	99	197	296	395	494	592	691	+47,2	109	218	326	435	544	653	762
-37,4	99	198	297	396	495	593	692	+47,4	109	218	327	436	545	654	763
-37,6	99	198	297	396	496	595	694	+47,6	109	218	328	437	546	655	764
-37,8	99	199	298	397	497	596	695	+47,8	109	219	328	438	547	656	766
-38,0	100	199	299	398	498	597	696	+48,0	110	219	329	438	548	658	767
+38,2	100	199	299	399	499	598	698	+48,2	110	220	329	439	549	659	769
+38,4	100	200	300	400	500	599	699	+48,4	110	220	330	440	550	660	770
+38,6	100	200	300	400	501	601	701	+48,6	110	220	331	441	551	661	771
+38,8	100	201	301	401	502	602	702	+48,8	110	221	331	442	552	662	773
-39,0	-101	-201	-302	-402	-503	-603	-704	+49,0	-111	-221	-332	-442	-553	-664	-774
-39,2	101	201	302	403	504	604	705	+49,2	111	222	332	443	554	665	776
-39,4	101	202	303	404	505	605	706	+49,4	111	222	333	444	555	666	777
-39,6	101	202	303	404	506	607	708	+49,6	111	223	334	445	556	668	779
-39,8	101	203	304	405	507	608	709	+49,8	111	223	334	446	557	669	780
+40,0	102	203	305	406	508	609	711	+50,0	112	223	335	447	559	670	782
+40,2	102	203	305	407	509	610	712	+50,2	112	224	336	448	560	671	783
+40,4	102	204	306	408	510	611	713	+50,4	112	224	336	448	561	673	785
+40,6	102	204	306	408	511	613	715	+50,6	112	225	337	449	562	674	786
+40,8	102	205	307	409	512	614	716	+50,8	113	225	338	450	563	675	788
+41,0	-103	-205	-308	-410	-513	-615	-718	+51,0	-113	-225	-338	-451	-564	-676	-789
+41,2	103	205	308	411	514	616	719	+51,2	113	226	339	452	565	677	790
+41,4	103	206	309	412	515	617	720	+51,4	113	226	339	452	566	679	792
+41,6	103	206	309	412	516	619	722	+51,6	113	227	340	453	567	680	793
+41,8	103	207	310	413	517	620	723	+51,8	114	227	341	454	568	681	795
+42,0	104	207	311	414	518	621	725	+52,0	114	227	341	455	569	682	796
+42,2	104	207	311	415	519	622	726	+52,2	114	228	342	456	570	683	797
+42,4	104	208	312	416	520	623	727	+52,4	114	228	342	456	571	685	799
+42,6	104	208	312	416	521	625	729	+52,6	114	229	343	457	572	686	800
+42,8	104	209	313	417	522	626	730	+52,8	115	229	344	458	573	687	802
+43,0	-105	-209	-314	-418	-523	-627	-732	+53,0	-115	-229	-344	-459	-574	-688	-803
+43,2	105	209	314	419	524	628	733	+53,2	115	230	345	460	575	689	804
+43,4	105	210	315	420	525	629	734	+53,4	115	230	345	460	576	691	806
+43,6	105	210	315	420	526	631	736	+53,6	115	231	346	461	577	692	807
+43,8	105	211	316	421	527	632	737	+53,8	116	231	347	462	578	693	809
+44,0	106	211	317	422	528	633	739	+54,0	116	231	347	463	579	694	810
+44,2	106	211	317	423	529	634	740	+54,2	116	232	348	464	580	696	811
+44,4	106	212	318	424	530	636	742	+54,4	116	232	348	465	581	697	813
+44,6	106	212	318	425	531	637	743	+54,6	116	233	349	465	582	698	815
+44,8	-106	-213	-319	-426	-532	-638	-745	+54,8	-117	-233	-350	-466	-583	-699	-816



TABLE II.

$(\Omega_0 = + 2^\circ$ .  
 Pour  $(\Omega_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - (\Omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\Omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+55,0	-117	-234	-350	-467	-584	-701	-818	+61,0	-123	-246	-368	-491	-614	-737	-860
+55,2	117	234	351	468	585	702	819	+61,2	123	246	369	492	615	738	861
+55,4	117	234	352	469	586	703	820	+61,4	123	246	370	493	616	739	862
+55,6	117	235	352	470	587	704	822	+61,6	123	247	370	494	617	740	864
+55,8	118	235	353	470	588	706	823	+61,8	124	247	371	494	618	742	865
+56,0	118	236	353	471	589	707	825	+62,0	124	248	371	495	619	743	867
+56,2	118	236	354	472	590	708	826	+62,2	124	248	372	496	620	744	868
+56,4	118	236	355	473	591	709	827	+62,4	124	248	373	497	621	745	869
+56,6	118	237	355	474	592	710	829	+62,6	124	249	373	498	622	746	871
+56,8	119	237	356	474	593	712	830	+62,8	125	249	374	498	623	748	872
+57,0	-119	-238	-356	-475	-594	-713	-832	+63,0	-125	-250	-374	-499	-624	-749	-874
+57,2	119	238	357	476	595	714	833	+63,2	125	250	375	500	625	750	875
+57,4	119	238	358	477	596	715	834	+63,4	125	250	376	501	626	751	876
+57,6	119	239	358	478	597	716	836	+63,6	125	251	376	502	627	752	878
+57,8	120	239	359	478	598	718	837	+63,8	126	251	377	502	628	754	879
+58,0	120	240	359	479	599	719	839	+64,0	126	252	377	503	629	755	881
+58,2	120	240	360	480	600	720	840	+64,2	126	252	378	504	630	756	882
+58,4	120	240	361	481	601	721	841	+64,4	126	252	378	505	631	757	884
+58,6	120	241	361	482	602	722	843	+64,6	126	253	379	506	632	759	885
+58,8	121	241	362	482	603	724	844	+64,8	127	253	380	507	633	760	887
+59,0	-121	-242	-362	-483	-604	-725	-846	+65,0	-127	-254	-381	-508	-635	-761	-888
+59,2	121	242	363	484	605	726	847								
+59,4	121	242	364	485	606	727	848								
+59,6	121	243	364	486	607	728	850								
+59,8	122	243	365	486	608	730	851								
+60,0	122	244	365	487	609	731	853								
+60,2	122	244	366	488	610	732	854								
+60,4	122	244	367	489	611	733	855								
+60,6	122	245	367	490	612	734	857								
+60,8	-123	-245	-368	-490	-613	-736	-858								

TABLE II.

$\Delta_0 = + 3^\circ$ .  
 Pour  $\Delta_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\tau$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-63,0	-38	-76	-114	-152	-191	-229	-267	-53,0	-53	-107	-160	-213	-267	-320	-373
-64,8	38	77	115	154	192	230	269	-54,8	54	107	161	214	268	322	375
-64,6	39	77	116	155	194	232	271	-54,6	54	108	162	216	270	323	377
-64,4	39	78	117	156	195	234	273	-54,4	54	108	163	217	271	325	379
-64,2	39	79	118	157	197	236	275	-54,2	55	109	164	218	273	327	382
-64,0	40	79	119	158	198	238	277	-54,0	55	110	164	219	274	329	384
-63,8	40	80	120	160	200	239	279	-53,8	55	110	165	220	276	331	386
-63,6	40	80	121	161	201	241	281	-53,6	55	111	166	222	277	332	388
-63,4	41	81	122	162	203	243	284	-53,4	56	111	167	223	279	334	390
-53,2	41	81	122	163	204	245	286	-53,2	56	112	168	224	280	336	392
-63,0	-41	-82	-123	-164	-206	-247	-288	-53,0	-56	-113	-169	-225	-282	-338	-394
-62,8	41	83	124	166	207	248	290	-52,8	57	113	170	226	283	340	396
-62,6	42	83	125	167	209	250	292	-52,6	57	114	171	228	285	341	398
-62,4	42	84	126	168	210	252	294	-52,4	57	114	172	229	286	343	400
-62,2	42	85	127	169	212	254	296	-52,2	58	115	173	230	288	345	403
-62,0	43	85	128	170	213	256	298	-52,0	58	116	173	231	289	347	405
-61,8	43	86	129	172	215	257	300	-51,8	58	116	174	232	291	349	407
-61,6	43	86	130	173	216	259	302	-51,6	58	117	175	234	292	350	409
-61,4	44	87	131	174	218	261	305	-51,4	59	117	176	235	294	352	411
-51,2	44	88	131	175	219	263	307	-51,2	59	118	177	236	295	354	413
-61,0	-44	-88	-132	-176	-221	-265	-309	-51,0	-59	-119	-178	-237	-297	-356	-415
-60,8	44	89	133	177	222	266	311	-50,8	60	119	179	238	298	358	417
-60,6	45	89	134	179	224	268	313	-50,6	60	120	180	240	300	359	419
-60,4	45	90	135	180	225	270	315	-50,4	60	120	181	241	301	361	421
-60,2	45	90	136	181	227	272	317	-50,2	61	121	182	242	303	363	423
-60,0	46	91	137	183	229	274	320	-50,0	61	122	183	244	305	365	426
-59,8	46	92	138	184	230	276	322	-49,8	61	122	184	245	306	367	428
-59,6	46	93	139	185	232	278	324	-49,6	62	123	185	246	308	369	431
-59,4	47	93	140	186	233	280	326	-49,4	62	124	185	247	309	371	433
-59,2	47	94	141	188	235	281	328	-49,2	62	124	186	248	311	373	435
-59,0	-47	-94	-142	-189	-236	-283	-330	-49,0	-62	-125	-187	-250	-312	-374	-437
-58,8	48	95	143	190	238	285	333	-48,8	63	125	188	251	314	376	439
-58,6	48	96	143	191	239	287	335	-48,6	63	126	189	252	315	378	441
-58,4	48	96	144	192	241	289	337	-48,4	63	127	190	253	317	380	443
-58,2	48	97	145	194	242	290	339	-48,2	64	127	191	254	318	382	445
-58,0	49	97	146	195	244	292	341	-48,0	64	128	192	256	320	383	447
-57,8	49	98	147	196	245	294	343	-47,8	64	128	193	257	321	385	449
-57,6	49	99	148	197	247	296	345	-47,6	65	129	194	258	323	387	452
-57,4	50	99	149	198	248	298	347	-47,4	65	130	194	259	324	389	454
-57,2	50	100	150	200	250	299	349	-47,2	65	130	195	260	326	391	456
-57,0	-50	-100	-151	-201	-251	-301	-351	-47,0	-65	-131	-196	-262	-327	-392	-458
-56,8	51	101	152	202	253	303	354	-46,8	66	131	197	263	329	394	460
-56,6	51	102	152	203	254	305	356	-46,6	66	132	198	264	330	396	462
-56,4	51	102	153	204	256	307	358	-46,4	66	133	199	265	332	398	464
-56,2	51	103	154	206	257	308	360	-46,2	67	133	200	266	333	400	466
-56,0	52	103	155	207	259	310	362	-46,0	67	134	201	268	335	401	468
-55,8	52	104	156	208	260	312	364	-45,8	67	134	202	269	336	403	470
-55,6	52	105	157	209	262	314	366	-45,6	68	135	203	270	338	405	473
-55,4	53	105	158	210	263	316	368	-45,4	68	136	203	271	339	407	475
-55,2	53	106	159	212	265	318	370	-45,2	68	136	205	272	341	409	477

TABLE II.

(D<sub>0</sub> = + 3°.

Pour (D<sub>0</sub> négatif : changer le signe de l'argument η.

$$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$$

Pour (α - λ<sub>0</sub>)' négatif : changer le signe du nombre β<sub>2</sub>.

Les valeurs de β<sub>2</sub> sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

η ou δ - (D <sub>0</sub> )'	(α - λ <sub>0</sub> )'							η ou δ - (D <sub>0</sub> )'	(α - λ <sub>0</sub> )'						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-45,0	-69	-137	-206	-274	-343	-411	-480	-33,0	-84	-167	-251	-335	-419	-502	-586
-44,8	69	138	206	275	344	413	482	-34,8	84	168	252	336	420	504	588
-44,6	69	138	207	276	346	415	484	-34,6	84	169	253	337	422	506	590
-44,4	69	139	208	278	347	416	486	-34,4	85	169	254	338	423	508	592
-44,2	70	139	209	279	349	418	488	-34,2	85	170	255	340	425	509	594
-44,0	70	140	210	280	350	420	490	-34,0	85	170	256	341	426	511	596
-43,8	70	141	211	281	352	422	492	-33,8	86	171	257	342	428	513	599
-43,6	71	141	212	282	353	424	494	-33,6	86	172	257	343	429	515	601
-43,4	71	142	213	284	355	425	496	-33,4	86	172	258	344	431	517	603
-43,2	71	142	214	285	356	427	498	-33,2	86	173	259	346	432	518	605
-43,0	-72	-143	-215	-286	-358	-429	-501	-33,0	-87	-174	-260	-347	-434	-521	-608
-42,8	72	144	215	287	359	431	503	-32,8	87	174	261	348	436	523	610
-42,6	72	144	216	288	361	433	505	-32,6	87	175	262	350	437	524	612
-42,4	72	145	217	290	362	434	507	-32,4	88	175	263	351	439	526	614
-42,2	73	145	218	291	364	436	509	-32,2	88	176	264	352	440	528	616
-42,0	73	146	219	292	365	438	511	-32,0	88	177	265	353	442	530	618
-41,8	73	147	220	293	367	440	513	-31,8	89	177	266	354	443	532	620
-41,6	74	147	221	294	368	442	515	-31,6	89	178	267	356	445	533	622
-41,4	74	148	222	296	370	443	517	-31,4	89	178	268	357	446	535	624
-41,2	74	148	223	297	371	445	519	-31,2	90	179	269	358	448	537	627
-41,0	-75	-149	-224	-298	-373	-447	-522	-31,0	-90	-180	-269	-359	-449	-539	-629
-40,8	75	150	224	299	374	449	524	-30,8	90	180	270	360	451	541	631
-40,6	75	150	225	300	376	451	526	-30,6	90	181	271	362	452	542	633
-40,4	75	151	226	302	377	452	528	-30,4	91	181	272	363	454	544	635
-40,2	76	151	227	303	379	454	530	-30,2	91	182	273	364	455	546	637
-40,0	76	152	228	304	381	457	533	-30,0	91	183	274	366	457	548	640
-39,8	76	153	229	306	382	458	535	-29,8	92	183	275	367	459	550	642
-39,6	77	153	230	307	384	460	537	-29,6	92	184	276	368	460	552	644
-39,4	77	154	231	308	385	462	539	-29,4	92	185	277	369	462	554	646
-39,2	77	155	232	309	387	464	541	-29,2	93	185	278	370	463	556	648
-39,0	-78	-155	-233	-310	-388	-466	-543	-29,0	-93	-186	-279	-372	-465	-557	-650
-38,8	78	156	234	312	390	467	545	-28,8	93	186	280	373	466	559	652
-38,6	78	156	235	313	391	469	547	-28,6	94	187	281	374	468	561	655
-38,4	79	157	236	314	393	471	550	-28,4	94	188	281	375	469	563	657
-38,2	79	158	236	315	394	473	552	-28,2	94	188	282	376	471	565	659
-38,0	79	158	237	316	396	475	554	-28,0	94	189	283	378	472	566	661
-37,8	79	159	238	318	397	476	556	-27,8	95	189	284	379	474	568	663
-37,6	80	159	239	319	399	478	558	-27,6	95	190	285	380	475	570	665
-37,4	80	160	240	320	400	480	560	-27,4	95	190	286	381	477	572	667
-37,2	80	161	241	321	402	482	562	-27,2	96	191	287	382	478	574	669
-37,0	-81	-161	-242	-322	-403	-484	-564	-27,0	-96	-192	-288	-384	-480	-575	-671
-36,8	81	162	243	324	405	485	566	-26,8	96	192	289	385	481	577	673
-36,6	81	162	244	325	406	487	568	-26,6	97	193	290	386	483	579	676
-36,4	82	163	245	326	408	489	571	-26,4	97	194	290	387	484	581	678
-36,2	82	164	245	327	409	491	573	-26,2	97	194	291	388	486	583	680
-36,0	82	164	246	328	411	493	575	-26,0	97	195	292	390	487	584	682
-35,8	82	165	247	330	412	494	577	-25,8	98	195	293	391	489	586	684
-35,6	83	165	248	331	414	496	579	-25,6	98	196	294	392	490	588	686
-35,4	83	166	249	332	415	498	581	-25,4	98	197	295	393	492	590	688
-35,2	-83	-167	-250	-333	-417	-500	-583	-25,2	-99	-197	-296	-394	-493	-592	-690

TABLE II.

$\varpi_0 = + 3''$ .

Pour  $\varpi_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(z - \lambda_0)'$ .

Pour  $(z - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - \varpi_0$	$(z - \lambda_0)'$							$\tau$ ou $\delta - \varpi_0$	$(z - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-25,0	-99	-198	-297	-396	-495	-594	-693	-15,0	-114	-228	-343	-457	-571	-685	-799
-24,8	99	199	298	397	497	596	695	-14,8	115	229	344	458	573	687	802
-24,6	100	199	299	398	498	598	697	-14,6	115	230	344	459	574	689	804
-24,4	100	200	300	400	500	599	699	-14,4	115	230	345	460	576	691	806
-24,2	100	200	301	401	501	601	701	-14,2	115	231	346	462	577	692	808
-24,0	101	201	302	402	503	603	704	-14,0	116	231	347	463	579	694	810
-23,8	101	202	302	403	504	605	706	-13,8	116	232	348	464	580	696	812
-23,6	101	202	303	404	506	607	708	-13,6	116	233	349	465	582	698	814
-23,4	101	203	304	406	507	608	710	-13,4	117	233	350	466	583	700	816
-23,2	102	203	305	407	509	610	712	-13,2	117	234	351	468	585	701	818
-23,0	-102	-204	-306	-408	-510	-612	-714	-13,0	-117	-234	-352	-469	-586	-703	-820
-22,8	102	205	307	409	512	614	716	-12,8	118	235	353	470	588	705	823
-22,6	103	205	308	410	513	616	718	-12,6	118	236	353	471	589	707	825
-22,4	103	206	309	412	515	617	720	-12,4	118	236	354	472	591	709	827
-22,2	103	206	310	413	516	619	722	-12,2	118	237	355	474	592	710	829
-22,0	104	207	311	414	518	621	725	-12,0	119	237	356	475	594	712	831
-21,8	104	208	311	415	519	623	727	-11,8	119	238	357	476	595	714	833
-21,6	104	208	312	416	521	625	729	-11,6	119	239	358	477	597	716	835
-21,4	104	209	313	418	522	626	731	-11,4	120	239	359	478	598	718	837
-21,2	105	209	314	419	524	628	733	-11,2	120	240	360	480	600	719	839
-21,0	-105	-210	-315	-420	-525	-630	-735	-11,0	-120	-240	-361	-481	-601	-721	-841
-20,8	105	211	316	421	527	632	737	-10,8	121	241	362	482	603	723	844
-20,6	106	211	317	422	528	634	739	-10,6	121	242	362	483	604	725	846
-20,4	106	212	318	424	530	635	741	-10,4	121	242	363	484	606	727	848
-20,2	106	212	319	425	531	637	743	-10,2	121	243	364	486	607	728	850
-20,0	107	213	320	426	533	640	746	-10,0	122	244	365	487	609	731	853
-19,8	107	214	321	428	535	641	748	-9,8	122	244	366	488	611	733	855
-19,6	107	214	322	429	536	643	750	-9,6	122	245	367	490	612	734	857
-19,4	108	215	323	430	538	645	753	-9,4	123	245	368	491	614	736	859
-19,2	108	216	323	431	539	647	755	-9,2	123	246	369	492	615	738	861
-19,0	-108	-216	-324	-432	-541	-649	-757	-9,0	-123	-247	-370	-493	-617	-740	-863
-18,8	108	217	325	434	542	650	759	-8,8	124	247	371	494	618	742	865
-18,6	109	217	326	435	544	652	761	-8,6	124	248	372	496	620	743	867
-18,4	109	218	327	436	545	654	763	-8,4	124	248	373	497	621	745	869
-18,2	109	219	328	437	547	656	765	-8,2	125	249	374	498	623	747	872
-18,0	110	219	329	438	548	658	767	-8,0	125	250	374	499	624	749	874
-17,8	110	220	330	440	550	659	769	-7,8	125	250	375	500	626	751	876
-17,6	110	220	331	441	551	661	771	-7,6	125	251	376	502	627	752	878
-17,4	111	221	332	442	553	663	774	-7,4	126	251	377	503	629	754	880
-17,2	111	222	332	443	554	665	776	-7,2	126	252	378	504	630	756	882
-17,0	-111	-222	-333	-444	-556	-667	-778	-7,0	-126	-253	-379	-505	-632	-758	-884
-16,8	111	223	334	446	557	668	780	-6,8	127	253	380	506	633	760	886
-16,6	112	223	335	447	559	670	782	-6,6	127	254	381	508	635	761	888
-16,4	112	224	336	448	560	672	784	-6,4	127	254	382	509	636	763	890
-16,2	112	225	337	449	562	674	786	-6,2	128	255	383	510	638	765	893
-16,0	113	225	338	450	563	676	788	-6,0	128	256	383	511	639	767	895
-15,8	113	226	339	452	565	677	790	-5,8	128	256	384	512	641	769	897
-15,6	113	226	340	453	566	679	792	-5,6	128	257	385	514	642	770	899
-15,4	114	227	341	454	568	681	795	-5,4	129	257	386	515	644	772	901
-15,2	-114	-228	-341	-455	-569	-683	-797	-5,2	-129	-258	-387	-516	-645	-774	-903

TABLE II.

$\varnothing_0 = + 3^\circ$ .  
 Pour  $\varnothing_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \varnothing_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \varnothing_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
- 5,0	- 129	- 239	- 388	- 518	- 647	- 776	- 906	+ 5,0	- 145	- 289	- 434	- 578	- 723	- 868	- 1012
- 4,8	130	239	389	519	649	778	908	+ 5,2	145	290	435	580	725	869	1014
- 4,6	130	260	390	520	650	780	910	+ 5,4	145	290	436	581	726	871	1016
- 4,4	130	261	391	521	652	782	912	+ 5,6	146	291	437	582	728	873	1019
- 4,2	131	261	392	522	653	784	914	+ 5,8	146	292	437	583	729	875	1021
- 4,0	131	262	393	524	655	785	916	+ 6,0	146	292	439	585	731	877	1023
- 3,8	131	262	394	525	656	787	918	+ 6,2	147	293	440	586	733	879	1026
- 3,6	132	263	395	526	658	789	921	+ 6,4	147	294	440	587	734	881	1028
- 3,4	132	264	395	527	659	791	923	+ 6,6	147	294	441	588	736	883	1030
- 3,2	132	264	396	528	661	793	925	+ 6,8	147	295	442	590	737	884	1032
- 3,0	132	265	397	530	662	794	927	+ 7,0	148	295	443	591	739	886	1034
- 2,8	133	265	398	531	664	796	929	+ 7,2	148	296	444	592	740	888	1036
- 2,6	133	266	399	532	665	798	931	+ 7,4	148	297	445	593	742	890	1038
- 2,4	133	267	400	533	667	800	933	+ 7,6	149	297	446	594	743	892	1040
- 2,2	134	267	401	534	668	802	935	+ 7,8	149	298	447	596	745	893	1042
- 2,0	134	268	402	536	670	803	937	+ 8,0	149	298	448	597	746	895	1044
- 1,8	134	268	403	537	671	805	939	+ 8,2	150	299	449	598	748	897	1047
- 1,6	135	269	404	538	673	807	942	+ 8,4	150	300	449	599	749	899	1049
- 1,4	135	270	404	539	674	809	944	+ 8,6	150	300	450	600	751	901	1051
- 1,2	135	270	405	540	676	811	946	+ 8,8	150	301	451	602	752	902	1053
- 1,0	135	271	406	542	677	812	948	+ 9,0	151	301	452	603	754	904	1055
- 0,8	136	271	407	543	679	814	950	+ 9,2	151	302	453	604	755	906	1057
- 0,6	136	272	408	544	680	816	952	+ 9,4	151	303	454	605	757	908	1059
- 0,4	136	273	409	545	682	818	954	+ 9,6	152	303	455	606	758	910	1061
- 0,2	137	273	410	546	683	820	956	+ 9,8	152	304	456	608	760	911	1063
0,0	137	274	411	548	685	822	959	+ 10,0	152	305	457	609	762	914	1066
+ 0,2	137	275	412	549	687	824	961	+ 10,2	153	305	458	610	763	916	1068
+ 0,4	138	275	413	550	688	826	963	+ 10,4	153	306	459	612	765	917	1070
+ 0,6	138	276	414	552	690	827	965	+ 10,6	153	306	460	613	766	919	1072
+ 0,8	138	276	415	553	691	829	968	+ 10,8	154	307	461	614	768	921	1075
+ 1,0	139	277	416	554	693	831	970	+ 11,0	154	308	461	615	769	923	1077
+ 1,2	139	278	416	555	694	833	972	+ 11,2	154	308	462	616	771	925	1079
+ 1,4	139	278	417	556	696	835	974	+ 11,4	154	309	463	618	772	926	1081
+ 1,6	140	279	418	558	697	836	976	+ 11,6	155	309	464	619	774	928	1083
+ 1,8	140	279	419	559	699	838	978	+ 11,8	155	310	465	620	775	930	1085
+ 2,0	140	280	420	560	700	840	980	+ 12,0	155	311	466	621	777	932	1087
+ 2,2	140	281	421	561	702	842	982	+ 12,2	156	312	467	623	778	934	1089
+ 2,4	141	281	422	562	703	844	984	+ 12,4	156	312	468	624	780	935	1091
+ 2,6	141	282	423	564	705	845	986	+ 12,6	156	312	469	625	781	937	1093
+ 2,8	141	282	424	565	706	847	988	+ 12,8	157	313	470	626	783	939	1095
+ 3,0	142	283	425	566	708	849	991	+ 13,0	157	314	470	627	784	941	1098
+ 3,2	142	284	425	567	709	851	993	+ 13,2	157	314	471	628	786	943	1100
+ 3,4	142	284	426	568	711	853	995	+ 13,4	157	315	472	630	787	944	1102
+ 3,6	142	285	427	570	712	854	997	+ 13,6	158	315	473	631	789	946	1104
+ 3,8	143	285	428	571	714	856	999	+ 13,8	158	316	474	632	790	948	1106
+ 4,0	143	286	429	572	715	858	1001	+ 14,0	158	317	475	633	792	950	1108
+ 4,2	143	287	430	573	717	860	1003	+ 14,2	159	317	476	634	793	952	1110
+ 4,4	144	287	431	574	718	862	1005	+ 14,4	159	318	477	636	795	953	1112
+ 4,6	144	288	432	576	720	863	1007	+ 14,6	159	318	478	637	796	955	1114
+ 4,8	144	288	433	577	721	865	1009	+ 14,8	160	319	479	638	798	957	1117

TABLE II.

$(\varnothing_0 = + 3^\circ$ .

Pour  $(\varnothing_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - (\varnothing_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\tau$ ou $\delta - (\varnothing_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		- 10'	- 20'	- 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	- 70'
+13,0	160	320	480	640	800	960	1120	-23,0	175	350	525	700	876	1051	1226
+13,2	160	320	481	641	801	961	1121	-23,2	175	351	526	702	877	1052	1228
+13,4	161	321	482	642	802	963	1124	+23,4	176	351	527	703	879	1054	1230
+13,6	161	322	482	643	804	965	1126	+23,6	176	352	528	704	880	1056	1232
+13,8	161	322	483	644	806	967	1128	-23,8	176	353	529	705	882	1058	1234
+16,0	161	323	484	646	807	968	1130	+26,0	177	353	530	706	883	1060	1236
+16,2	162	323	485	647	809	970	1132	+26,2	177	354	531	708	885	1061	1238
+16,4	162	324	486	648	810	972	1134	+26,4	177	354	532	709	886	1063	1240
+16,6	162	325	487	649	812	974	1136	+26,6	178	355	533	710	888	1065	1243
+16,8	163	325	488	650	813	976	1138	+26,8	178	356	533	711	889	1067	1245
-17,0	163	326	489	652	815	977	1140	-27,0	178	356	534	712	891	1069	1247
-17,2	163	326	490	653	816	979	1142	+27,2	178	357	535	714	892	1070	1249
-17,4	164	327	491	654	818	981	1145	-27,4	179	357	536	715	894	1072	1251
-17,6	164	328	491	655	819	983	1147	+27,6	179	358	537	716	895	1074	1253
+17,8	164	328	492	656	821	985	1149	+27,8	179	359	538	717	897	1076	1255
-18,0	164	329	493	658	822	986	1151	+28,0	180	359	539	718	898	1078	1257
-18,2	165	329	494	659	824	988	1153	+28,2	180	360	540	720	900	1079	1259
-18,4	165	330	495	660	825	990	1155	+28,4	180	360	541	721	901	1081	1261
+18,6	165	331	496	661	827	992	1157	+28,6	181	361	542	722	903	1083	1263
+18,8	166	331	497	662	828	994	1159	+28,8	181	362	542	723	904	1085	1266
+19,0	166	332	498	664	830	995	1161	-29,0	181	362	543	724	906	1087	1268
+19,2	166	332	499	665	831	997	1163	+29,2	181	363	544	726	907	1088	1270
+19,4	167	333	500	666	833	999	1166	+29,4	182	363	545	727	909	1090	1272
+19,6	167	334	500	667	834	1001	1168	-29,6	182	364	546	728	910	1092	1274
+19,8	167	334	501	668	836	1003	1170	+29,8	182	365	547	729	912	1094	1276
+20,0	168	335	502	670	838	1005	1173	+30,0	183	365	548	731	914	1096	1279
+20,2	168	336	503	671	839	1007	1175	-30,2	183	366	549	732	915	1098	1281
-20,4	168	336	504	672	841	1009	1177	+30,4	183	367	550	733	917	1100	1283
+20,6	168	337	505	674	842	1010	1179	-30,6	184	367	551	734	918	1102	1285
-20,8	169	337	506	675	844	1012	1181	+30,8	184	368	552	736	920	1103	1287
+21,0	169	338	507	676	845	1014	1183	+31,0	184	368	553	737	921	1105	1289
+21,2	169	339	508	677	847	1016	1185	+31,2	185	369	554	738	923	1107	1292
+21,4	170	339	509	678	848	1018	1187	+31,4	185	370	554	739	924	1109	1294
+21,6	170	340	510	680	850	1019	1189	+31,6	185	370	555	740	926	1111	1296
+21,8	170	340	511	681	851	1021	1191	+31,8	185	371	556	742	927	1112	1298
-22,0	171	341	512	682	853	1023	1194	+32,0	186	371	557	743	929	1114	1300
+22,2	171	342	512	683	854	1025	1196	+32,2	186	372	558	744	930	1116	1302
+22,4	171	342	513	684	856	1027	1198	-32,4	186	373	559	745	932	1118	1304
+22,6	171	343	514	686	857	1028	1200	+32,6	187	373	560	746	933	1120	1306
+22,8	172	343	515	687	859	1030	1202	+32,8	187	374	561	748	935	1121	1308
+23,0	172	344	516	688	860	1032	1204	+33,0	187	374	562	749	936	1123	1310
+23,2	172	345	517	689	862	1034	1206	+33,2	188	375	563	750	938	1125	1313
+23,4	173	345	518	690	863	1036	1208	+33,4	188	376	563	751	939	1127	1315
+23,6	173	346	519	692	865	1037	1210	+33,6	188	376	564	752	941	1129	1317
+23,8	173	346	520	693	866	1039	1212	-33,8	188	377	565	754	942	1130	1319
-24,0	174	347	521	694	868	1041	1215	+34,0	189	377	566	755	944	1132	1321
+24,2	174	348	521	695	869	1043	1217	+34,2	189	378	567	756	945	1134	1323
+24,4	174	348	522	696	871	1045	1219	-34,4	189	379	568	757	947	1136	1325
+24,6	174	349	523	698	872	1046	1221	+34,6	190	379	569	758	948	1138	1327
+24,8	175	349	524	699	874	1048	1223	+34,8	190	380	570	760	950	1140	1329

**TABLE II.**

$\omega_0 = + 3^\circ.$

Pour  $\omega_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+35,0	190	381	571	761	952	1142	1332	+45,0	206	411	617	822	1028	1234	1439
+35,2	191	381	572	762	953	1144	1334	+45,2	206	412	618	824	1030	1235	1441
+35,4	191	382	573	764	955	1145	1336	+45,4	206	412	619	825	1031	1237	1443
+35,6	191	382	574	765	956	1147	1338	+45,6	207	413	620	826	1033	1239	1446
+35,8	192	383	575	766	958	1149	1341	+45,8	207	414	620	827	1034	1241	1448
+36,0	192	384	575	767	959	1151	1343	+46,0	207	414	621	828	1036	1243	1450
+36,2	192	384	576	768	961	1153	1345	+46,2	207	415	622	830	1037	1244	1452
+36,4	192	385	577	770	962	1154	1347	+46,4	208	415	623	831	1039	1246	1454
+36,6	193	385	578	771	964	1156	1349	+46,6	208	416	624	832	1040	1248	1456
+36,8	193	386	579	772	965	1158	1351	+46,8	208	417	625	833	1042	1250	1458
+37,0	193	387	580	773	967	1160	1353	+47,0	209	417	626	834	1043	1252	1460
+37,2	194	387	581	774	968	1162	1355	+47,2	209	418	627	836	1045	1253	1462
+37,4	194	388	582	776	970	1163	1357	+47,4	209	418	628	837	1046	1255	1464
+37,6	194	388	583	777	971	1165	1359	+47,6	210	419	629	838	1048	1257	1467
+37,8	195	389	584	778	973	1167	1362	+47,8	210	420	629	839	1049	1259	1469
+38,0	195	390	584	779	974	1169	1364	+48,0	210	420	630	840	1051	1261	1471
+38,2	195	390	585	780	976	1171	1366	+48,2	210	421	631	842	1052	1262	1473
+38,4	195	391	586	782	977	1172	1368	+48,4	211	421	632	843	1054	1264	1475
+38,6	196	391	587	783	979	1174	1370	+48,6	211	422	633	844	1055	1266	1477
+38,8	196	392	588	784	980	1176	1372	+48,8	211	422	634	845	1057	1268	1479
+39,0	196	393	589	785	982	1178	1374	+49,0	212	423	635	846	1058	1270	1481
+39,2	197	393	590	786	983	1180	1376	+49,2	212	424	636	848	1060	1271	1483
+39,4	197	394	591	788	985	1181	1378	+49,4	212	424	637	849	1061	1273	1485
+39,6	197	394	592	789	986	1183	1380	+49,6	213	425	638	850	1063	1275	1488
+39,8	198	395	593	790	988	1185	1383	+49,8	213	426	638	851	1064	1277	1490
+40,0	198	396	594	792	990	1187	1385	+50,0	213	426	640	853	1066	1279	1492
+40,2	198	396	595	793	991	1189	1387	+50,2	214	427	641	854	1068	1281	1495
+40,4	199	397	596	794	993	1191	1390	+50,4	214	428	641	855	1069	1283	1497
+40,6	199	398	596	795	994	1193	1392	+50,6	214	428	642	856	1071	1285	1499
+40,8	199	398	597	796	996	1195	1394	+50,8	214	429	643	858	1072	1286	1501
+41,0	200	399	598	798	998	1197	1397	+51,0	215	429	644	859	1074	1288	1503
+41,2	200	400	599	799	999	1199	1399	+51,2	215	430	645	860	1075	1290	1505
+41,4	200	400	600	800	1001	1201	1401	+51,4	215	431	646	861	1077	1292	1507
+41,6	200	401	601	801	1002	1202	1403	+51,6	216	431	647	862	1078	1294	1509
+41,8	201	401	602	803	1004	1204	1405	+51,8	216	432	648	864	1080	1295	1511
+42,0	201	402	603	804	1005	1206	1407	+52,0	216	432	649	865	1081	1297	1513
+42,2	201	403	604	805	1007	1208	1409	+52,2	217	433	650	866	1083	1299	1516
+42,4	202	403	605	806	1008	1210	1411	+52,4	217	434	650	867	1084	1301	1518
+42,6	202	404	606	808	1010	1211	1413	+52,6	217	434	651	868	1086	1303	1520
+42,8	202	404	607	809	1011	1213	1415	+52,8	217	435	652	870	1087	1304	1522
+43,0	203	405	608	810	1013	1215	1418	+53,0	218	435	653	871	1089	1306	1524
+43,2	203	406	608	811	1014	1217	1420	+53,2	218	436	654	872	1090	1308	1526
+43,4	203	406	609	812	1016	1219	1422	+53,4	218	437	655	873	1092	1310	1528
+43,6	203	407	610	814	1017	1220	1424	+53,6	219	437	656	874	1093	1312	1530
+43,8	204	407	611	815	1019	1222	1426	+53,8	219	438	657	876	1095	1313	1532
+44,0	204	408	612	816	1020	1224	1428	+54,0	219	438	658	877	1096	1315	1534
+44,2	204	409	613	817	1022	1226	1430	+54,2	220	439	659	878	1098	1317	1536
+44,4	205	409	614	818	1023	1228	1432	+54,4	220	440	659	879	1099	1319	1539
+44,6	205	410	615	820	1025	1229	1434	+54,6	220	440	660	880	1101	1321	1541
+44,8	205	410	616	821	1026	1231	1436	+54,8	220	441	661	882	1102	1322	1543

Alger, Coord. rect.

o

TABLE II.

$\mathcal{D}_0 = + 3^\circ$ .  
 Pour  $\mathcal{D}_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\mathcal{D}_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\mathcal{D}_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+ 35,0	- 221	- 442	- 662	- 883	- 1104	- 1325	- 1546	+ 61,0	- 230	- 460	- 690	- 920	- 1150	- 1379	- 1609
+ 35,2	221	442	663	884	1106	1327	1548	+ 61,2	230	460	691	921	1151	1381	1611
+ 35,4	221	443	664	886	1107	1328	1550	+ 61,4	231	461	692	922	1153	1383	1614
+ 35,6	222	443	665	887	1109	1330	1552	+ 61,6	231	462	692	923	1154	1385	1616
+ 35,8	222	444	666	888	1110	1332	1554	+ 61,8	231	462	693	924	1156	1387	1618
+ 36,0	222	445	667	889	1112	1334	1556	+ 62,0	231	463	694	926	1157	1388	1620
+ 36,2	223	445	668	890	1113	1336	1558	+ 62,2	232	463	695	927	1159	1390	1622
+ 36,4	223	446	669	892	1115	1337	1560	+ 62,4	232	464	696	928	1160	1392	1624
+ 36,6	223	446	670	893	1116	1339	1562	+ 62,6	232	465	697	929	1162	1394	1626
+ 36,8	224	447	671	894	1118	1341	1565	+ 62,8	233	465	698	930	1163	1396	1628
+ 37,0	- 224	- 448	- 671	- 895	- 1119	- 1343	- 1567	+ 63,0	- 233	- 466	- 699	- 932	- 1165	- 1397	- 1630
+ 37,2	224	448	672	896	1121	1345	1569	+ 63,2	233	466	700	933	1166	1399	1632
+ 37,4	224	449	673	898	1122	1346	1571	+ 63,4	234	467	701	934	1168	1401	1635
+ 37,6	225	449	674	899	1124	1348	1573	+ 63,6	234	468	701	935	1169	1403	1637
+ 37,8	225	450	675	900	1125	1350	1575	+ 63,8	234	468	702	936	1171	1405	1639
+ 38,0	225	451	676	901	1127	1352	1577	+ 64,0	234	469	703	938	1172	1406	1641
+ 38,2	226	451	677	902	1128	1354	1579	+ 64,2	235	469	704	939	1174	1408	1643
+ 38,4	226	452	678	904	1130	1355	1581	+ 64,4	235	470	705	940	1175	1410	1645
+ 38,6	226	452	679	905	1131	1357	1583	+ 64,6	235	471	706	941	1177	1412	1647
+ 38,8	227	453	680	906	1133	1359	1586	+ 64,8	236	471	707	942	1178	1414	1649
+ 39,0	- 227	- 454	- 680	- 907	- 1134	- 1361	- 1588	+ 65,0	- 236	- 472	- 708	- 944	- 1180	- 1416	- 1652
+ 39,2	227	454	681	908	1136	1363	1590								
+ 39,4	227	455	682	910	1137	1364	1592								
+ 39,6	228	455	683	911	1139	1366	1594								
+ 39,8	228	456	684	912	1140	1368	1596								
+ 60,0	228	457	685	914	1142	1370	1599								
+ 60,2	229	457	686	915	1144	1372	1601								
+ 60,4	229	458	687	916	1145	1374	1603								
+ 60,6	229	459	688	917	1147	1376	1605								
+ 60,8	- 230	- 459	- 689	- 918	- 1148	- 1378	- 1607								



TABLE II.

$\Omega_0 = + 4^\circ$ .

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta_0 - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta_0 - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-63,0	- 112	- 223	- 335	- 447	- 559	- 670	- 782	-60,0	- 122	- 244	- 366	- 487	- 609	- 731	- 853
-63,9	112	224	336	448	560	672	783	-59,9	122	244	366	488	610	732	854
-64,8	112	224	336	448	561	673	785	-59,8	122	245	367	489	611	734	856
-64,7	112	225	337	449	562	674	786	-59,7	123	245	367	490	612	735	857
-64,6	113	225	338	450	563	675	788	-59,6	123	245	368	491	613	736	859
-64,5	113	225	338	451	564	676	789	-59,5	123	246	369	491	614	737	860
-64,4	113	226	339	452	565	678	791	-59,4	123	246	369	492	615	738	862
-64,3	113	226	339	453	566	679	792	-59,3	123	247	370	493	616	740	863
-64,2	113	227	340	453	567	680	793	-59,2	124	247	370	494	617	741	864
-64,1	114	227	341	454	568	681	795	-59,1	124	247	371	495	618	742	866
-64,0	- 114	- 228	- 341	- 455	- 569	- 682	- 796	-59,0	- 124	- 248	- 372	- 496	- 619	- 743	- 867
-63,9	114	228	342	456	570	684	798	-58,9	124	248	372	496	620	745	869
-63,8	114	228	342	457	571	685	799	-58,8	124	249	373	497	621	746	870
-63,7	114	229	343	457	572	686	800	-58,7	125	249	374	498	622	747	871
-63,6	115	229	344	458	573	687	802	-58,6	125	249	374	499	624	748	873
-63,5	115	230	344	459	574	688	803	-58,5	125	250	375	500	625	749	874
-63,4	115	230	345	460	575	690	805	-58,4	125	250	375	500	626	751	876
-63,3	115	230	345	461	576	691	806	-58,3	125	251	376	501	627	752	877
-63,2	115	231	346	461	577	692	808	-58,2	126	251	377	502	628	753	879
-63,1	116	231	347	462	578	693	809	-58,1	126	251	377	503	629	754	880
-63,0	- 116	- 232	- 347	- 463	- 579	- 695	- 810	-58,0	- 126	- 252	- 378	- 504	- 630	- 756	- 881
-62,9	116	232	348	464	580	696	812	-57,9	126	252	378	505	631	757	883
-62,8	116	232	349	465	581	697	813	-57,8	126	253	379	505	632	758	884
-62,7	116	233	349	466	582	698	815	-57,7	127	253	380	506	633	759	886
-62,6	117	233	350	466	583	699	816	-57,6	127	253	380	507	634	760	887
-62,5	117	234	350	467	584	701	817	-57,5	127	254	381	508	635	762	888
-62,4	117	234	351	468	585	702	819	-57,4	127	254	381	509	636	763	890
-62,3	117	234	352	469	586	703	820	-57,3	127	255	382	509	637	764	891
-62,2	117	235	352	470	587	704	822	-57,2	128	255	383	510	638	765	893
-62,1	118	235	353	470	588	706	823	-57,1	128	255	383	511	639	766	894
-62,0	- 118	- 236	- 353	- 471	- 589	- 707	- 825	-57,0	- 128	- 256	- 384	- 512	- 640	- 768	- 896
-61,9	118	236	354	472	590	708	826	-56,9	128	256	384	513	641	769	897
-61,8	118	236	355	473	591	709	827	-56,8	128	257	385	513	642	770	898
-61,7	118	237	355	474	592	710	829	-56,7	129	257	386	514	643	771	900
-61,6	119	237	356	474	593	712	830	-56,6	129	258	386	515	644	773	901
-61,5	119	238	356	475	594	713	832	-56,5	129	258	387	516	645	774	903
-61,4	119	238	357	476	595	714	833	-56,4	129	258	387	517	646	775	904
-61,3	119	238	358	477	596	715	835	-56,3	129	259	388	517	647	776	906
-61,2	119	239	358	478	597	717	836	-56,2	130	259	389	518	648	777	907
-61,1	120	239	359	478	598	718	837	-56,1	130	260	389	519	649	779	908
-61,0	- 120	- 240	- 360	- 479	- 599	- 719	- 839	-56,0	- 130	- 260	- 390	- 520	- 650	- 780	- 910
-60,9	120	240	360	480	600	720	840	-55,9	130	260	391	521	651	781	911
-60,8	120	240	361	481	601	721	842	-55,8	130	261	391	522	652	783	913
-60,7	120	241	361	482	602	723	843	-55,7	131	261	392	522	653	784	914
-60,6	121	241	362	483	603	724	844	-55,6	131	262	392	523	654	785	915
-60,5	121	242	363	483	604	725	846	-55,5	131	262	393	524	655	786	917
-60,4	121	242	363	484	605	726	847	-55,4	131	262	394	525	656	787	918
-60,3	121	242	364	485	606	727	849	-55,3	131	263	394	526	657	788	920
-60,2	121	243	364	486	607	729	850	-55,2	132	263	395	526	658	790	921
-60,1	- 122	- 243	- 365	- 487	- 608	- 730	- 852	-55,1	- 132	- 264	- 395	- 527	- 659	- 791	- 923

TABLE II.

$\Omega_0 = +4^\circ.$

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-55,0	-132	-264	-396	-528	-660	-792	-924	-50,0	-142	-284	-426	-569	-711	-853	-995
-54,9	132	264	397	529	661	793	925	-49,9	142	285	427	569	712	854	996
-54,8	132	265	397	530	662	794	927	-49,8	143	285	428	570	713	855	998
-54,7	133	265	398	530	663	796	928	-49,7	143	286	428	571	714	857	999
-54,6	133	266	398	531	664	797	930	-49,6	143	286	429	572	715	858	1001
-54,5	133	266	399	532	665	798	931	-49,5	143	286	429	573	716	859	1002
-54,4	133	266	400	533	666	799	933	-49,4	143	287	430	573	717	860	1004
-54,3	133	267	400	534	667	801	934	-49,3	144	287	431	574	718	861	1005
-54,2	134	267	401	534	668	802	935	-49,2	144	288	431	575	719	863	1006
-54,1	134	268	401	535	669	803	937	-49,1	144	288	432	576	720	864	1008
-54,0	-134	-268	-402	-536	-670	-804	-938	-49,0	-144	-288	-433	-577	-721	-865	-1009
-53,9	134	269	403	537	671	805	940	-48,9	144	289	433	578	722	866	1011
-53,8	134	269	403	538	672	807	941	-48,8	145	289	434	578	723	867	1012
-53,7	135	269	404	539	673	808	942	-48,7	145	290	434	579	724	869	1013
-53,6	135	270	405	539	674	809	944	-48,6	145	290	435	580	725	870	1015
-53,5	135	270	405	540	675	810	945	-48,5	145	290	436	581	726	871	1016
-53,4	135	271	406	541	676	811	947	-48,4	145	291	436	582	727	872	1018
-53,3	135	271	406	542	677	813	948	-48,3	146	291	437	582	728	874	1019
-53,2	136	271	407	543	678	814	950	-48,2	146	292	437	583	729	875	1021
-53,1	136	272	408	543	679	815	951	-48,1	146	292	438	584	730	876	1022
-53,0	-136	-272	-408	-544	-680	-816	-952	-48,0	-146	-292	-439	-585	-731	-877	-1023
-52,9	136	273	409	545	681	818	954	-47,9	146	293	439	586	732	878	1025
-52,8	137	273	409	546	682	819	955	-47,8	147	293	440	586	733	880	1026
-52,7	137	273	410	547	683	820	957	-47,7	147	294	440	587	734	881	1028
-52,6	137	274	411	547	684	821	958	-47,6	147	294	441	588	735	882	1029
-52,5	137	274	411	548	685	822	959	-47,5	147	294	442	589	736	883	1030
-52,4	137	275	412	549	686	824	961	-47,4	147	295	442	590	737	885	1032
-52,3	138	275	412	550	687	825	962	-47,3	148	295	443	590	738	886	1033
-52,2	138	275	413	551	688	826	964	-47,2	148	296	443	591	739	887	1035
-52,1	138	276	414	551	689	827	965	-47,1	148	296	444	592	740	888	1036
-52,0	-138	-276	-414	-552	-690	-829	-967	-47,0	-148	-297	-445	-593	-741	-889	-1038
-51,9	138	277	415	553	691	830	968	-46,9	148	297	445	594	742	891	1039
-51,8	139	277	416	554	692	831	969	-46,8	149	297	446	595	743	892	1040
-51,7	139	277	416	555	693	832	971	-46,7	149	298	447	595	744	893	1042
-51,6	139	278	417	556	694	833	972	-46,6	149	298	447	596	745	894	1043
-51,5	139	278	417	556	695	835	974	-46,5	149	299	448	597	746	895	1045
-51,4	139	279	418	557	697	836	975	-46,4	149	299	448	598	747	897	1046
-51,3	140	279	419	558	698	837	977	-46,3	150	299	449	599	748	898	1048
-51,2	140	279	419	559	699	838	978	-46,2	150	300	450	599	749	899	1049
-51,1	140	280	420	560	700	839	979	-46,1	150	300	450	600	750	900	1050
-51,0	-140	-280	-420	-561	-701	-841	-981	-46,0	-150	-301	-451	-601	-751	-902	-1052
-50,9	140	281	421	561	702	842	982	-45,9	151	301	451	602	752	903	1053
-50,8	141	281	422	562	703	843	984	-45,8	151	301	452	603	753	904	1055
-50,7	141	281	422	563	704	844	985	-45,7	151	302	453	604	754	905	1056
-50,6	141	282	423	564	705	846	986	-45,6	151	302	453	604	755	906	1057
-50,5	141	282	423	565	706	847	988	-45,5	151	303	454	605	756	908	1059
-50,4	141	283	424	565	707	848	989	-45,4	152	303	454	606	757	909	1060
-50,3	142	283	425	566	708	849	991	-45,3	152	303	455	607	758	910	1061
-50,2	142	283	425	567	709	850	992	-45,2	152	304	456	608	759	911	1062
-50,1	-142	-284	-426	-568	-710	-852	-994	-45,1	-152	-304	-456	-608	-760	-912	-1064

**TABLE II.**

$\Omega_0 = + 4^\circ$ .  
 Pour  $\Omega_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\Omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\Omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-45,0	-152	-305	-457	-609	-762	-914	-1066	-40,0	-162	-325	-487	-650	-812	-975	-1137
-44,9	153	305	458	610	763	915	1067	-39,9	163	325	488	651	813	976	1138
-44,8	153	305	458	611	764	916	1069	-39,8	163	326	489	651	814	977	1140
-44,7	153	306	459	612	765	917	1070	-39,7	163	326	489	652	815	978	1141
-44,6	153	306	459	612	766	919	1072	-39,6	163	327	490	653	816	979	1143
-44,5	153	307	460	613	767	920	1073	-39,5	163	327	490	654	817	981	1144
-44,4	154	307	461	614	768	921	1075	-39,4	164	327	491	655	818	982	1146
-44,3	154	307	461	615	769	922	1076	-39,3	164	328	492	655	819	983	1147
-44,2	154	308	462	616	770	923	1077	-39,2	164	328	492	656	820	984	1148
-44,1	154	308	462	616	771	925	1079	-39,1	164	329	493	657	821	986	1150
-44,0	-154	-309	-463	-617	-772	-926	-1080	-39,0	-165	-329	-493	-658	-822	-987	-1151
-43,9	155	309	464	618	773	927	1082	-38,9	165	329	494	659	823	988	1153
-43,8	155	309	464	619	774	928	1083	-38,8	165	330	495	660	824	989	1154
-43,7	155	310	465	620	775	930	1084	-38,7	165	330	495	660	825	990	1155
-43,6	155	310	465	621	776	931	1086	-38,6	165	331	496	661	826	992	1157
-43,5	155	311	466	621	777	932	1087	-38,5	166	331	496	662	827	993	1158
-43,4	156	311	467	622	778	933	1089	-38,4	166	331	497	663	828	994	1160
-43,3	156	311	467	623	779	934	1090	-38,3	166	332	498	664	829	995	1161
-43,2	156	312	468	624	780	936	1092	-38,2	166	332	498	664	830	997	1163
-43,1	156	312	468	625	781	937	1093	-38,1	166	333	499	665	831	998	1164
-43,0	-156	-313	-469	-625	-782	-938	-1094	-38,0	-167	-333	-500	-666	-833	-999	-1165
-42,9	157	313	470	626	783	939	1096	-37,9	167	333	500	667	834	1000	1167
-42,8	157	314	470	627	784	941	1097	-37,8	167	334	501	668	835	1001	1168
-42,7	157	314	471	628	785	942	1099	-37,7	167	334	501	668	836	1003	1170
-42,6	157	314	471	629	786	943	1100	-37,6	167	335	502	669	837	1004	1171
-42,5	157	315	472	629	787	944	1101	-37,5	168	335	503	670	838	1005	1172
-42,4	158	315	473	630	788	945	1103	-37,4	168	335	503	671	839	1006	1174
-42,3	158	316	473	631	789	947	1104	-37,3	168	336	504	672	840	1007	1175
-42,2	158	316	474	632	790	948	1106	-37,2	168	336	504	672	841	1009	1177
-42,1	158	316	474	633	791	949	1107	-37,1	168	337	505	673	842	1010	1178
-42,0	-158	-317	-475	-634	-792	-950	-1109	-37,0	-169	-337	-506	-674	-843	-1011	-1180
-41,9	159	317	476	634	793	952	1110	-36,9	169	337	506	675	844	1012	1181
-41,8	159	318	476	635	794	953	1111	-36,8	169	338	507	676	845	1014	1182
-41,7	159	318	477	636	795	954	1113	-36,7	169	338	507	677	846	1015	1184
-41,6	159	318	478	637	796	955	1114	-36,6	169	339	508	677	847	1016	1185
-41,5	159	319	478	638	797	956	1116	-36,5	170	339	509	678	848	1017	1187
-41,4	160	319	479	638	798	958	1117	-36,4	170	339	509	679	849	1018	1188
-41,3	160	320	479	639	799	959	1119	-36,3	170	340	510	680	850	1020	1190
-41,2	160	320	480	640	800	960	1120	-36,2	170	340	510	681	851	1021	1191
-41,1	160	320	481	641	801	961	1121	-36,1	170	341	511	681	852	1022	1192
-41,0	-160	-321	-481	-642	-802	-962	-1123	-36,0	-171	-341	-512	-682	-853	-1023	-1194
-40,9	161	321	482	642	803	964	1124	-35,9	171	342	512	683	854	1025	1195
-40,8	161	322	482	643	804	965	1126	-35,8	171	342	513	684	855	1026	1197
-40,7	161	322	483	644	805	966	1127	-35,7	171	342	514	685	856	1027	1198
-40,6	161	322	484	645	806	967	1128	-35,6	171	343	514	685	857	1028	1200
-40,5	161	323	484	646	807	968	1130	-35,5	172	343	515	686	858	1029	1201
-40,4	162	323	485	646	808	970	1131	-35,4	172	344	515	687	859	1031	1202
-40,3	162	324	485	647	809	971	1133	-35,3	172	344	516	688	860	1032	1204
-40,2	162	324	486	648	810	972	1134	-35,2	172	344	517	689	861	1033	1205
-40,1	-162	-324	-487	-649	-811	-973	-1136	-35,1	-172	-345	-517	-689	-862	-1034	-1207

TABLE II.

$\Omega_0 = + 4^\circ$ .

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-35,0	173	345	518	690	863	1036	1208	-30,0	183	365	548	731	914	1096	1279
-34,9	173	346	518	691	864	1037	1210	-29,9	183	366	549	732	915	1098	1281
-34,8	173	346	519	692	865	1038	1211	-29,8	183	366	549	733	916	1099	1282
-34,7	173	346	520	693	866	1039	1212	-29,7	183	367	550	733	917	1100	1283
-34,6	173	347	520	694	867	1040	1214	-29,6	184	367	551	734	918	1101	1285
-34,5	174	347	521	694	868	1042	1215	-29,5	184	367	551	735	919	1102	1286
-34,4	174	348	521	695	869	1043	1217	-29,4	184	368	552	736	920	1104	1288
-34,3	174	348	522	696	870	1044	1218	-29,3	184	368	552	737	921	1105	1289
-34,2	174	348	523	697	871	1045	1219	-29,2	184	369	553	737	922	1106	1290
-34,1	174	349	523	698	872	1046	1221	-29,1	185	369	554	738	923	1107	1292
-34,0	175	349	524	698	873	1048	1222	-29,0	185	370	554	739	924	1109	1293
-33,9	175	350	524	699	874	1049	1224	-28,9	185	370	555	740	925	1110	1295
-33,8	175	350	525	700	875	1050	1225	-28,8	185	370	556	741	926	1111	1296
-33,7	175	350	526	701	876	1051	1227	-28,7	185	371	556	741	927	1112	1298
-33,6	175	351	526	702	877	1053	1228	-28,6	186	371	557	742	928	1113	1299
-33,5	176	351	527	702	878	1054	1229	-28,5	186	372	557	743	929	1115	1300
-33,4	176	352	527	703	879	1055	1231	-28,4	186	372	558	744	930	1116	1302
-33,3	176	352	528	704	880	1056	1232	-28,3	186	372	559	745	931	1117	1303
-33,2	176	352	529	705	881	1057	1234	-28,2	186	373	559	745	932	1118	1305
-33,1	176	353	529	706	882	1059	1235	-28,1	187	373	560	746	933	1119	1306
-33,0	177	353	530	707	883	1060	1237	-28,0	187	374	560	747	934	1121	1308
-32,9	177	354	531	707	884	1061	1238	-27,9	187	374	561	748	935	1122	1309
-32,8	177	354	531	708	885	1062	1239	-27,8	187	374	562	749	936	1123	1310
-32,7	177	355	532	709	886	1063	1241	-27,7	187	375	562	750	937	1124	1312
-32,6	177	355	532	710	887	1065	1242	-27,6	188	375	563	750	938	1126	1313
-32,5	178	355	533	711	888	1066	1244	-27,5	188	376	563	751	939	1127	1315
-32,4	178	356	534	711	889	1067	1245	-27,4	188	376	564	752	940	1128	1316
-32,3	178	356	534	712	890	1068	1246	-27,3	188	376	565	753	941	1129	1317
-32,2	178	357	535	713	891	1070	1248	-27,2	188	377	565	754	942	1130	1319
-32,1	178	357	535	714	892	1071	1249	-27,1	189	377	566	755	943	1132	1320
-32,0	179	357	536	715	893	1072	1251	-27,0	189	378	566	755	944	1133	1322
-31,9	179	358	537	716	894	1073	1252	-26,9	189	378	567	756	945	1134	1323
-31,8	179	358	537	716	895	1074	1254	-26,8	189	378	568	757	946	1135	1325
-31,7	179	359	538	717	896	1076	1255	-26,7	189	379	568	758	947	1137	1326
-31,6	180	359	538	718	897	1077	1256	-26,6	190	379	569	758	948	1138	1327
-31,5	180	359	539	719	898	1078	1258	-26,5	190	380	570	759	949	1139	1329
-31,4	180	360	540	720	899	1079	1259	-26,4	190	380	570	760	950	1140	1330
-31,3	180	360	540	720	900	1081	1261	-26,3	190	381	571	761	951	1141	1332
-31,2	180	361	541	721	901	1082	1262	-26,2	190	381	571	762	952	1143	1333
-31,1	180	361	541	722	902	1083	1264	-26,1	191	381	572	763	953	1144	1334
-31,0	181	361	542	723	904	1084	1265	-26,0	191	382	573	763	954	1145	1336
-30,9	181	362	543	724	905	1085	1266	-25,9	191	382	573	764	955	1146	1337
-30,8	181	362	543	724	906	1087	1268	-25,8	191	383	574	765	956	1147	1339
-30,7	181	363	544	725	907	1088	1269	-25,7	191	383	574	766	957	1149	1340
-30,6	182	363	545	726	908	1089	1271	-25,6	192	383	575	767	958	1150	1342
-30,5	182	363	545	727	909	1090	1272	-25,5	192	384	576	767	959	1151	1343
-30,4	182	364	546	728	910	1091	1273	-25,4	192	384	576	768	960	1152	1344
-30,3	182	364	546	728	911	1093	1275	-25,3	192	385	577	769	961	1154	1346
-30,2	182	365	547	729	912	1094	1276	-25,2	192	385	577	770	962	1155	1347
-30,1	183	365	548	730	913	1095	1278	-25,1	193	385	578	771	963	1156	1349

TABLE II.

$\Omega_0 = + 4^\circ$ .

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-23,0	193	386	579	772	964	1157	1350	-20,0	203	406	609	812	1015	1218	1421
-24,9	193	386	579	772	965	1158	1352	-19,9	203	406	610	813	1016	1219	1423
-24,8	193	387	580	773	966	1160	1353	-19,8	203	407	610	814	1017	1221	1424
-24,7	194	387	580	774	967	1161	1354	-19,7	204	407	611	814	1018	1222	1425
-24,6	194	387	581	775	968	1162	1356	-19,6	204	408	611	815	1019	1223	1427
-24,5	194	388	582	776	969	1163	1357	-19,5	204	408	612	816	1020	1224	1428
-24,4	194	388	582	776	970	1165	1359	-19,4	204	408	613	817	1021	1225	1430
-24,3	194	389	583	777	971	1166	1360	-19,3	204	409	613	818	1022	1227	1431
-24,2	195	389	583	778	972	1167	1361	-19,2	205	409	614	819	1023	1228	1432
-24,1	195	389	584	779	973	1168	1363	-19,1	205	410	614	819	1024	1229	1434
-24,0	195	390	585	780	975	1170	1364	-19,0	205	410	615	820	1025	1230	1435
-23,9	195	390	585	780	976	1171	1366	-18,9	205	411	616	821	1026	1231	1437
-23,8	195	391	586	781	977	1172	1367	-18,8	205	411	616	822	1027	1233	1438
-23,7	196	391	587	782	978	1173	1369	-18,7	206	411	617	823	1028	1234	1440
-23,6	196	391	587	783	979	1174	1370	-18,6	206	412	618	823	1029	1235	1441
-23,5	196	392	588	784	980	1175	1371	-18,5	206	412	618	824	1030	1236	1442
-23,4	196	392	588	784	981	1177	1373	-18,4	206	413	619	825	1031	1238	1444
-23,3	196	393	589	785	982	1178	1374	-18,3	206	413	619	826	1032	1239	1445
-23,2	197	393	590	786	983	1179	1376	-18,2	207	413	620	827	1033	1240	1447
-23,1	197	393	590	787	984	1180	1377	-18,1	207	414	621	827	1034	1241	1448
-23,0	197	394	591	788	985	1182	1379	-18,0	207	414	621	828	1035	1242	1450
-22,9	197	394	591	789	986	1183	1380	-17,9	207	415	622	829	1036	1244	1451
-22,8	197	395	592	789	987	1184	1381	-17,8	208	415	622	830	1037	1245	1452
-22,7	198	395	593	790	988	1185	1383	-17,7	208	415	623	831	1038	1246	1454
-22,6	198	396	593	791	989	1186	1384	-17,6	208	416	624	832	1039	1247	1455
-22,5	198	396	594	792	990	1188	1386	-17,5	208	416	624	832	1040	1248	1457
-22,4	198	396	594	793	991	1189	1387	-17,4	208	417	625	833	1041	1250	1458
-22,3	198	397	595	793	992	1190	1388	-17,3	209	417	625	834	1042	1251	1459
-22,2	199	397	596	794	993	1191	1390	-17,2	209	417	626	835	1043	1252	1461
-22,1	199	398	596	795	994	1192	1391	-17,1	209	418	627	836	1044	1253	1462
-22,0	199	398	597	796	995	1194	1393	-17,0	209	418	627	836	1046	1255	1464
-21,9	199	398	598	797	996	1195	1394	-16,9	209	419	628	837	1047	1257	1466
-21,8	199	399	598	797	997	1196	1396	-16,8	210	419	629	838	1048	1257	1467
-21,7	200	399	599	798	998	1197	1397	-16,7	210	419	629	839	1049	1258	1468
-21,6	200	400	599	799	999	1199	1398	-16,6	210	420	630	840	1050	1259	1469
-21,5	200	400	600	800	1000	1200	1400	-16,5	210	420	630	840	1051	1261	1471
-21,4	200	400	601	801	1001	1201	1401	-16,4	210	421	631	841	1052	1262	1472
-21,3	200	401	601	801	1002	1202	1403	-16,3	211	421	632	842	1053	1263	1474
-21,2	201	401	602	802	1003	1203	1404	-16,2	211	421	632	843	1054	1264	1475
-21,1	201	402	602	803	1004	1205	1405	-16,1	211	422	633	844	1055	1266	1477
-21,0	201	402	603	804	1005	1206	1407	-16,0	211	422	633	845	1056	1267	1478
-20,9	201	402	604	805	1006	1207	1408	-15,9	211	423	634	845	1057	1268	1479
-20,8	201	403	604	806	1007	1209	1410	-15,8	212	423	635	846	1058	1269	1481
-20,7	202	403	605	806	1008	1210	1411	-15,7	212	424	635	847	1059	1270	1482
-20,6	202	404	605	807	1009	1211	1413	-15,6	212	424	636	848	1060	1272	1484
-20,5	202	404	606	808	1010	1212	1414	-15,5	212	424	636	849	1061	1273	1485
-20,4	202	404	607	809	1011	1213	1415	-15,4	212	425	637	849	1062	1274	1486
-20,3	202	405	607	810	1012	1214	1417	-15,3	213	425	638	850	1063	1275	1488
-20,2	203	405	608	810	1013	1216	1418	-15,2	213	426	638	851	1064	1276	1489
-20,1	203	406	608	811	1014	1217	1420	-15,1	213	426	639	852	1065	1278	1491

TABLE II.

$\omega_0 = + 4^\circ.$

Pour  $\omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
-13,0	213	426	640	853	1066	1279	1492	-10,0	223	447	670	893	1117	1340	1563
-14,9	213	427	640	853	1067	1280	1494	-9,9	224	447	671	894	1118	1341	1565
-14,8	214	427	641	854	1068	1281	1495	-9,8	224	447	671	895	1119	1342	1566
-14,7	214	428	641	855	1069	1283	1496	-9,7	224	448	672	896	1120	1343	1567
-14,6	214	428	642	856	1070	1284	1498	-9,6	224	448	672	896	1121	1345	1569
-14,5	214	428	643	857	1071	1285	1499	-9,5	224	449	673	897	1122	1346	1570
-14,4	214	429	643	857	1072	1286	1501	-9,4	225	449	674	898	1123	1347	1572
-14,3	215	429	644	858	1073	1287	1502	-9,3	225	449	674	899	1124	1348	1573
-14,2	215	430	644	859	1074	1289	1503	-9,2	225	450	675	900	1125	1350	1574
-14,1	215	430	645	860	1075	1290	1505	-9,1	225	450	675	900	1126	1351	1576
-14,0	215	430	646	861	1076	1291	1506	-9,0	225	451	676	901	1127	1352	1577
-13,9	215	431	646	862	1077	1292	1508	-8,9	226	451	677	902	1128	1353	1579
-13,8	216	431	647	862	1078	1293	1509	-8,8	226	451	677	903	1129	1354	1580
-13,7	216	432	647	863	1079	1295	1511	-8,7	226	452	678	904	1130	1356	1582
-13,6	216	432	648	864	1080	1296	1512	-8,6	226	452	678	905	1131	1357	1583
-13,5	216	432	649	865	1081	1297	1513	-8,5	226	453	679	905	1132	1358	1584
-13,4	216	433	649	866	1082	1298	1515	-8,4	227	453	680	906	1133	1359	1586
-13,3	217	433	650	866	1083	1299	1516	-8,3	227	454	680	907	1134	1361	1587
-13,2	217	434	650	867	1084	1301	1518	-8,2	227	454	681	908	1135	1362	1589
-13,1	217	434	651	868	1085	1302	1519	-8,1	227	454	681	909	1136	1363	1590
-13,0	217	434	652	869	1086	1303	1521	-8,0	227	455	682	909	1137	1364	1592
-12,9	218	435	652	870	1087	1305	1522	-7,9	228	455	683	910	1138	1365	1593
-12,8	218	435	653	871	1088	1306	1523	-7,8	228	456	683	911	1139	1367	1594
-12,7	218	436	653	871	1089	1307	1525	-7,7	228	456	684	912	1140	1368	1596
-12,6	218	436	654	872	1090	1308	1526	-7,6	228	456	685	913	1141	1369	1597
-12,5	218	436	655	873	1091	1309	1528	-7,5	228	457	685	913	1142	1370	1599
-12,4	219	437	655	874	1092	1311	1529	-7,4	229	457	686	914	1143	1371	1600
-12,3	219	437	656	875	1093	1312	1530	-7,3	229	458	686	915	1144	1373	1601
-12,2	219	438	656	875	1094	1313	1532	-7,2	229	458	687	916	1145	1374	1603
-12,1	219	438	657	876	1095	1314	1533	-7,1	229	458	688	917	1146	1375	1604
-12,0	219	439	658	877	1096	1316	1535	-7,0	229	459	688	918	1147	1376	1606
-11,9	219	439	658	878	1097	1317	1536	-6,9	230	459	689	918	1148	1378	1607
-11,8	220	439	659	879	1098	1318	1538	-6,8	230	460	689	919	1149	1379	1609
-11,7	220	440	660	879	1099	1319	1539	-6,7	230	460	690	920	1150	1380	1610
-11,6	220	440	660	880	1100	1320	1540	-6,6	230	460	691	921	1151	1381	1611
-11,5	220	441	661	881	1101	1322	1542	-6,5	230	461	691	922	1152	1382	1613
-11,4	220	441	661	882	1102	1323	1543	-6,4	231	461	692	922	1153	1384	1614
-11,3	221	441	662	883	1103	1324	1545	-6,3	231	462	692	923	1154	1385	1616
-11,2	221	442	663	883	1104	1325	1546	-6,2	231	462	693	924	1155	1386	1617
-11,1	221	442	663	884	1105	1326	1547	-6,1	231	462	694	925	1156	1387	1618
-11,0	221	443	664	885	1106	1328	1549	-6,0	231	463	694	926	1157	1389	1620
-10,9	222	443	664	886	1107	1329	1550	-5,9	232	463	695	927	1158	1390	1621
-10,8	222	443	665	887	1108	1330	1552	-5,8	232	464	695	927	1159	1391	1623
-10,7	222	444	666	888	1109	1331	1553	-5,7	232	464	696	928	1160	1392	1624
-10,6	222	444	666	888	1110	1332	1555	-5,6	232	464	697	929	1161	1393	1626
-10,5	222	445	667	889	1111	1334	1556	-5,5	232	465	697	930	1162	1395	1627
-10,4	223	445	667	890	1112	1335	1557	-5,4	233	465	698	931	1163	1396	1628
-10,3	223	445	668	891	1113	1336	1559	-5,3	233	466	698	931	1164	1397	1630
-10,2	223	446	669	892	1114	1337	1560	-5,2	233	466	699	932	1165	1398	1631
-10,1	223	446	669	892	1115	1339	1562	-5,1	233	466	700	933	1166	1399	1633

TABLE II.

$\Omega_0 = + 4^\circ$ .

Pour  $\Omega_0$  négatif : changer

le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_1 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer

le signe du nombre  $\beta_1$ .

Les valeurs de  $\beta_1$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
- 5,0	233	467	700	934	1167	1401	1634	0,0	244	487	731	974	1218	1462	1705
- 4,9	234	467	701	935	1168	1402	1636	+ 0,1	244	488	731	975	1219	1463	1707
- 4,8	234	468	702	935	1169	1403	1637	+ 0,2	244	488	732	976	1220	1464	1708
- 4,7	234	468	702	936	1170	1404	1638	+ 0,3	244	488	733	977	1221	1465	1709
- 4,6	234	469	703	937	1171	1406	1640	+ 0,4	244	489	733	978	1222	1466	1711
- 4,5	234	469	703	937	1172	1407	1641	+ 0,5	245	489	734	978	1223	1468	1712
- 4,4	235	469	704	938	1173	1408	1643	+ 0,6	245	490	734	979	1224	1469	1714
- 4,3	235	470	705	939	1174	1409	1644	+ 0,7	245	490	735	980	1225	1470	1715
- 4,2	235	470	705	940	1175	1410	1645	+ 0,8	245	490	736	981	1226	1471	1716
- 4,1	235	471	706	941	1176	1412	1647	+ 0,9	245	491	736	982	1227	1472	1718
- 4,0	236	471	706	942	1177	1413	1648	+ 1,0	246	491	737	983	1228	1474	1719
- 3,9	236	471	707	943	1178	1414	1650	+ 1,1	246	492	738	983	1229	1475	1721
- 3,8	236	472	708	944	1179	1415	1651	+ 1,2	246	492	738	984	1230	1476	1722
- 3,7	236	472	708	944	1180	1416	1653	+ 1,3	246	492	739	985	1231	1477	1724
- 3,6	236	473	709	945	1181	1418	1654	+ 1,4	246	493	739	986	1232	1479	1725
- 3,5	237	473	709	946	1182	1419	1655	+ 1,5	246	493	740	987	1233	1480	1726
- 3,4	237	473	710	947	1183	1420	1657	+ 1,6	247	494	741	987	1234	1481	1728
- 3,3	237	474	711	948	1184	1421	1658	+ 1,7	247	494	741	988	1235	1482	1729
- 3,2	237	474	711	948	1185	1423	1660	+ 1,8	247	494	742	989	1236	1483	1731
- 3,1	237	475	712	949	1186	1424	1661	+ 1,9	247	495	742	990	1237	1485	1732
- 3,0	238	475	713	950	1188	1425	1663	+ 2,0	248	495	743	991	1238	1486	1734
- 2,9	238	475	713	951	1189	1426	1664	+ 2,1	248	496	744	991	1239	1487	1735
- 2,8	238	476	714	952	1190	1427	1665	+ 2,2	248	496	744	992	1240	1488	1736
- 2,7	238	476	714	952	1191	1429	1667	+ 2,3	248	497	745	993	1241	1490	1738
- 2,6	238	477	715	953	1192	1430	1668	+ 2,4	248	497	745	994	1242	1491	1739
- 2,5	239	477	716	954	1193	1431	1670	+ 2,5	249	497	746	995	1243	1492	1741
- 2,4	239	477	716	955	1194	1432	1671	+ 2,6	249	498	747	995	1244	1493	1742
- 2,3	239	478	717	956	1195	1434	1672	+ 2,7	249	498	747	996	1245	1494	1743
- 2,2	239	478	717	956	1196	1435	1674	+ 2,8	249	499	748	997	1246	1496	1745
- 2,1	239	479	718	957	1197	1436	1675	+ 2,9	249	499	748	998	1247	1497	1746
- 2,0	240	479	719	958	1198	1437	1677	+ 3,0	250	499	749	999	1248	1498	1748
- 1,9	240	480	719	959	1199	1438	1678	+ 3,1	250	500	750	1000	1249	1499	1749
- 1,8	240	480	720	960	1200	1440	1680	+ 3,2	250	500	750	1000	1250	1501	1751
- 1,7	240	480	720	961	1201	1441	1681	+ 3,3	250	501	751	1001	1251	1502	1752
- 1,6	240	481	721	961	1202	1442	1682	+ 3,4	251	501	751	1002	1252	1503	1753
- 1,5	241	481	722	962	1203	1443	1684	+ 3,5	251	501	752	1003	1253	1504	1755
- 1,4	241	482	722	963	1204	1444	1685	+ 3,6	251	502	753	1004	1255	1506	1756
- 1,3	241	482	723	964	1205	1446	1687	+ 3,7	251	502	753	1004	1256	1507	1758
- 1,2	241	482	723	965	1206	1447	1688	+ 3,8	251	503	754	1005	1257	1508	1759
- 1,1	241	483	724	965	1207	1448	1689	+ 3,9	252	503	754	1006	1258	1509	1760
- 1,0	242	483	725	966	1208	1449	1691	+ 4,0	252	503	755	1007	1259	1510	1762
- 0,9	242	484	725	967	1209	1451	1692	+ 4,1	252	504	756	1008	1260	1511	1763
- 0,8	242	484	726	968	1210	1452	1694	+ 4,2	252	504	756	1008	1261	1513	1765
- 0,7	242	484	727	969	1211	1453	1695	+ 4,3	252	505	757	1009	1262	1514	1766
- 0,6	242	485	727	969	1212	1454	1697	+ 4,4	253	505	758	1010	1263	1515	1768
- 0,5	243	485	728	970	1213	1455	1698	+ 4,5	253	505	758	1011	1264	1516	1769
- 0,4	243	486	728	971	1214	1457	1699	+ 4,6	253	506	759	1012	1265	1518	1770
- 0,3	243	486	729	972	1215	1458	1701	+ 4,7	253	506	759	1013	1266	1519	1772
- 0,2	243	486	730	973	1216	1459	1702	+ 4,8	253	507	760	1013	1267	1520	1773
- 0,1	243	487	730	974	1217	1460	1704	+ 4,9	254	507	761	1014	1268	1521	1775

Alger, Coord. rect.

p

TABLE II.

$\omega_0 = + 4^\circ.$

Pour  $\omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+ 5,0	- 254	- 508	- 761	- 1015	- 1269	- 1522	- 1776	+ 10,0	- 264	- 528	- 792	- 1056	- 1319	- 1583	- 1847
+ 5,1	254	508	762	1016	1270	1524	1778	+ 10,1	264	528	792	1056	1320	1585	1849
+ 5,2	254	508	762	1017	1271	1525	1779	+ 10,2	264	529	793	1057	1321	1586	1850
+ 5,3	254	509	763	1017	1272	1526	1780	+ 10,3	265	529	793	1058	1322	1587	1851
+ 5,4	255	509	764	1018	1273	1527	1782	+ 10,4	265	529	794	1059	1323	1588	1853
+ 5,5	255	510	764	1019	1274	1529	1783	+ 10,5	265	530	795	1060	1325	1589	1854
+ 5,6	255	510	765	1020	1275	1530	1785	+ 10,6	265	530	795	1060	1326	1591	1856
+ 5,7	255	510	765	1021	1276	1531	1786	+ 10,7	265	531	796	1061	1327	1592	1857
+ 5,8	255	511	766	1021	1277	1532	1787	+ 10,8	265	531	796	1062	1328	1593	1859
+ 5,9	255	511	767	1022	1278	1533	1789	+ 10,9	265	531	797	1063	1329	1594	1860
+ 6,0	- 256	- 512	- 767	- 1023	- 1279	- 1535	- 1790	+ 11,0	- 266	- 532	- 798	- 1064	- 1330	- 1596	- 1861
+ 6,1	256	512	768	1024	1280	1536	1792	+ 11,1	266	532	798	1064	1331	1597	1863
+ 6,2	256	512	769	1025	1281	1537	1793	+ 11,2	266	533	799	1065	1332	1598	1864
+ 6,3	256	513	769	1026	1282	1538	1795	+ 11,3	267	533	800	1066	1333	1599	1866
+ 6,4	257	513	770	1026	1283	1539	1796	+ 11,4	267	533	800	1067	1334	1600	1867
+ 6,5	257	514	770	1027	1284	1541	1797	+ 11,5	267	534	801	1068	1335	1602	1869
+ 6,6	257	514	771	1028	1285	1542	1799	+ 11,6	267	534	802	1069	1336	1603	1870
+ 6,7	257	514	772	1029	1286	1543	1800	+ 11,7	267	535	802	1069	1337	1604	1871
+ 6,8	257	515	772	1030	1287	1544	1802	+ 11,8	267	535	803	1070	1338	1605	1873
+ 6,9	258	515	773	1030	1288	1546	1803	+ 11,9	267	535	803	1071	1339	1606	1874
+ 7,0	- 258	- 516	- 773	- 1031	- 1289	- 1547	- 1805	+ 12,0	- 268	- 536	- 804	- 1072	- 1340	- 1608	- 1876
+ 7,1	258	516	774	1032	1290	1548	1806	+ 12,1	268	536	804	1073	1341	1609	1877
+ 7,2	258	516	775	1033	1291	1549	1807	+ 12,2	268	537	805	1073	1342	1610	1878
+ 7,3	258	517	775	1034	1292	1550	1809	+ 12,3	269	537	806	1074	1343	1611	1880
+ 7,4	259	517	776	1034	1293	1552	1810	+ 12,4	269	538	806	1075	1344	1613	1881
+ 7,5	259	518	776	1035	1294	1553	1812	+ 12,5	269	538	807	1076	1345	1614	1883
+ 7,6	259	518	777	1036	1295	1554	1813	+ 12,6	269	538	807	1077	1346	1615	1884
+ 7,7	259	518	778	1037	1296	1555	1815	+ 12,7	269	539	808	1077	1347	1616	1886
+ 7,8	259	519	778	1038	1297	1556	1816	+ 12,8	270	539	809	1078	1347	1617	1887
+ 7,9	260	519	779	1038	1298	1558	1817	+ 12,9	270	540	809	1079	1348	1618	1888
+ 8,0	- 260	- 520	- 780	- 1039	- 1299	- 1559	- 1819	+ 13,0	- 270	- 540	- 810	- 1080	- 1350	- 1620	- 1890
+ 8,1	260	520	780	1040	1300	1560	1820	+ 13,1	270	540	811	1081	1351	1621	1891
+ 8,2	260	520	781	1041	1301	1561	1822	+ 13,2	270	541	811	1082	1352	1622	1893
+ 8,3	260	521	781	1042	1302	1563	1823	+ 13,3	271	541	812	1082	1353	1623	1894
+ 8,4	261	521	782	1043	1303	1564	1824	+ 13,4	271	542	813	1083	1354	1625	1895
+ 8,5	261	522	783	1043	1304	1565	1826	+ 13,5	271	542	813	1084	1355	1626	1897
+ 8,6	261	522	783	1044	1305	1566	1827	+ 13,6	271	542	814	1085	1356	1627	1898
+ 8,7	261	522	784	1045	1306	1567	1829	+ 13,7	271	543	814	1086	1357	1628	1900
+ 8,8	261	523	784	1046	1307	1569	1830	+ 13,8	272	543	815	1086	1358	1630	1901
+ 8,9	262	523	785	1047	1308	1570	1832	+ 13,9	272	544	816	1087	1359	1631	1903
+ 9,0	- 262	- 524	- 786	- 1047	- 1309	- 1571	- 1833	+ 14,0	- 272	- 544	- 816	- 1088	- 1360	- 1632	- 1904
+ 9,1	262	524	786	1048	1310	1572	1834	+ 14,1	272	544	817	1089	1361	1633	1905
+ 9,2	262	525	787	1049	1311	1574	1836	+ 14,2	272	545	817	1090	1362	1634	1907
+ 9,3	262	525	787	1050	1312	1575	1837	+ 14,3	273	545	818	1090	1363	1636	1908
+ 9,4	263	525	788	1051	1313	1576	1839	+ 14,4	273	546	818	1091	1364	1637	1910
+ 9,5	263	526	789	1051	1314	1577	1840	+ 14,5	273	546	819	1092	1365	1638	1911
+ 9,6	263	526	789	1052	1315	1578	1842	+ 14,6	273	546	820	1093	1366	1639	1913
+ 9,7	263	527	790	1053	1316	1580	1843	+ 14,7	273	547	820	1094	1367	1641	1914
+ 9,8	263	527	790	1054	1317	1581	1844	+ 14,8	274	547	821	1094	1368	1642	1915
+ 9,9	264	527	791	1055	1318	1582	1846	+ 14,9	274	548	821	1095	1369	1643	1917



**TABLE II.**

$\omega_0 = + 4^\circ$ .

Pour  $\omega_0$  négatif : changer  
le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1) (\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer  
le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - (\omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - (\omega_0)$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+15,0	-274	-548	-822	-1096	-1370	-1644	-1918	+20,0	-284	-568	-853	-1137	-1421	-1705	-1989
+15,1	274	549	823	1097	1371	1645	1920	+20,1	284	569	853	1138	1422	1706	1991
+15,2	274	549	823	1098	1372	1647	1921	+20,2	285	569	854	1138	1423	1708	1992
+15,3	275	549	824	1099	1373	1648	1922	+20,3	285	570	854	1139	1424	1709	1993
+15,4	275	550	825	1099	1374	1649	1924	+20,4	285	570	855	1140	1425	1710	1995
+15,5	275	550	825	1100	1375	1650	1925	+20,5	285	570	856	1141	1426	1711	1996
+15,6	275	551	826	1101	1376	1651	1927	+20,6	285	571	856	1142	1427	1712	1998
+15,7	275	551	826	1102	1377	1653	1928	+20,7	286	571	857	1142	1428	1714	1999
+15,8	276	551	827	1103	1378	1654	1930	+20,8	286	572	857	1143	1429	1715	2001
+15,9	276	552	828	1103	1379	1655	1931	+20,9	286	572	858	1144	1430	1716	2002
+16,0	-276	-552	-828	-1104	-1380	-1656	-1932	+21,0	-286	-572	-859	-1145	-1431	-1717	-2003
+16,1	276	553	829	1105	1381	1658	1934	+21,1	286	573	859	1146	1432	1718	2005
+16,2	277	553	829	1106	1382	1659	1935	+21,2	287	573	860	1146	1433	1720	2006
+16,3	277	553	830	1107	1383	1660	1937	+21,3	287	574	860	1147	1434	1721	2008
+16,4	277	554	831	1107	1384	1661	1938	+21,4	287	574	861	1148	1435	1722	2009
+16,5	277	554	831	1108	1385	1662	1939	+21,5	287	574	862	1149	1436	1723	2011
+16,6	277	555	832	1109	1386	1664	1941	+21,6	287	575	862	1150	1437	1725	2012
+16,7	278	555	832	1110	1387	1665	1942	+21,7	288	575	863	1150	1438	1726	2013
+16,8	278	555	833	1111	1388	1666	1944	+21,8	288	576	863	1151	1439	1727	2015
+16,9	278	556	834	1111	1389	1667	1945	+21,9	288	576	864	1152	1440	1728	2016
+17,0	-278	-556	-834	-1112	-1390	-1669	-1947	+22,0	-288	-577	-865	-1153	-1441	-1729	-2018
+17,1	278	557	835	1113	1391	1670	1948	+22,1	288	577	865	1154	1442	1731	2019
+17,2	279	557	836	1114	1392	1671	1949	+22,2	289	577	866	1155	1443	1732	2020
+17,3	279	557	836	1115	1393	1672	1951	+22,3	289	578	867	1155	1444	1733	2022
+17,4	279	558	837	1116	1394	1673	1952	+22,4	289	578	867	1156	1445	1734	2023
+17,5	279	558	837	1116	1396	1675	1954	+22,5	289	579	868	1157	1446	1735	2025
+17,6	279	559	838	1117	1397	1676	1955	+22,6	289	579	868	1158	1447	1737	2026
+17,7	280	559	839	1118	1398	1677	1957	+22,7	290	579	869	1159	1448	1738	2028
+17,8	280	559	839	1119	1399	1678	1958	+22,8	290	580	870	1159	1449	1739	2029
+17,9	280	560	840	1120	1400	1679	1959	+22,9	290	580	870	1160	1450	1740	2030
+18,0	-280	-560	-840	-1121	-1401	-1681	-1961	+23,0	-290	-581	-871	-1161	-1451	-1742	-2032
+18,1	280	561	841	1121	1402	1682	1962	+23,1	291	581	871	1162	1452	1743	2033
+18,2	281	561	842	1122	1403	1683	1964	+23,2	291	581	872	1163	1453	1744	2035
+18,3	281	561	842	1123	1404	1684	1965	+23,3	291	582	873	1164	1454	1745	2036
+18,4	281	562	843	1124	1405	1686	1966	+23,4	291	582	873	1164	1455	1746	2038
+18,5	281	562	843	1125	1406	1687	1968	+23,5	291	583	874	1165	1456	1748	2039
+18,6	281	563	844	1125	1407	1688	1969	+23,6	292	583	874	1166	1457	1749	2040
+18,7	282	563	845	1126	1408	1689	1971	+23,7	292	583	875	1167	1458	1750	2042
+18,8	282	563	845	1127	1409	1690	1972	+23,8	292	584	876	1168	1459	1751	2043
+18,9	282	564	846	1128	1410	1692	1974	+23,9	292	584	876	1168	1460	1752	2044
+19,0	-282	-564	-846	-1129	-1411	-1693	-1975	+24,0	-292	-585	-877	-1169	-1461	-1754	-2046
+19,1	282	565	847	1129	1412	1694	1976	+24,1	293	585	878	1170	1462	1755	2048
+19,2	283	565	848	1130	1413	1695	1978	+24,2	293	585	878	1171	1463	1756	2049
+19,3	283	566	848	1131	1414	1697	1979	+24,3	293	586	879	1172	1464	1757	2050
+19,4	283	566	849	1132	1415	1698	1981	+24,4	293	586	879	1172	1465	1759	2052
+19,5	283	566	849	1133	1416	1699	1982	+24,5	293	587	880	1173	1466	1760	2053
+19,6	283	567	850	1133	1417	1700	1984	+24,6	294	587	881	1174	1467	1761	2055
+19,7	284	567	851	1134	1418	1701	1985	+24,7	294	587	881	1175	1468	1762	2056
+19,8	284	568	851	1135	1419	1703	1986	+24,8	294	588	882	1176	1470	1764	2057
+19,9	-284	-568	-852	-1136	-1420	-1704	-1988	+24,9	-294	-588	-882	-1177	-1471	-1765	-2059

TABLE II.

$\varpi_0 = +4^\circ.$

Pour  $\varpi_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \varpi_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \varpi_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+25,0	-294	-589	-883	-1177	-1472	-1766	-2060	+30,0	-305	-609	-913	-1218	-1522	-1827	-2131
+25,1	295	589	884	1178	1473	1767	2062	+30,1	305	610	914	1219	1523	1828	2133
+25,2	295	589	884	1179	1474	1768	2063	+30,2	305	610	915	1220	1524	1829	2134
+25,3	295	590	885	1180	1475	1770	2065	+30,3	305	610	915	1220	1525	1830	2136
+25,4	295	590	885	1181	1476	1771	2066	+30,4	305	611	916	1221	1526	1832	2137
+25,5	295	591	886	1181	1477	1772	2067	+30,5	306	611	916	1222	1527	1833	2138
+25,6	296	591	887	1182	1478	1773	2069	+30,6	306	611	917	1223	1528	1834	2140
+25,7	296	591	887	1183	1479	1774	2070	+30,7	306	612	918	1224	1529	1835	2141
+25,8	296	592	888	1184	1480	1776	2072	+30,8	306	612	918	1224	1531	1837	2143
+25,9	296	592	888	1185	1481	1777	2073	+30,9	306	613	919	1225	1532	1838	2144
+26,0	-296	-593	-889	-1185	-1482	-1778	-2075	+31,0	-307	-613	-920	-1226	-1533	-1839	-2146
+26,1	297	593	890	1186	1483	1780	2076	+31,1	307	613	920	1227	1534	1840	2147
+26,2	297	594	890	1187	1484	1781	2077	+31,2	307	614	921	1228	1535	1841	2148
+26,3	297	594	891	1188	1485	1782	2079	+31,3	307	614	921	1228	1536	1843	2150
+26,4	297	594	892	1189	1486	1783	2080	+31,4	307	615	922	1229	1537	1844	2151
+26,5	297	595	892	1189	1487	1784	2082	+31,5	308	615	923	1230	1538	1845	2153
+26,6	298	595	893	1190	1488	1785	2083	+31,6	308	615	923	1231	1539	1846	2154
+26,7	298	596	893	1191	1489	1787	2084	+31,7	308	616	924	1232	1540	1848	2155
+26,8	298	596	894	1192	1490	1788	2086	+31,8	308	616	924	1232	1541	1849	2157
+26,9	298	596	895	1193	1491	1789	2087	+31,9	308	617	925	1233	1542	1850	2158
+27,0	-298	-597	-895	-1194	-1492	-1790	-2089	+32,0	-309	-617	-926	-1234	-1543	-1851	-2160
+27,1	299	597	896	1194	1493	1792	2090	+32,1	309	618	926	1235	1544	1852	2161
+27,2	299	598	896	1195	1494	1793	2092	+32,2	309	618	927	1236	1545	1854	2163
+27,3	299	598	897	1196	1495	1794	2093	+32,3	309	618	927	1237	1546	1855	2164
+27,4	299	598	898	1197	1496	1795	2094	+32,4	309	619	928	1237	1547	1856	2165
+27,5	299	599	898	1198	1497	1796	2096	+32,5	310	619	929	1238	1548	1857	2167
+27,6	300	599	899	1199	1498	1798	2097	+32,6	310	620	929	1239	1549	1859	2168
+27,7	300	600	900	1200	1500	1799	2099	+32,7	310	620	930	1240	1550	1860	2170
+27,8	300	600	900	1200	1500	1800	2100	+32,8	310	620	930	1241	1551	1861	2171
+27,9	300	600	901	1201	1501	1801	2101	+32,9	310	621	931	1241	1552	1862	2172
+28,0	-300	-601	-901	-1202	-1502	-1803	-2103	+33,0	-311	-621	-932	-1242	-1553	-1863	-2174
+28,1	301	601	902	1202	1503	1804	2104	+33,1	311	622	932	1243	1554	1865	2175
+28,2	301	602	902	1203	1504	1805	2106	+33,2	311	622	933	1244	1555	1866	2177
+28,3	301	602	903	1204	1505	1806	2107	+33,3	311	622	934	1245	1556	1867	2178
+28,4	301	602	904	1205	1506	1807	2109	+33,4	311	623	934	1245	1557	1868	2180
+28,5	301	603	904	1206	1507	1809	2110	+33,5	312	623	935	1246	1558	1869	2181
+28,6	302	603	905	1207	1508	1810	2111	+33,6	312	623	935	1247	1559	1871	2182
+28,7	302	604	905	1207	1509	1811	2113	+33,7	312	624	936	1248	1560	1872	2184
+28,8	302	604	906	1208	1510	1812	2114	+33,8	312	625	937	1249	1561	1873	2185
+28,9	302	604	907	1209	1511	1813	2116	+33,9	312	625	937	1250	1562	1874	2187
+29,0	-302	-605	-907	-1210	-1512	-1815	-2117	+34,0	-313	-625	-938	-1250	-1563	-1876	-2188
+29,1	303	605	908	1211	1513	1816	2119	+34,1	313	626	938	1251	1564	1877	2190
+29,2	303	606	909	1211	1514	1817	2120	+34,2	313	626	939	1252	1565	1878	2191
+29,3	303	606	909	1212	1515	1818	2121	+34,3	313	626	940	1253	1566	1879	2192
+29,4	303	607	910	1213	1516	1819	2123	+34,4	313	627	940	1254	1567	1880	2194
+29,5	303	607	910	1214	1517	1821	2124	+34,5	314	627	941	1254	1568	1882	2195
+29,6	304	607	911	1215	1518	1822	2126	+34,6	314	628	941	1255	1569	1883	2197
+29,7	304	608	912	1215	1519	1823	2127	+34,7	314	628	942	1256	1570	1884	2198
+29,8	304	608	912	1216	1520	1824	2128	+34,8	314	628	943	1257	1571	1885	2199
+29,9	-304	-609	-913	-1217	-1521	-1826	-2130	+34,9	-314	-629	-943	-1258	-1572	-1886	-2201

TABLE II.

$\omega_0 = + 4^\circ$ .  
 Pour  $\omega_0$  négatif : changer  
 le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .  
 Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer  
 le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+35,0	- 315	- 629	- 944	-1259	-1573	-1888	-2202	+40,0	- 325	- 650	- 974	-1299	-1624	-1949	-2273
+35,1	315	630	945	1259	1574	1889	2204	+40,1	325	650	975	1300	1625	1950	2275
+35,2	315	630	945	1260	1575	1890	2205	+40,2	325	650	976	1301	1626	1951	2276
+35,3	315	630	946	1261	1576	1891	2207	+40,3	325	651	976	1302	1627	1952	2278
+35,4	315	631	946	1262	1577	1893	2208	+40,4	326	651	977	1302	1628	1953	2279
+35,5	316	631	947	1263	1578	1894	2209	+40,5	326	652	977	1303	1629	1955	2280
+35,6	316	632	948	1263	1579	1895	2211	+40,6	326	652	978	1304	1630	1956	2282
+35,7	316	632	948	1264	1580	1896	2212	+40,7	326	652	979	1305	1631	1957	2283
+35,8	316	633	949	1265	1581	1897	2214	+40,8	326	653	979	1306	1632	1958	2285
+35,9	316	633	949	1266	1582	1899	2215	+40,9	326	653	980	1306	1633	1959	2286
+36,0	- 317	- 633	- 950	-1267	-1583	-1900	-2217	+41,0	- 327	- 654	- 980	-1307	-1634	-1961	-2288
+36,1	317	634	951	1267	1584	1901	2218	+41,1	327	654	981	1308	1635	1962	2289
+36,2	317	634	951	1268	1585	1902	2219	+41,2	327	654	982	1309	1636	1963	2290
+36,3	317	635	952	1269	1586	1904	2221	+41,3	327	655	982	1310	1637	1964	2292
+36,4	317	635	952	1270	1587	1905	2222	+41,4	328	655	983	1310	1638	1966	2293
+36,5	318	635	953	1271	1588	1906	2224	+41,5	328	656	983	1311	1639	1967	2295
+36,6	318	636	954	1271	1589	1907	2225	+41,6	328	656	984	1312	1640	1968	2296
+36,7	318	636	954	1272	1590	1908	2226	+41,7	328	656	985	1313	1641	1969	2298
+36,8	318	637	955	1273	1591	1910	2228	+41,8	328	657	985	1314	1642	1971	2299
+36,9	319	637	955	1274	1592	1911	2229	+41,9	328	657	986	1315	1643	1972	2300
+37,0	- 319	- 637	- 956	-1275	-1593	-1912	-2231	+42,0	- 329	- 658	- 987	-1315	-1644	-1973	-2302
+37,1	319	638	957	1276	1594	1913	2232	+42,1	329	658	987	1316	1645	1974	2303
+37,2	319	638	957	1276	1595	1915	2234	+42,2	329	659	988	1317	1646	1975	2305
+37,3	319	639	958	1277	1596	1916	2235	+42,3	329	659	988	1318	1647	1977	2306
+37,4	320	639	958	1278	1597	1917	2236	+42,4	330	659	989	1319	1648	1978	2308
+37,5	320	639	959	1279	1598	1918	2238	+42,5	330	660	990	1319	1649	1979	2309
+37,6	320	640	960	1280	1600	1919	2239	+42,6	330	660	990	1320	1650	1980	2310
+37,7	320	640	960	1280	1601	1921	2241	+42,7	330	661	991	1321	1651	1982	2312
+37,8	320	641	961	1281	1602	1922	2242	+42,8	330	661	991	1322	1652	1983	2313
+37,9	321	641	961	1282	1603	1923	2244	+42,9	330	661	992	1323	1653	1984	2315
+38,0	- 321	- 641	- 962	-1283	-1604	-1924	-2245	+43,0	- 331	- 662	- 993	-1323	-1654	-1985	-2316
+38,1	321	642	963	1284	1605	1925	2246	+43,1	331	662	993	1324	1655	1986	2317
+38,2	321	643	964	1285	1606	1927	2248	+43,2	331	663	994	1325	1656	1988	2319
+38,3	321	643	964	1285	1607	1928	2249	+43,3	332	663	994	1325	1657	1989	2320
+38,4	321	643	965	1286	1608	1929	2251	+43,4	332	663	995	1326	1658	1990	2322
+38,5	322	643	965	1287	1609	1930	2252	+43,5	332	664	996	1327	1659	1991	2323
+38,6	322	644	966	1288	1610	1932	2254	+43,6	332	664	996	1328	1660	1992	2325
+38,7	322	644	966	1289	1611	1933	2255	+43,7	332	665	997	1329	1661	1994	2326
+38,8	322	645	967	1289	1612	1934	2256	+43,8	333	665	997	1329	1662	1995	2327
+38,9	322	645	968	1290	1613	1935	2258	+43,9	333	665	998	1330	1663	1996	2329
+39,0	- 323	- 646	- 968	-1291	-1614	-1936	-2259	+44,0	- 333	- 666	- 999	-1331	-1664	-1997	-2330
+39,1	323	646	969	1292	1615	1938	2261	+44,1	333	666	999	1332	1665	1999	2332
+39,2	323	646	969	1293	1616	1939	2262	+44,2	333	667	1000	1333	1666	2000	2333
+39,3	323	647	970	1293	1617	1940	2263	+44,3	334	667	1001	1334	1668	2001	2334
+39,4	324	647	971	1294	1618	1941	2265	+44,4	334	667	1001	1335	1669	2002	2336
+39,5	324	648	971	1295	1619	1942	2266	+44,5	334	668	1002	1336	1670	2003	2337
+39,6	324	648	972	1296	1620	1944	2268	+44,6	334	668	1002	1336	1671	2005	2339
+39,7	324	648	972	1297	1621	1945	2269	+44,7	334	669	1003	1337	1672	2006	2340
+39,8	324	649	973	1297	1622	1946	2271	+44,8	335	669	1004	1338	1673	2007	2342
+39,9	- 325	- 649	- 974	-1298	-1623	-1947	-2272	+44,9	- 335	- 669	-1004	-1339	-1674	-2008	-2343

TABLE II.

$\omega_0 = + 4^\circ.$

Pour  $\omega_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\tau$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \alpha_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \alpha_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\tau$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$							$\tau$ ou $\delta - \omega_0$	$(\alpha - \alpha_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+45,0	335	670	1005	1340	1675	2010	2344	+50,0	345	690	1035	1380	1725	2070	2416
+45,1	335	670	1005	1341	1676	2011	2346	+50,1	345	691	1036	1381	1726	2072	2417
+45,2	335	671	1006	1341	1677	2012	2347	+50,2	346	691	1036	1382	1727	2073	2418
+45,3	336	671	1007	1342	1678	2013	2349	+50,3	346	691	1037	1383	1728	2074	2420
+45,4	336	671	1007	1343	1679	2014	2350	+50,4	346	692	1038	1384	1729	2075	2421
+45,5	336	672	1008	1344	1680	2016	2352	+50,5	346	692	1038	1384	1730	2076	2423
+45,6	336	672	1008	1345	1681	2017	2353	+50,6	346	693	1039	1385	1731	2078	2424
+45,7	337	673	1009	1345	1682	2018	2354	+50,7	347	693	1039	1386	1732	2079	2425
+45,8	337	673	1010	1346	1683	2019	2356	+50,8	347	693	1040	1387	1733	2080	2427
+45,9	337	673	1010	1347	1684	2020	2357	+50,9	347	694	1041	1388	1734	2081	2428
+46,0	337	674	1011	1348	1685	2022	2359	+51,0	347	694	1041	1388	1736	2083	2430
+46,1	337	674	1011	1349	1686	2023	2360	+51,1	347	695	1042	1389	1737	2084	2431
+46,2	337	675	1012	1349	1687	2024	2361	+51,2	348	695	1043	1390	1738	2085	2433
+46,3	338	675	1013	1350	1688	2025	2363	+51,3	348	695	1043	1391	1739	2086	2434
+46,4	338	676	1013	1351	1689	2027	2364	+51,4	348	696	1044	1392	1740	2087	2435
+46,5	338	676	1014	1352	1690	2028	2366	+51,5	348	696	1044	1392	1741	2089	2437
+46,6	338	676	1014	1353	1691	2029	2367	+51,6	348	697	1045	1393	1742	2090	2438
+46,7	338	676	1015	1353	1692	2030	2369	+51,7	349	697	1046	1394	1743	2091	2440
+46,8	339	677	1016	1354	1693	2031	2370	+51,8	349	697	1046	1395	1744	2092	2441
+46,9	339	678	1016	1355	1694	2033	2371	+51,9	349	698	1047	1396	1745	2094	2442
+47,0	339	678	1017	1356	1695	2034	2372	+52,0	349	698	1047	1397	1746	2095	2444
+47,1	339	678	1018	1357	1696	2035	2374	+52,1	349	699	1048	1397	1747	2096	2445
+47,2	339	679	1018	1358	1697	2036	2376	+52,2	350	699	1049	1398	1748	2097	2447
+47,3	340	679	1019	1358	1698	2037	2377	+52,3	350	700	1049	1399	1749	2098	2448
+47,4	340	680	1019	1359	1699	2039	2378	+52,4	350	700	1050	1400	1750	2100	2450
+47,5	340	680	1020	1360	1700	2040	2380	+52,5	350	700	1050	1401	1751	2101	2451
+47,6	340	680	1021	1361	1701	2041	2381	+52,6	350	701	1051	1401	1752	2102	2452
+47,7	340	681	1021	1362	1702	2042	2383	+52,7	351	701	1052	1402	1753	2103	2454
+47,8	341	681	1022	1362	1703	2044	2384	+52,8	351	702	1052	1403	1754	2105	2455
+47,9	341	682	1022	1363	1704	2045	2386	+52,9	351	702	1053	1404	1755	2106	2457
+48,0	341	682	1023	1364	1705	2046	2387	+53,0	351	702	1054	1405	1756	2107	2458
+48,1	341	682	1024	1365	1706	2047	2388	+53,1	351	703	1054	1405	1757	2108	2460
+48,2	341	683	1024	1366	1707	2048	2390	+53,2	352	703	1055	1406	1758	2109	2461
+48,3	342	683	1025	1366	1708	2050	2391	+53,3	352	704	1055	1407	1759	2111	2462
+48,4	342	684	1025	1367	1709	2051	2393	+53,4	352	704	1056	1408	1760	2112	2464
+48,5	342	684	1026	1368	1710	2052	2394	+53,5	352	704	1057	1409	1761	2113	2465
+48,6	342	684	1027	1369	1711	2053	2396	+53,6	352	705	1057	1410	1762	2114	2467
+48,7	342	685	1027	1370	1712	2055	2397	+53,7	353	705	1058	1410	1763	2115	2468
+48,8	343	685	1028	1370	1713	2056	2398	+53,8	353	706	1058	1411	1764	2117	2469
+48,9	343	686	1028	1371	1714	2057	2400	+53,9	353	706	1059	1412	1765	2118	2471
+49,0	343	686	1029	1372	1715	2058	2401	+54,0	353	706	1060	1413	1766	2119	2472
+49,1	343	687	1030	1373	1716	2059	2403	+54,1	353	707	1060	1414	1767	2120	2474
+49,2	343	687	1030	1374	1717	2061	2404	+54,2	354	707	1061	1414	1768	2122	2475
+49,3	344	687	1031	1375	1718	2062	2405	+54,3	354	708	1061	1415	1769	2123	2477
+49,4	344	688	1032	1375	1719	2063	2407	+54,4	354	708	1062	1416	1770	2124	2478
+49,5	344	688	1032	1376	1720	2064	2408	+54,5	354	708	1063	1417	1771	2125	2479
+49,6	344	689	1033	1377	1721	2066	2410	+54,6	354	709	1063	1418	1772	2126	2481
+49,7	344	689	1033	1378	1722	2067	2411	+54,7	355	709	1064	1418	1773	2128	2482
+49,8	345	689	1034	1379	1723	2068	2413	+54,8	355	710	1064	1419	1774	2129	2484
+49,9	345	690	1035	1379	1724	2069	2414	+54,9	355	710	1065	1420	1775	2130	2485

**TABLE II.**

$\Delta_0 = + 4^\circ.$

Pour  $\Delta_0$  négatif : changer le signe de l'argument  $\eta$ .

$\beta_2 = (\lambda - 1)(\alpha - \lambda_0)'$ .

Pour  $(\alpha - \lambda_0)'$  négatif : changer le signe du nombre  $\beta_2$ .

Les valeurs de  $\beta_2$  sont exprimées en dix-millièmes de minute d'arc.

$\eta$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$							$\eta$ ou $\delta - \Delta_0$	$(\alpha - \lambda_0)'$						
	+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'		+ 10'	+ 20'	+ 30'	+ 40'	+ 50'	+ 60'	+ 70'
+33,0	- 355	- 710	-1066	-1421	-1776	-2131	-2487	+60,0	- 365	- 731	-1096	-1461	-1827	-2192	-2558
+33,1	355	711	1066	1422	1777	2133	2488	+60,1	366	731	1097	1462	1828	2193	2559
+33,2	356	711	1067	1423	1778	2134	2489	+60,2	366	732	1097	1463	1829	2195	2560
+33,3	356	712	1067	1423	1779	2135	2491	+60,3	366	732	1098	1464	1830	2196	2562
+33,4	356	712	1068	1424	1780	2136	2492	+60,4	366	732	1099	1465	1831	2197	2563
+33,5	356	712	1069	1425	1781	2137	2494	+60,5	366	733	1099	1466	1832	2198	2565
+33,6	356	713	1069	1426	1782	2138	2495	+60,6	367	733	1100	1466	1833	2200	2566
+33,7	357	713	1070	1427	1783	2140	2496	+60,7	367	734	1100	1467	1834	2201	2567
+33,8	357	714	1071	1427	1784	2141	2498	+60,8	367	734	1101	1468	1835	2202	2569
+33,9	357	714	1071	1428	1785	2142	2499	+60,9	367	734	1102	1469	1836	2203	2570
+36,0	- 357	- 715	-1072	-1429	-1786	-2143	-2501	+61,0	- 367	- 735	-1103	-1470	-1837	-2204	-2572
+36,1	357	715	1072	1430	1787	2145	2502	+61,1	368	735	1103	1470	1838	2206	2573
+36,2	358	715	1073	1431	1788	2146	2504	+61,2	368	736	1103	1471	1839	2207	2575
+36,3	358	716	1074	1431	1789	2147	2505	+61,3	368	736	1104	1472	1840	2208	2576
+36,4	358	716	1074	1432	1790	2148	2506	+61,4	368	736	1105	1473	1841	2209	2577
+36,5	358	717	1075	1433	1791	2150	2508	+61,5	368	737	1105	1474	1842	2211	2579
+36,6	358	717	1075	1434	1792	2151	2509	+61,6	369	737	1106	1474	1843	2212	2580
+36,7	359	717	1076	1435	1793	2152	2511	+61,7	369	738	1106	1475	1844	2213	2582
+36,8	359	718	1077	1435	1794	2153	2512	+61,8	369	738	1107	1476	1845	2214	2583
+36,9	359	718	1077	1436	1795	2154	2513	+61,9	369	738	1108	1477	1846	2215	2584
+37,0	- 359	- 719	-1078	-1437	-1796	-2156	-2515	+62,0	- 369	- 739	-1108	-1478	-1847	-2217	-2586
+37,1	360	719	1078	1438	1797	2157	2516	+62,1	370	739	1109	1479	1848	2218	2587
+37,2	360	719	1079	1439	1798	2158	2518	+62,2	370	740	1110	1479	1849	2219	2589
+37,3	360	720	1080	1440	1799	2159	2519	+62,3	370	740	1110	1480	1850	2220	2590
+37,4	360	720	1080	1440	1800	2160	2521	+62,4	370	740	1111	1481	1851	2221	2592
+37,5	360	721	1081	1441	1801	2162	2522	+62,5	370	741	1111	1482	1852	2223	2593
+37,6	361	721	1081	1442	1802	2163	2523	+62,6	371	741	1112	1483	1853	2224	2594
+37,7	361	721	1082	1443	1803	2164	2525	+62,7	371	742	1113	1483	1854	2225	2596
+37,8	361	722	1083	1444	1805	2165	2526	+62,8	371	742	1113	1484	1855	2226	2597
+37,9	361	722	1083	1444	1806	2167	2528	+62,9	371	743	1114	1485	1856	2228	2599
+38,0	- 361	- 723	-1084	-1445	-1807	-2168	-2529	+63,0	- 372	- 743	-1114	-1486	-1857	-2229	-2600
+38,1	362	723	1085	1446	1808	2169	2531	+63,1	372	743	1115	1487	1858	2230	2602
+38,2	362	723	1085	1447	1809	2170	2532	+63,2	372	744	1116	1487	1859	2231	2603
+38,3	362	724	1086	1448	1810	2171	2533	+63,3	372	744	1116	1488	1860	2232	2604
+38,4	362	724	1086	1448	1811	2173	2535	+63,4	372	745	1117	1489	1861	2234	2606
+38,5	362	725	1087	1449	1812	2174	2536	+63,5	373	745	1117	1490	1862	2235	2607
+38,6	363	725	1088	1450	1813	2175	2538	+63,6	373	745	1118	1491	1863	2236	2609
+38,7	363	725	1088	1451	1814	2176	2539	+63,7	373	746	1119	1491	1864	2237	2610
+38,8	363	726	1089	1452	1815	2178	2540	+63,8	373	746	1119	1492	1865	2238	2612
+38,9	363	726	1089	1452	1816	2179	2542	+63,9	373	747	1120	1493	1866	2240	2613
+39,0	- 363	- 727	-1090	-1453	-1817	-2180	-2543	+64,0	- 374	- 747	-1120	-1494	-1867	-2241	-2614
+39,1	364	727	1091	1454	1818	2181	2545	+64,1	374	747	1121	1495	1868	2242	2616
+39,2	364	728	1091	1455	1819	2182	2546	+64,2	374	748	1121	1495	1869	2243	2617
+39,3	364	728	1092	1456	1820	2184	2548	+64,3	374	748	1122	1496	1870	2245	2619
+39,4	364	728	1092	1457	1821	2185	2549	+64,4	374	749	1123	1497	1871	2246	2620
+39,5	364	729	1093	1457	1822	2186	2550	+64,5	375	750	1124	1498	1873	2247	2621
+39,6	365	729	1094	1458	1823	2187	2552	+64,6	375	750	1124	1499	1874	2248	2623
+39,7	365	730	1094	1459	1824	2189	2553	+64,7	375	750	1125	1500	1875	2249	2624
+39,8	365	730	1095	1460	1825	2190	2555	+64,8	375	750	1125	1500	1876	2251	2626
+39,9	365	730	1096	1461	1826	2191	2556	+64,9	375	751	1126	1501	1877	2252	2627
								+65,0	- 376	- 751	-1127	-1502	-1878	-2253	-2629

TABLE III.

$d'_1 = \frac{\text{tang}^2 \frac{1}{2}(z - \lambda_0)'}{\sin 1'} \sin 2(\omega_0 + \eta)$ . — La correction est de même signe que  $(\omega_0 + \eta)$  pour le passage des déclinaisons aux Y, et de signe contraire pour le passage des Y aux déclinaisons.

$(z - \lambda_0)'$	$\omega_0 + \eta$ ou $\delta$ .												$(z - \lambda_0)'$	
	0°0'	0°10'	0°20'	0°30'	0°40'	0°50'	1°0'	1°10'	1°20'	1°30'	1°40'	1°50'		2°0'
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	4
5	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	5
6	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	6
7	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	7
8	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	8
9	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4	9
10	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	5	10
11	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6	11
12	0	1	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	12
13	0	1	2	2	3	4	4	5	6	7	7	8	9	13
14	0	1	2	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	14
15	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11	15
16	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	16
17	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	17
18	0	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	18
19	0	2	3	5	6	8	9	11	12	14	15	17	18	19
20	0	2	3	5	7	9	10	12	14	15	17	19	20	20
21	0	2	4	6	7	9	11	13	15	17	19	21	22	21
22	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	21	23	25	22
23	0	2	5	7	9	11	14	16	18	20	22	25	27	23
24	0	2	5	7	10	12	15	17	20	22	24	27	29	24
25	0	3	5	8	10	13	16	19	21	24	27	29	32	25
26	0	3	6	9	12	14	17	20	23	26	29	32	34	26
27	0	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31	34	37	27
28	0	3	7	10	13	17	20	23	27	30	33	37	40	28
29	0	4	7	11	14	18	21	25	29	32	36	39	43	29
30	0	4	8	12	15	19	23	27	31	34	38	42	46	30
31	0	4	8	12	16	20	24	29	33	37	41	45	49	31
32	0	4	9	13	17	22	26	30	35	39	43	48	52	32
33	0	5	9	14	19	23	28	32	37	42	46	51	55	33
34	0	5	10	15	20	25	29	34	39	44	49	54	59	34
35	0	5	10	16	21	26	31	36	42	47	52	57	62	35
36	0	6	11	17	22	27	33	38	44	49	55	60	66	36
37	0	6	12	17	23	29	35	41	46	52	58	64	70	37
38	0	6	12	18	25	31	37	43	49	55	61	67	73	38
39	0	7	13	19	26	32	39	45	52	58	64	71	77	39
40	0	7	14	20	27	34	41	47	54	61	68	74	81	40
41	0	7	14	21	29	36	43	50	57	64	71	78	85	41
42	0	7	15	22	30	37	45	52	60	67	75	82	90	42
43	0	8	16	24	32	39	47	55	63	70	78	86	94	43
44	0	8	16	25	33	41	49	57	66	74	82	90	98	44
45	0	9	17	26	34	43	51	60	69	77	86	94	103	45
46	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	98	107	46
47	0	9	19	28	37	47	56	65	75	84	93	103	112	47
48	0	10	20	29	39	49	59	68	78	88	97	107	117	48
49	0	10	20	31	41	51	61	71	81	91	102	112	122	49
50	0	11	21	32	42	53	64	74	85	95	106	116	127	50
51	0	11	22	33	44	55	66	77	88	99	110	121	132	51
52	0	12	23	34	46	57	69	80	92	103	114	126	137	52
53	0	12	24	36	48	59	71	83	95	107	119	131	142	53
54	0	12	25	37	49	62	74	86	99	111	123	136	148	54
55	0	13	26	38	51	64	77	90	102	115	128	141	154	55
56	0	13	27	40	53	66	80	93	106	119	133	146	159	56
57	0	14	28	41	55	69	82	96	110	124	138	152	165	57
58	0	14	29	43	57	71	85	100	114	128	142	157	171	58
59	0	15	30	44	59	74	88	103	118	133	147	162	177	59
60	0	15	31	46	61	76	91	107	122	137	152	167	183	60
61	0	15	31	47	63	78	91	110	126	141	157	173	189	61
62	0	16	33	49	65	81	94	114	130	146	163	179	195	62
63	0	17	34	50	67	84	101	117	134	151	168	184	201	63
64	0	17	35	52	69	86	104	121	139	156	173	190	208	64
65	0	18	36	54	72	89	107	125	143	161	179	196	214	65

**TABLE III.**

$d_1' = \frac{\text{tang}^2 \frac{1}{2}(\alpha - \lambda_0)'}{\sin 1'} \sin 2(\Omega_0 + \eta)$ . — La correction est de même signe que  $\Omega_0 + \eta$  pour le passage des déclinaisons aux Y et de signe contraire pour le passage des Y aux déclinaisons.

$(\alpha - \lambda_0)'$	$\Omega_0 + \eta$ ou $\delta$ .													$(\alpha - \lambda_0)'$
	2°0'.	2°10'.	2°20'.	2°30'.	2°40'.	2°50'.	3°0'.	3°10'.	3°20'.	3°30'.	3°40'.	3°50'.	4°0'.	
2'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2'
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
5	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	5
6	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	6
7	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	7
8	3	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	8
9	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9
10	5	6	6	6	7	7	8	8	9	9	9	10	10	10
11	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	11
12	7	8	9	9	10	10	11	12	12	13	13	14	15	12
13	9	9	10	11	11	12	13	14	14	15	16	16	17	13
14	10	11	12	12	13	14	15	16	17	17	18	19	20	14
15	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	15
16	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25	26	16
17	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	27	28	29	17
18	17	18	19	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	18
19	18	20	21	23	24	26	28	29	31	32	34	35	37	19
20	20	22	24	25	27	29	31	32	34	36	37	39	41	20
21	22	24	26	28	30	32	34	35	37	39	41	43	45	21
22	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49	22
23	27	29	31	34	36	38	40	43	45	47	49	51	54	23
24	29	32	34	37	39	41	44	46	49	51	54	56	58	24
25	32	34	37	40	42	45	48	50	53	55	58	61	63	25
26	34	37	40	43	46	49	52	54	57	60	63	66	69	26
27	37	40	43	46	49	52	56	59	62	65	68	71	74	27
28	40	43	46	50	53	56	60	63	66	70	73	76	79	28
29	43	46	50	53	57	60	64	68	71	75	78	82	85	29
30	46	50	53	57	61	65	68	72	76	80	84	87	91	30
31	49	53	57	61	65	69	73	77	81	85	89	93	97	31
32	52	56	61	65	69	74	78	82	87	91	95	99	104	32
33	55	60	65	69	74	78	83	87	92	97	101	106	110	33
34	59	64	69	73	78	83	88	93	98	103	107	112	117	34
35	62	67	73	78	83	88	93	98	104	109	114	119	124	35
36	66	71	77	82	88	93	99	104	110	115	120	126	131	36
37	70	75	81	87	93	98	104	110	116	121	127	133	139	37
38	73	79	86	92	98	104	110	116	122	128	134	140	146	38
39	77	84	90	96	103	109	116	122	128	135	141	148	154	39
40	81	88	95	101	108	115	122	128	135	142	149	155	162	40
41	85	92	100	107	114	121	128	135	142	149	156	163	170	41
42	90	97	104	112	119	127	134	142	149	156	164	171	179	42
43	94	102	109	117	125	133	141	149	156	164	172	179	187	43
44	98	106	115	123	131	139	147	155	164	172	180	188	196	44
45	103	111	120	128	137	145	154	162	171	180	188	197	205	45
46	107	116	125	134	143	152	161	170	179	188	197	205	214	46
47	112	121	131	140	149	159	168	177	187	196	205	214	224	47
48	117	127	136	146	156	166	175	185	195	204	214	224	233	48
49	122	132	142	152	162	173	183	193	203	213	223	233	243	49
50	127	137	148	159	169	180	190	201	211	222	232	243	253	50
51	132	143	154	165	176	187	198	209	220	231	242	252	263	51
52	137	149	160	171	183	194	206	217	228	240	251	262	274	52
53	142	154	166	178	190	202	214	225	237	249	261	273	284	53
54	148	160	173	185	197	209	222	234	246	259	271	283	295	54
55	154	166	179	192	205	217	230	243	255	268	281	294	306	55
56	159	172	186	199	212	225	238	252	265	278	291	304	317	56
57	165	179	192	206	220	233	247	261	274	288	302	315	329	57
58	171	185	199	213	227	242	256	270	284	298	312	326	341	58
59	177	191	206	221	235	250	265	279	294	309	323	338	352	59
60	183	198	213	228	243	258	274	289	304	319	334	349	364	60
61	189	204	220	236	252	267	283	298	314	330	347	361	377	61
62	195	211	227	243	260	276	292	308	325	341	355	373	389	62
63	201	217	235	251	268	284	301	318	335	352	368	385	402	63
64	206	225	242	259	277	294	311	328	346	363	380	397	415	64
65	214	232	250	268	286	304	322	329	357	374	392	416	428	65

Alger. Coord. rect.

TABLE III.

$d'_1 = \frac{\text{tang}^2 \frac{1}{2}(x - \lambda_0)'}{\sin 1'} \sin 2(\Theta_0 + \eta)$ . — La correction est de même signe que  $(\Theta_0 + \eta)$  pour le passage des déclinaisons aux Y et de signe contraire pour le passage des Y aux déclinaisons.

$(x - \lambda_0)'$	$(\Theta_0 + \eta)$ ou $\delta$ .								$(x - \lambda_0)'$
	4°0'	4°10'	4°20'	4°30'	4°40'	4°50'	5°0'	5°10'	
2'	0	1	1	1	1	1	1	1	2'
3	1	1	1	1	1	1	1	1	3
4	2	2	2	2	2	2	2	2	4
5	3	3	3	3	3	3	3	3	5
6	4	4	4	4	4	4	5	5	6
7	5	5	5	6	6	6	6	6	7
8	7	7	7	7	8	8	8	8	8
9	8	9	9	9	10	10	10	11	9
10	10	11	11	11	12	12	13	13	10
11	12	13	13	14	14	15	15	16	11
12	15	15	16	16	17	18	18	19	12
13	17	18	19	19	20	21	21	22	13
14	20	21	22	22	23	24	25	26	14
15	23	24	25	26	27	28	28	29	15
16	26	27	28	29	30	31	32	33	16
17	29	31	32	33	34	35	37	38	17
18	33	34	36	37	38	40	41	42	18
19	37	38	40	41	42	44	46	47	19
20	41	42	44	46	47	49	51	52	20
21	45	47	48	50	52	54	56	58	21
22	49	51	53	55	57	59	61	63	22
23	54	56	58	60	62	65	67	69	23
24	58	61	63	66	68	70	73	75	24
25	63	66	69	71	74	76	79	82	25
26	69	71	74	77	80	83	85	88	26
27	74	77	80	83	86	89	92	95	27
28	79	83	86	89	93	96	99	102	28
29	85	89	92	96	99	103	106	110	29
30	91	95	99	102	106	110	114	117	30
31	97	101	105	109	113	117	121	125	31
32	104	108	112	117	121	125	129	134	32
33	110	115	119	124	129	133	138	143	33
34	117	122	127	132	137	141	146	151	34
35	124	129	134	139	145	150	155	160	35
36	131	137	142	148	153	158	164	169	36
37	139	144	150	156	162	167	173	179	37
38	146	152	158	164	170	176	182	189	38
39	154	160	167	173	179	186	192	199	39
40	162	169	175	182	189	195	202	209	40
41	170	177	184	191	198	205	212	219	41
42	179	186	193	201	208	215	223	230	42
43	187	195	203	210	218	226	234	241	43
44	196	204	212	220	228	237	245	253	44
45	205	213	222	230	239	247	256	264	45
46	214	223	232	241	250	258	267	276	46
47	224	233	242	251	261	270	279	288	47
48	233	243	253	262	272	281	291	301	48
49	243	253	263	273	283	293	303	313	49
50	253	264	274	284	295	305	316	326	50
51	263	274	285	296	307	318	329	339	51
52	274	285	296	308	319	330	342	353	52
53	284	296	308	320	331	343	355	367	53
54	295	307	320	332	344	356	368	381	54
55	306	319	332	344	357	369	382	395	55
56	317	331	344	357	370	383	396	409	56
57	329	343	356	370	383	397	410	424	57
58	341	355	369	383	397	411	425	439	58
59	352	367	382	396	411	425	440	454	59
60	364	380	395	410	425	440	455	470	60
61	377	392	408	423	439	454	470	485	61
62	389	405	421	437	453	469	486	501	62
63	402	418	435	451	468	484	501	518	63
64	415	432	449	466	483	500	517	535	64
65	428	445	463	480	498	516	534	552	65



### TABLE IV.

#### Réfraction différentielle.

Les valeurs de  $\frac{1}{2}\omega$ ,  $\rho$  et  $\rho'$  sont exprimées en unités de la sixième décimale.

$\omega_0 = -2^\circ$							$\omega_0 = -1^\circ$						
H.	$\frac{1}{2}\omega$	H.	$\frac{1}{2}\omega$	H.	$\rho$	$\rho'$	H.	$\frac{1}{2}\omega$	H.	$\frac{1}{2}\omega$	H.	$\rho$	$\rho'$
h m	—	h m	+	± 0 <sup>m</sup>	+	+	h m	—	h m	+	± 0 <sup>m</sup>	+	+
23. 1	64	0. 0	0	± 0 <sup>m</sup>	287	472	23. 1	61	0. 0	0	± 0 <sup>m</sup>	287	459
2	63	1	1	1	287	472	2	60	1	1	1	287	459
3	62	2	2	2	287	472	3	59	2	2	2	287	459
4	61	3	3	3	287	472	4	58	3	3	3	287	459
5	60	4	4	4	287	472	5	57	4	4	4	287	459
6	58	5	5	5	287	472	6	56	5	5	5	287	459
7	57	6	6	6	287	472	7	54	6	6	6	287	459
8	56	7	7	7	287	472	8	53	7	7	7	287	459
9	55	8	8	8	287	472	9	52	8	8	8	287	459
10	54	9	9	9	287	472	10	51	9	9	9	287	459
11	52	10	10	10	288	472	11	50	10	10	10	288	459
12	51	11	11	11	288	472	12	49	11	11	11	288	459
13	50	12	12	12	288	472	13	48	12	12	12	288	459
14	49	13	13	13	288	472	14	47	13	13	13	288	460
15	48	14	14	14	288	472	15	46	14	14	14	288	460
16	47	15	15	15	288	473	16	44	15	15	15	288	460
17	46	16	16	16	289	473	17	43	16	16	16	288	460
18	44	17	17	17	289	473	18	42	17	17	17	289	460
19	43	18	18	18	289	473	19	41	18	18	18	289	460
20	42	19	19	19	289	473	20	40	19	19	19	289	460
21	41	20	20	20	289	473	21	39	20	20	20	289	460
22	40	21	21	21	290	473	22	38	21	21	21	289	460
23	39	22	22	22	290	473	23	37	22	22	22	290	460
24	38	23	23	23	290	474	24	36	23	23	23	290	461
25	37	24	24	24	290	474	25	35	24	24	24	290	461
26	36	25	25	25	291	474	26	34	25	25	25	291	461
27	35	26	26	26	291	474	27	33	26	26	26	291	461
28	34	27	27	27	291	474	28	32	27	27	27	291	461
29	32	28	28	28	292	474	29	31	28	28	28	291	461
30	31	29	29	29	292	475	30	30	29	29	29	292	462
31	30	30	30	30	292	475	31	29	30	30	30	292	462
32	29	31	31	31	293	475	32	28	31	31	31	292	462
33	28	32	32	32	293	475	33	27	32	32	32	293	462
34	27	33	33	33	293	476	34	26	33	33	33	293	462
35	26	34	34	34	294	476	35	25	34	34	34	294	463
36	25	35	35	35	294	476	36	24	35	35	35	294	463
37	24	36	36	36	295	476	37	23	36	36	36	294	463
38	23	37	37	37	295	477	38	22	37	37	37	295	463
39	22	38	38	38	295	477	39	21	38	38	38	295	464
40	21	39	39	39	296	477	40	20	39	39	39	296	464
41	20	40	40	40	296	477	41	19	40	40	40	296	464
42	19	41	41	41	297	478	42	18	41	41	41	297	464
43	18	42	42	42	297	478	43	17	42	42	42	297	465
44	17	43	43	43	298	478	44	16	43	43	43	298	465
45	16	44	44	44	298	479	45	15	44	44	44	298	465
46	15	45	45	45	299	479	46	14	45	45	45	299	466
47	13	46	46	46	300	479	47	13	46	46	46	299	466
48	12	47	47	47	300	480	48	12	47	47	47	300	466
49	11	48	48	48	301	480	49	11	48	48	48	300	467
50	10	49	49	49	301	480	50	10	49	49	49	301	467
51	9	50	50	50	302	481	51	9	50	50	50	301	467
52	8	51	51	51	302	481	52	8	51	51	51	302	468
53	7	52	52	52	303	482	53	7	52	52	52	303	468
54	6	53	53	53	304	482	54	6	53	53	53	303	468
55	5	54	54	54	304	482	55	5	54	54	54	304	469
56	4	55	55	55	305	483	56	4	55	55	55	305	469
57	3	56	56	56	306	483	57	3	56	56	56	305	469
58	2	57	57	57	307	484	58	2	57	57	57	306	470
23.59	1	58	58	58	307	484	23.59	1	58	58	58	307	470
0 0	0	0.59	64	±59	308	484	0 0	0	0.59	61	±59	307	471

TABLE IV.

Réfraction différentielle.

Les valeurs de  $\frac{1}{2}\omega$ ,  $\rho$  et  $\rho'$  sont exprimées en unités de la sixième décimale.

$\omega_0 = 0^\circ.$							$\omega_0 = +1^\circ.$						
H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\rho.$	$\rho'.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\rho.$	$\rho'.$
$23. \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	—	$0. \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	+	$\pm \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	+	+	$23. \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	—	$0. \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	—	$\pm \begin{smallmatrix} h \\ m \end{smallmatrix}$	+	+
1	58	0	0	0	287	447	1	55	0	0	0	287	436
2	57	1	1	1	287	447	2	54	1	1	1	287	436
3	56	2	2	2	287	447	3	53	2	2	2	287	436
4	55	3	3	3	287	447	4	52	3	3	3	287	436
5	54	4	4	4	287	447	5	51	4	4	4	287	436
6	53	5	5	5	287	447	6	50	5	5	5	287	436
7	52	6	6	6	287	447	7	49	6	6	6	287	436
8	51	7	7	7	287	447	8	48	7	7	7	287	436
9	50	8	8	8	287	447	9	47	8	8	8	287	436
10	49	9	8	9	287	447	10	46	9	8	9	287	436
11	47	10	9	10	288	448	11	45	10	9	10	288	436
12	46	11	10	11	288	448	12	44	11	10	11	288	436
13	45	12	11	12	288	448	13	43	12	11	12	288	436
14	44	13	12	13	288	448	14	42	13	12	13	288	436
15	43	14	13	14	288	448	15	41	14	13	14	288	436
16	42	15	14	15	288	448	16	40	15	13	15	288	436
17	41	16	15	16	288	448	17	39	16	14	16	288	437
18	40	17	16	17	289	448	18	38	17	15	17	289	437
19	39	18	17	18	289	448	19	37	18	16	18	289	437
20	38	19	18	19	289	448	20	36	19	17	19	289	437
21	37	20	19	20	289	448	21	36	20	18	20	289	437
22	36	21	20	21	289	448	22	35	21	19	21	289	437
23	35	22	21	22	290	448	23	34	22	20	22	290	437
24	34	23	22	23	290	449	24	33	23	21	23	290	437
25	33	24	23	24	290	449	25	32	24	22	24	290	437
26	32	25	24	25	290	449	26	31	25	22	25	290	438
27	31	26	25	26	291	449	27	30	26	23	26	291	438
28	30	27	26	27	291	449	28	29	27	24	27	291	438
29	29	28	26	28	291	449	29	28	28	25	28	291	438
30	28	29	27	29	292	449	30	27	29	26	29	291	438
31	27	30	28	30	292	450	31	26	30	27	30	292	439
32	26	31	29	31	292	450	32	25	31	28	31	292	439
33	26	32	30	32	293	450	33	24	32	29	32	292	439
34	25	33	31	33	293	450	34	23	33	30	33	292	439
35	24	34	32	34	293	450	35	22	34	31	34	293	439
36	23	35	33	35	294	451	36	21	35	32	35	294	439
37	22	36	34	36	294	451	37	21	36	33	36	294	439
38	21	37	35	37	295	451	38	20	37	34	37	294	440
39	20	38	36	38	295	451	39	19	38	35	38	295	440
40	19	39	37	39	295	452	40	18	39	36	39	295	440
41	18	40	38	40	296	452	41	17	40	36	40	296	440
42	17	41	39	41	296	452	42	16	41	37	41	296	441
43	16	42	40	42	297	452	43	15	42	38	42	297	441
44	15	43	41	43	297	453	44	14	43	39	43	297	441
45	14	44	42	44	298	453	45	13	44	40	44	298	441
46	13	45	43	45	298	453	46	13	45	41	45	298	442
47	12	46	44	46	299	454	47	12	46	42	46	299	442
48	11	47	45	47	299	454	48	11	47	43	47	299	442
49	10	48	46	48	300	454	49	10	48	44	48	300	442
50	9	49	47	49	300	455	50	9	49	45	49	300	443
51	8	50	49	50	301	455	51	8	50	46	50	301	443
52	8	51	50	51	302	455	52	7	51	47	51	301	443
53	7	52	51	52	302	456	53	6	52	48	52	302	444
54	6	53	52	53	303	456	54	5	53	49	53	302	444
55	5	54	53	54	304	456	55	5	54	50	54	303	444
56	4	55	54	55	304	457	56	4	55	51	55	304	445
57	3	56	55	56	305	457	57	3	56	52	56	304	445
58	2	57	56	57	305	457	58	2	57	53	57	305	445
23.59	1	58	57	58	306	458	23.59	1	58	54	58	306	446
0. 0	0	0.59	58	$\pm 59$	307	458	0. 0	0	0.59	55	$\pm 59$	306	446

### TABLE IV.

#### Réfraction différentielle.

Les valeurs de  $\frac{1}{2}\omega$ ,  $\rho$  et  $\rho'$  sont exprimées en unités de la sixième décimale.

$(D_0 = + 2^\circ.$							$(D_0 = + 3^\circ.$						
H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\rho.$	$\rho'.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\frac{1}{2}\omega.$	H.	$\rho.$	$\rho'.$
h m	—	h m	+	± m	+	+	h m	—	h m	+	± m	+	—
23. 1	53	0. 0	0	± 0	287	425	23. 1	50	0. 0	0	± 0	287	415
2	52	1	1	1	287	425	2	49	1	1	1	287	415
3	51	2	2	2	287	425	3	48	2	2	2	287	415
4	50	3	3	3	287	425	4	47	3	3	3	287	415
5	49	4	4	4	287	425	5	47	4	4	4	287	415
6	48	5	5	5	287	425	6	46	5	5	5	287	415
7	47	6	6	6	287	425	7	45	6	6	6	287	415
8	46	7	7	7	287	425	8	44	7	7	7	287	415
9	45	8	8	8	287	425	9	43	8	8	8	287	415
10	44	9	9	9	287	425	10	42	9	9	9	287	415
11	43	10	8	10	288	425	11	41	10	8	10	288	415
12	42	11	9	11	288	425	12	40	11	9	11	288	415
13	41	12	10	12	288	426	13	39	12	10	12	288	416
14	40	13	11	13	288	426	14	38	13	11	13	288	416
15	39	14	12	14	288	426	15	37	14	12	14	288	416
16	38	15	13	15	288	426	16	37	15	13	15	288	416
17	38	16	14	16	288	426	17	36	16	14	16	288	416
18	37	17	14	17	288	426	18	35	17	14	17	288	416
19	36	18	15	18	289	426	19	34	18	15	18	289	416
20	35	19	16	19	289	426	20	33	19	16	19	289	416
21	34	20	17	20	289	426	21	32	20	17	20	289	416
22	33	21	18	21	289	426	22	31	21	18	21	289	416
23	32	22	19	22	290	426	23	30	22	19	22	289	416
24	31	23	20	23	290	427	24	30	23	20	23	290	417
25	30	24	20	24	290	427	25	29	24	20	24	290	417
26	29	25	21	25	290	427	26	28	25	21	25	290	417
27	28	26	22	26	291	427	27	27	26	22	26	290	417
28	28	27	23	27	291	427	28	26	27	23	27	291	417
29	27	28	24	28	291	427	29	25	28	24	28	291	417
30	26	29	25	29	291	427	30	24	29	25	29	291	417
31	25	30	26	30	292	428	31	24	30	26	30	292	418
32	24	31	27	31	292	428	32	23	31	27	31	292	418
33	23	32	28	32	292	428	33	22	32	28	32	292	418
34	22	33	28	33	293	428	34	21	33	29	33	293	418
35	21	34	29	34	293	428	35	20	34	28	34	293	418
36	20	35	30	35	293	429	36	19	35	29	35	293	418
37	20	36	31	36	294	429	37	19	36	30	36	294	419
38	19	37	32	37	294	429	38	18	37	30	37	294	419
39	18	38	33	38	295	429	39	17	38	31	38	294	419
40	17	39	34	39	295	429	40	16	39	32	39	295	419
41	16	40	35	40	295	430	41	15	40	33	40	295	419
42	15	41	36	41	296	430	42	15	41	34	41	296	420
43	14	42	37	42	296	430	43	14	42	35	42	296	420
44	14	43	38	43	297	430	44	13	43	36	43	297	420
45	13	44	38	44	297	431	45	12	44	37	44	297	420
46	12	45	39	45	298	431	46	11	45	37	45	298	420
47	11	46	40	46	298	431	47	11	46	38	46	298	421
48	10	47	41	47	299	431	48	10	47	39	47	299	421
49	9	48	42	48	299	432	49	9	48	40	48	299	421
50	8	49	43	49	300	432	50	8	49	41	49	300	421
51	8	50	44	50	300	432	51	7	50	42	50	300	422
52	7	51	45	51	301	432	52	6	51	43	51	301	422
53	6	52	46	52	301	433	53	6	52	44	52	301	422
54	5	53	47	53	302	433	54	5	53	45	53	302	423
55	4	54	48	54	303	433	55	4	54	46	54	302	423
56	3	55	49	55	303	434	56	3	55	47	55	303	423
57	2	56	50	56	304	434	57	3	56	47	56	304	423
58	2	57	51	57	304	434	58	2	57	48	57	304	424
23.59	1	58	52	58	305	435	23.59	1	58	49	58	305	424
0. 0	0	0.59	53	±59	306	435	0. 0	0	0.59	50	±59	305	424

TABLE IV.

Réfraction différentielle.

Les valeurs de  $\frac{1}{2}\omega$ ,  $\rho$  et  $\rho'$  sont exprimées en unités de la sixième décimale.

( $D_0 = + 4^\circ$ .)						
H.	$\frac{1}{2}\omega$ .	H.	$\frac{1}{2}\omega$ .	H.	$\rho$ .	$\rho'$ .
<sup>h</sup> <sub>m</sub>	—	<sup>h</sup> <sub>m</sub>	+	<sup>h</sup> <sub>m</sub>	+	+
23. 1	48	0. 0	0	± 0	287	406
2	47	1	1	1	287	406
3	46	2	2	2	287	406
4	45	3	3	3	287	406
5	44	4	4	4	287	406
6	43	5	5	5	287	406
7	43	6	6	6	287	406
8	42	7	7	7	287	406
9	41	8	8	8	287	406
10	40	9	9	9	287	406
11	39	10	8	10	288	406
12	38	11	8	11	288	406
13	37	12	9	12	288	406
14	36	13	10	13	288	406
15	36	14	11	14	288	406
16	35	15	12	15	288	406
17	34	16	12	16	288	406
18	33	17	13	17	288	406
19	32	18	14	18	289	407
20	31	19	15	19	289	407
21	31	20	15	20	289	407
22	30	21	16	21	289	407
23	29	22	17	22	289	407
24	28	23	18	23	290	407
25	27	24	19	24	290	407
26	27	25	19	25	290	407
27	26	26	20	26	290	407
28	25	27	21	27	291	407
29	24	28	22	28	291	408
30	23	29	23	29	291	408
31	23	30	23	30	292	408
32	22	31	24	31	292	408
33	21	32	25	32	292	408
34	20	33	26	33	293	408
35	19	34	27	34	293	409
36	19	35	27	35	293	409
37	18	36	28	36	294	409
38	17	37	29	37	294	409
39	16	38	30	38	294	409
40	15	39	31	39	295	410
41	15	40	31	40	295	410
42	14	41	32	41	296	410
43	13	42	33	42	296	410
44	12	43	34	43	296	410
45	12	44	35	44	297	411
46	11	45	36	45	297	411
47	10	46	36	46	298	411
48	9	47	37	47	298	411
49	8	48	38	48	299	411
50	8	49	39	49	299	412
51	7	50	40	50	300	412
52	6	51	41	51	300	412
53	5	52	42	52	301	412
54	5	53	43	53	301	413
55	4	54	43	54	302	413
56	3	55	44	55	303	413
57	2	56	45	56	303	414
58	2	57	46	57	304	414
23.59	1	58	47	58	304	414
0. 0	0	0.59	48	±59	305	414

# TABLE DES MATIÈRES.

## I. — RELATIONS FONDAMENTALES ENTRE LES COORDONNÉES CÉLESTES D'UNE ÉTOILE ET LES COORDONNÉES DE SON IMAGE MESURÉES SUR LE CLICHÉ.

	Pages.
Définition des coordonnées rectilignes.....	I
Relations entre les coordonnées rectilignes mesurées et les coordonnées curvilignes $\xi$ et $\eta$ .....	III
Transformations diverses des formules fondamentales.....	V
Interprétation géométrique des relations fondamentales :	
Projections des parallèles.....	VII
Projections des méridiens.....	VIII
Développements des différences $\alpha - \alpha_0$ et $\delta - \delta_0$ en fonction des coordonnées rectangulaires $x, y$ et de la déclinaison $\delta_0$ du centre de la plaque :	
1° En ascension droite.....	IX
2° Déclinaison.....	IX
Autres développements de $\alpha - \alpha_0$ et $\delta - \delta_0$ .....	XI
Effets d'une erreur d'orientation du cliché sur les valeurs calculées des coordonnées rectangulaires d'une étoile.....	XII
Effets d'une erreur de centrage sur les valeurs calculées des coordonnées rectangulaires d'une étoile.....	XII
Influence d'un défaut de perpendicularité de l'axe optique sur le plan de la plaque.....	XV

## II. -- THÉORIE GÉNÉRALE DES EFFETS DES QUATRE PHÉNOMÈNES : PRÉCESSION, NUTATION, ABERRATION, RÉFRACTION, SUR LES COORDONNÉES RECTILIGNES.

Effets produits sur les coordonnées rectilignes d'un astre par un phénomène quelconque de nature à faire subir aux coordonnées équatoriales de cet astre les variations $\Delta\alpha = f(\alpha, \delta)$ et $\Delta\delta = \varphi(\alpha, \delta)$ .....	XIX
Expressions générales des variations $\Delta x, \Delta y$ des coordonnées rectilignes au moyen des fonctions $f, \varphi$ et des fonctions $F(x, y, \delta_0)$ et $\Phi(x, y, \delta_0)$ qui représentent symboliquement les différences $\alpha - \alpha_0$ et $\delta - \delta_0$ .....	XX
Développement de $F, \Phi, \frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}, \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \frac{\partial \Phi}{\partial y}$ jusqu'aux termes du premier ordre inclusivement en $x$ et $y$ .....	XXI
Expressions des dérivées partielles du second ordre des fonctions $F$ et $\Phi$ .....	XXII
Termes du premier ordre des expressions de $\Delta x$ et $\Delta y$ .....	XXIII
Termes du second ordre des expressions de $\Delta x$ et $\Delta y$ .....	XXIV
Précession et nutation différentielles :	
1° Précession.....	XXVII
2° Nutation.....	XXVIII
Aberration différentielle.....	XXIX
Réfraction différentielle.....	XXXI
Termes du premier ordre.....	XXXI
Termes du second ordre.....	XXXV

## III. — EXÉCUTION DES CLICHÉS, MESURES, RÉDUCTION DES MESURES ET DÉTERMINATION DES GRANDEURS PHOTOGRAPHIQUES.

Impression du réseau.....	XXXVII
Mise au point de la lunette photographique.....	XXXVII

	Pages.
Exécution des clichés.....	XXXVIII
Mesure des clichés.....	XXXIX
Conversion des résultats bruts des mesures en abscisses et en ordonnées.....	XL
Détermination des grandeurs photographiques.....	XLII
IV. — MÉTHODES EMPLOYÉES POUR LA DÉTERMINATION DES CONSTANTES D'UN CLICHÉ AU MOYEN DES ÉTOILES DE REPÈRE.	
Transformation des formules générales pour le calcul pratique des $X_c$ et des $Y_c$ .....	XLV
Réduction en Table du facteur $\lambda - 1$ et de la correction $\beta_2$ .....	XLVIII
Exemple des opérations à effectuer pour obtenir les valeurs des coordonnées rectangulaires relatives à l'une des étoiles de repère d'un cliché.....	L
Équations résultant de la comparaison des coordonnées rectilignes mesurées aux coordonnées rectilignes calculées.....	LI
Résolution des équations.....	LV
Cas où l'on veut supprimer une étoile de repère ou bien en ajouter une nouvelle.....	LVI
Modifications subies par les éléments lorsque le système des valeurs primitivement adoptées pour les coordonnées mesurées des étoiles de repère est remplacé par un autre système de valeurs des mêmes coordonnées.....	LXI
Modifications subies par les éléments lorsque l'on change les valeurs des coordonnées des étoiles de repère.....	LXI
Exemple du calcul pour la détermination des éléments d'un cliché.....	LXII
Exemple du calcul de rectification des éléments par suite de la suppression d'une étoile de repère dont la position semble erronée.....	LXIV
Expression de l'erreur probable d'une coordonnée rectiligne conclue, pour une étoile, en un point quelconque du cliché.....	LXVI
Expressions des erreurs probables des inconnues $\tau$ , $I$ , $\xi$ et $\Delta\mathcal{O}_0$ .....	LXX
Tableau des résidus pour les étoiles de repère de 33 clichés des zones $0^\circ$ , $-1^\circ$ , $-2^\circ$ .....	LXXIII
Évaluation de l'incertitude affectant les coordonnées rectilignes que l'on tirera du Catalogue photographique :	
Cas où l'on ne fait concourir à la détermination des coordonnées de l'astre que les mesures d'un seul cliché.....	LXXXVIII
Cas où l'on fait usage de la moyenne des positions fondées sur les mesures de deux clichés adjacents.....	LXXX
Cas où plusieurs étoiles de repère sont communes aux deux clichés associés.....	LXXXI
Transformation des abscisses et des ordonnées en des différences d'ascension droite et de déclinaison avec le centre de la plaque.....	LXXXIV
Exemples de calculs complets pour la conversion des X et Y mesurés en ascensions droites et en déclinaisons.....	LXXXV
Ascensions droites et déclinaisons pour 1900,0 de 320 étoiles communes à deux clichés.....	LXXXVII
Liste générale des Catalogues employés dans la détermination des positions moyennes des étoiles de repère pour les zones attribuées à l'observatoire d'Alger.....	XCV
Tables relatives à la détermination des constantes et au calcul de la réfraction différentielle.....	XCVI

FIN DE L'INTRODUCTION.









JOHN G. WOLBACH LIBRARY  
HARVARD COLLEGE OBSERVATORY  
60 GARDEN STREET  
CAMBRIDGE, MASS. 02138

QB5 .A32  
Catalogue photographique du ciel. C  
Wolbach Library ARO7112



3 2044 027 933 316

JOHN G. WOLBACH LIBRARY  
HARVARD COLLEGE OBSERVATORY  
60 GARDEN STREET  
CAMBRIDGE, MASS. 02138



32044027933316