БИБЛІОТЕКА
НИКОЛАЕВСКОЙ
Главной
ОБСЕРВАТОРІИ
въ Пулковѣ.

VII 97A/197

MÉLANGES
MATHÉMATIQUES ET ASTRONOMIQUES
TIRÉS DU
BULLETIN DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES
DE ST.-PÉTERSBOURG.
TOME VI.

$\frac{4}{16}$ Octobre 1883.

O. Backlund. Untersuchungen über die Bewegung des Enckeschen Cometen 1871—1881. Rapport de M. O. Struve.

En présentant aujourd'hui un nouveau mémoire de notre membre correspondant M. Backlund sur la comète Encke, j'ai l'honneur de résumer brièvement les principaux résultats de ses dernières recherches concernant cet astre.

L'Académie se souviendra que feu M. von Asten peu de semaines avant sa mort, survenue en août 1878, avait achevé un mémoire étendu sur cette comète, dans lequel il avait prouvé qu'il était admissible de comprendre toutes les apparitions de cette comète, arrivées entre 1819 et 1868, pour ainsi dire sous une seule formule, avec adoption d'une seule valeur constante pour l'effet du soi-disant milieu résistant. Cet effet s'exprime par une accélération de 0″,104 dans le mouvementmoyen pendant chaque révolution de la comète. Cependant les observations faites aux différentes apparitions ne furent représentées par ladite formule qu'à tel degré approximativement, qu'il y restait, pour chaque coordonnée d'une position normale, en

6748

moyenne une erreur probable de 9″,0. Pour certaines apparitions la représentation par la formule était encore si peu satisfaisante, que les déviations devaient faire soupçonner qu'en outre de la gravitation universelle et du milieu résistant, d'autres agents encore avaient troublé la marche de la comète. Ce soupçon a été encore renforcé par le fait que, d'après les calculs de M. von Asten, l'apparition de 1871 ne pouvait aucunément se ranger sous la formule générale sans admettre ou que le milieu résistant avait cessé d'agir, ou que la comète avait éprouvé, pendant la dernière révolution précédente, une soudaine rétardation par l'intervention d'une force inconnue. Ce fut cette seconde hypothèse que poursuivait d'abord M. von Asten. Par des combinaisons très habiles il arrivait même à fixer approximativement le moment où cette rétardation soudaine aurait dû avoir eu lieu et à ce moment la comète s'était trouvée dans la region de l'anneau formé par les nombreuses astéroides dans l'intervalle entre Mars et Jupiter. Tout naturellement cette coïncidence fit naître l'idée que peut-être la comète eût rencontré, dans son cours, une de ces petites planètes et que ce fût l'attraction de celle-ci, qui eût occasionné la rétardation.

Un retard analogue se produisait de nouveau dans l'apparition de 1881, pour laquelle M. Backlund avait fait d'abord les calculs préalables rigoureusement d'après les méthodes et les formules employées par Asten. En poursuivant ce phénomène dans l'ordre des idées émises par son prédécesseur, M. Backlund fut également conduit à fixer le moment où la comète aurait éprouvé une seconde rétardation soudaine, à une

époque où elle s'était trouvée de très près au même endroit au milieu de l'anneau des astéroides, qui avait été désigné par Asten comme lieu de rencontre avec un corps troublant. On pouvait donc croire que nous étions là sur les traces d'une découverte très-intéressante. Cette circonstance ajouta naturellement un intérêt supérieur aux recherches que M. Backlund s'était déjà proposé d'exécuter sur les dernières quatre apparitions de la comète, en complément aux recherches analogues executées par Asten pour la période 1819—1868. Disons tout de suite que ce nouveau travail n'a pas conduit à une confirmation de l'hypothèse hardie, émise par Asten, mais en la remplaçant par les résultats plus positifs et d'une importance scientifique supérieure, qui forment l'objet du présent mémoire.

La première partie du nouveau mémoire traite des observations faites pendant les dernières quatre apparitions de la comète. Après une discussion soignée des différentes séries d'observation, l'auteur procède à la formation des positions normales. Nous voyons avec plaisir que, dans cette opération, il a eu l'occasion de se servir avec avantage de l'ingénieuse méthode d'interpolation proposée par notre confrère M. Tchebyschef, méthode qui n'a pas encore, que nous sachions, attiré parmi les calculateurs toute l'attention qu'elle mérite.

Dans la seconde partie du mémoire, M. Backlund procède directement à la déduction des valeurs numériques pour les éléments de l'orbite et l'accélération du mouvement moyen de la comète, en admettant comme données toutes les formules mathématiques, dont il

présente plus tard le développement. Cette partie comprend aussi les conclusions auxquelles il a été conduit par ses calculs.

La troisième partie enfin est consacrée exclusivement aux développements mathémathiques des dites formules. Nous tâcherons de résumer ici en peu de mots les points principaux, sur lesquels portent les recherches théoriques de l'auteur, et dans lesquels elles diffèrent de celles de son prédécesseur.

1° Dans le calcul des perturbations spéciales exercées pas les planètes, Asten avait suivi l'excellente méthode de Hansen, en se servant des formules rédigées par feu M. Powalky en forme de programme approprié à l'usage commode des calculateurs. Malheureusement ce programme est plein d'inexactitudes et d'erreurs. Asten avait bien reconnu ces défauts et s'est donné beaucoup de peine pour les faire disparaître. Cependant les développements exécutés par lui n'ont pas été assez étendus, de sorte qu'il y restait encore dans les formules des inexactitudes, surtout par rapport aux perturbations de second ordre, dont l'effet est assez sensible. En premier lieu M. Backlund devait donc refaire tous les développements et établir les formules exactes.

2° On sait que Encke a le premier reconnu l'accélération dans le mouvement moyen de la comète qui porte son nom. En supposant que cette accélération fût produite par un milieu résistant, Encke admettait que, dans les différentes parties de l'orbite, l'effet de la résistance augmentait en proportion du carré de la vitesse de la comète et diminuait en proportion du carré de la distance au Soleil. La loi étant ainsi formulée, il déduisit ensuite, par la méthode des quadratures mécaniques, l'effet total produit par l'agent mentionné dans l'intervalle entre chaque couple d'époques qu'il voulait combiner entre elles. Asten croyait pouvoir encore simplifier les calculs. En considérant que les révolutions successives étaient toujours d'une durée presque absolument égale, il pensait qu'il suffirait d'introduire, pour chaque retour de la comète, à un moment donné, tout l'effet de la résistance pendant l'entière révolution précédente, comme une quantité constante, et il choisissait pour ce moment celui du passage par le périhélie, aux environs duquel d'après la loi adoptée l'effet devait être le plus fort. Évidemment ce procédé renferme une erreur de principe. Si la cause de l'accélération consiste réellement dans l'effet d'un milieu résistant, dans lequel se meut la comète, il n'est pas admissible que cet effet se produise instantanément. Il doit agir continuellement, quoique peut-être en différent degré dans les différentes parties de l'orbite, selon les lois qui règlent son effet. M. Backlund prouve maintenant que, d'après la loi adoptée par Encke, l'action du milieu résistant produira non seulement une accélération continue du moyen mouvement, mais encore que celui-ci sera sujet à des variations périodiques qu'il ne sera pas permis de négliger. Nous verrons plus tard que, dans l'application effective du procédé principiellement erroné suivi par Asten, il s'est caché en outre une autre erreur plus grossière que M. Backlund est parvenu à découvrir.

3° On a généralement supposé que l'accord du chan-

gement observé dans l'excentricité de la comète, avec la valeur exigée pour ce changement par l'hypothèse d'Encke, fût une preuve manifeste pour la justesse de l'hypothèse elle-même et de la loi, d'après laquelle le milieu résistant eût agi. M. Backlund démontre maintenant que cette conclusion n'est pas exacte et qu'entre autres on pourrait varier énormément l'expression de la loi, sans que l'accord mentionné du changement observé et théorique de l'excentricité en fût sensiblement troublé.

4° M. Asten avait pensé que, pour cette comète, il serait le plus exact d'admettre, dans le calcul des perturbations spéciales, pour les masses des planètes, nommément pour celles de Jupiter, de la Terre et de Mercure, auxquelles planètes la comète peut s'approcher quelquefois de très près, les valeurs qui résultaient de l'ensemble des perturbations éprouvées par la comète elle-même dans un grand nombre de révolutions. D'après M. Backlund ce procédé ne peut pas être approuvé, à cause de l'existence mentionnée des membres périodiques dans le mouvement moyen, dont l'effet se confond avec celui des perturbations produites par l'attraction. Il faudra donc employer les valeurs des masses, obtenues par des méthodes à l'abri de toute objection, comme pour Jupiter par les mesures de ses satellites, pour la Terre par la combinaison des mesures du pendule avec la parallaxe du Soleil. Par rapport à Mercure nous n'avons pas d'autre moyen plus sûr et plus exact de déterminer la masse, que celui de l'effet produit par son attraction sur la marche de la comète Encke; mais heureusement,

à cause de l'exiguïté de sa masse, l'effet de cette planète est ordinairement si faible que l'incertitude restante dans cet élement n'est d'aucune conséquence dans la théorie de la comète.

Passons maintenent aux résultats immédiats des calculs de M. Backlund. Ayant suivi d'abord rigoureusement les règles de calcul proposées par Asten, il trouva effectivement que les quatre dernières apparitions et particulièrement celles de 1871 et 1881 ne pouvaient pas être représentées, sans admettre que l'accélération avait diminué considérablement et même tout à fait desparu pour les deux dites apparitions. Dans ces deux cas la théorie déviait de l'observation de la quantité impossible de plusieurs minutes. Mais en examinant la question de plus près M. Backlund n'a pas été peu surpris de remarquer que, dans les procédés suivis pour combiner l'apparition de 1868 aves les deux précédentes, une erreur étrange s'était glissée. Pour une de ces révolutions, où des observations faites après le perihélie furent combinées avec des observations avant le périhélie dans l'apparition suivante, Asten, sans s'en être aperçu, n'avait pas tenu compte de la résistance, tandisque lui-même il pensait l'avoir fait. Aussitôt que cette erreur fut reconnue, les grandes disharmonies des retours de 1871 et 1881 furent détruites et les déviations furent réduites à des quantités tolérables, mais toujours encore trop grandes.

Ayant ensuite corrigé les erreurs dans les formules de Powalky, M. Backlund parvint à comprendre si parfaitement les quatre apparitions dans une seule for-

mule, que l'erreur probable restante de chaque coordonnée d'une position normale ne s'élévait plus qu'à 5″,0. Puis, après avoir tenu compte de l'effet produit par les membres périodiques du mouvement moyen, la valeur en question fut réduite à 4″,1. Enfin l'introduction de la masse de Jupiter, d'après la détermination Bessel-Schur, obtenue par les observations des satellites, réduisit encore la dite erreur probable pour les dernières quatre apparitions à la quantité minime de 2″,8, en assignant à l'accélération dans cette période, la valeur moyenne 0″,054 pour chaque révolution entière. Lorsqu'on considère combien il est plus difficile de fixer exactement la position d'une comète, que celle d'une étoile ou planète et que l'erreur restante comprend aussi l'incertitude où nous sommes toujours par rapport à la question de savoir si le point luisant, observé par les différents astronomes au milieu de la comète, corresponde exactement au centre de gravité de l'astre, on conviendra que, grâce aux recherches de M. Backlund, nous sommes aujourd'hui, pour les derniers retours de la comète Encke, en possession d'une théorie qui ne laisse plus rien à désirer.

Au commencement de ce résumé il a été mentionné que la théorie donnée par Asten pour la période 1819—1868 a laissé encore, dans les positions normales, des erreurs probables de 9″,0. Il s'ensuit que, pour cette période, nous sommes encore bien loin du degré d'exactitude atteinte pour la dernière période. En partie peut-être l'accroissement de l'erreur probable doit être attribué aux moyens instrumentaux moins parfaits employés ordinairement dans la pre-

mière moitié de ce siècle, mais probablement en plus forte proportion il est provenu des imperfections mentionnées dans les bases théoriques des calculs de M. Asten. Pour cette raison M. Backlund se propose maintenant de refaire la théorie pour la période antérieure. Heureusement cette entrprise est beaucoup facilitée par les travaux précédents de M. Asten. En effet les calculs numériques ont été exécutés par lui partout avec un soin admirable. Chaque nombre est plusieurs fois vérifié et tous les papiers sont arrangés en tel ordre et avec tant de circonspection, qu'on peut le suivre sur chaque pas dans les différentes étapes de ses calculs.

Ainsi, par exemple, les vastes calculs de M. Asten concernant l'établissement des positions normales peuvent être acceptés sans la moindre modification. Les calculs encore plus fastidieux des perturbations spéciales peuvent être également acceptées sans autre modification que leur correction pour les erreurs des formules de Powalky et l'introduction facile d'autres valeurs pour les masses des planètes. Ainsi ce qui reste à faire consistera, pour la plus grande partie, dans le calcul de l'effet des membres périodiques du mouvement moyen et dans la combinaison définitive des résultats à obtenir séparément pour chaque apparition après l'épuration des défauts indiqués.

C'est à ces travaux que se consacrera M. Backlund prochainement et nous avons lieu d'en attendre les résultats avec une bien légitime impatience. En attendant nous pouvons déjà signaler ici un fait très curieux, qui ne saurait être altéré par les nouvelles recherches.

La théorie générale, donnée pour les dernières quatre apparitions, assigne à l'accélération du mouvement moyen pendant chaque révolution, la valeur 0",054, à peu près la moitié de celle, que M. Asten avait déduite en moyenne pour la période 1819—1868. Les deux valeurs, en tant qu'elles dépendent des erreurs accidentelles des observations ne sont sujettes qu'à des erreurs probables d'environ la millième partie de leur montant. Il est vrai que la valeur trouvée pour la période antérieure sera encore tant soit peu modifiée par les corrections à appliquer à la théorie d'après ce que nous venons d'exposer, mais ces corrections sont toutes d'un caractère périodique et leur effet sur le mouvement moyen devra s'anéantir de très près dans le grand nombre de révolutions soumises au calcul. Il n'y a donc pas de doute que l'accélération ait diminué de beaucoup dans l'intervalle entre les époques moyennes des deux périodes. Serait ce que le volume de la comète ait diminué dans cet intervalle? Mais les observations n'indiquent aucune trace d'une pareille dimination. Ou bien la matière dont la comète est composée aurait elle peut-être augmentée? Nous n'en savons encore rien. On pourrait aussi supposer que peut-être le soi-disant milieu résistant ait changé de densité, ou enfin que l'accélération attribuée à l'effet du milieu résistant soit produite par des forces de nature tout à fait différente. Tout cela pour le moment est encore énigmatique pour nous. Le seul fait parfaitement constaté est celui que l'accélération a diminué. Nous ne saurions par même dire si cette diminution s'est produite instantanément ou peu à peu. Il y a dans ce moment autant d'indices pour l'un que pour l'autre genre

de changement; mais nous pouvons bien espérer de recevoir sur ce point des éclaircissements ultérieurs par les prochaines recherches de M. Backlund. Nous devons donc suspendre jusque-là toutes les hypothèses sur la nature de la force qui a produit l'incontestable accélération et sa diminution manifeste.

(Tiré du Bulletin, T. XXIX.)

Imprimé par ordre de l'Académie Impériale des Sciences.
Novembre 1883. C. Vesselofsky, secrétaire perpétuel.

Imprimerie de l'Académie Impériale des sciences.
(Vass.-Ostr., 9e ligne, № 12).