Le Lever du soleil dans l'ionosphère et ses répercussions sur la propagation des ondes longues

Doctoral Thesis**Author(s):**

Rieker, Jean

Publication date:

1960

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000093129>

Rights / license:

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Prom. No. 3036

**LE LEVER
DU SOLEIL DANS L'IONOSPHERE
ET SES REPERCUSSIONS
SUR LA PROPAGATION
DES ONDES LONGUES**

Thèse présentée à l'Ecole Polytechnique Fédérale, Zurich
pour l'obtention du grade de Docteur ès Sciences Naturelles

par

Jean RIEKER
phys. dipl. E.P.F.
de La Côte-aux-Fées (NE)

Rapporteur: Prof. Dr. M. WALDMEIER
Corapporteur: Prof. Dr. J. LUGEON

1960
MILANO
Unione Tipografica

LE LEVER DU SOLEIL DANS L'IONOSPHERE ET SES RÉPERCUSSIONS SUR LA PROPAGATION DES ONDES LONGUES

par JEAN RIEKER (*)

Résumé — Dans le premier Chapitre, l'auteur détermine expérimentalement l'altitude à laquelle se manifeste l'interruption aubale de la propagation des ondes longues (27 kc/sec) émanant des sources orageuses troposphériques, en analysant les enregistrements du radiogoniographe à secteur étroit de l'Institut Suisse de Météorologie. Les différences de temps entre les interruptions des enregistrements des foyers et le lever astronomique du soleil à Zurich, pris comme temps de référence, sont groupées par direction azimutale entre 160° et 300° et portées en fonction de l'azimut du soleil à son lever à Zurich. A l'aide des Tables Crépusculaires de LUGEON, l'auteur localise dans l'espace des points *M* tels que les différences respectives des temps entre les levers astronomiques du soleil à chacun des dits points et à Zurich donnent des courbes (par direction azimutale et en fonction de l'azimut du soleil à son lever à Zurich) semblables aux fonctions empiriques (mesures). Il en résulte que l'interruption de la propagation coïncide sensiblement avec le moment du lever du soleil à l'altitude de 75 km sur la trajectoire de l'onde, compte tenu du retard de l'ordre de 10 min dû à la zone d'influence de la couche d'ozone. L'altitude de cette zone d'influence est évaluée à 28 km. Les positions moyennes des foyers orageux ont été déduites de la distribution des nombres de jours d'orages dans les deux hémisphères. Pour terminer, l'auteur vérifie si ce modèle est conforme à la réalité, en faisant intervenir les distances angulaires des foyers.

Le deuxième Chapitre traite du problème du « satellite » ou du « petit nez » qui apparaît souvent sur les enregistrements des compteurs d'impulsions (atmoradiographe) après le lever du soleil. La théorie proposée est fondée sur une conception géométrique simple de la propagation, compte tenu des résultats du premier Chapitre. Elle est ensuite appliquée à dix cas particuliers, dont les enregistrements ont été obtenus comme suit: Quelques heures avant le lever du soleil, les cadres récepteurs du radiogoniographe à secteur étroit sont bloqués dans une direction « privilégiée » et les impulsions reçues sont commutées sur l'atmoradiographe. Les enregistrements obtenus permettent d'illustrer de façon satisfaisante le processus de la propagation transitoire, les positions des foyers étant connues d'autre part. Parfois, deux ou trois « satellites » ou « nez » sont discernables; tous ont pu être justifiés. L'auteur conclut que le « satellite » se forme au moment où la dernière réflexion se produit sur la couche *D*, toutes les autres ayant encore lieu sur la base de la région *E* dans la partie obscure. Le satellite se termine quand les rayons ionisants du soleil coupent la trajectoire de l'onde aux environs de 75 km, dans le voisinage de l'avant-dernier point de réflexion.

(*) Institut Suisse de Météorologie, Zürich.

Dans le troisième Chapitre, l'auteur améliore le modèle initial développé dans les deux premiers, en l'adaptant aux connaissances actuelles de l'ionosphère. La densité électronique devant être envisagée comme une fonction continue de l'altitude, l'auteur montre que si les réflexions diurne et nocturne obéissent aux lois de la réflexion métallique, on doit assister à un phénomène de réfraction sur la surface du lieu des levers des rayons ionisants du soleil dans la région séparant les couches *D* et *E*, le modèle initial conservant malgré cette nouvelle conception toute sa raison d'être.

Summary — In the first Chapter, the author determines experimentally the altitude at which occurs the early morning fading of the propagation of the long waves (27 kc/sec) originating in the tropospheric thunderstorms, on the basis of the records of the narrow sector radiogoniograph of the Swiss Meteorological Office. The time differences between the interruptions of the recordings of the thunderstorm sources and the astronomical sunrise at Zurich — adopted as reference time — are grouped according to the azimuth between 160° and 300° and represented as function of the azimuth of the rising sun at Zurich. By means of LUGEON's « Tables Crépusculaires », the author searches in space for points *M* being such that the respective time differences between the astronomical sunrise at each of them and at Zurich give curves which are comparable to the empirical functions defined above. It follows that the interruption of the propagation coincides sensibly with the time of sunrise at the altitude of 75 km on the wave trajectory, bearing in mind the delay of about 10 minutes due to the active part of the ozone layer; the height of this active part has been found at about 28 km. The average positions of the thunderstorm sources have been deduced from the distribution of the numbers of thunderstorm days all over the world. Finally, the author verifies that this model corresponds to the reality, taking account of the angular distances of the sources.

The second Chapter deals with the sun-rise-effect — particularly the « nose » — often to be seen on the records of the impulse counter (atmoradiograph). The theory exposed is based upon a simple geometrical model of the propagation and on the results of First Chapter. This theory is then applied to 10 special cases, the recordings of which have been obtained as follows: Some hours before sunrise, the reception frames of the narrow sector radiogoniograph are stopped in a « privileged » direction and the received impulses are fed into the atmoradiograph. The obtained recordings are in satisfactory accord with the process of the « transitory » propagation, provided that the sources are known. Sometimes, two or three « satellites » or « noses » are to be seen; they have all been explained. The author is lead to the conclusion that the « nose » is beginning in the very moment, when the last reflection occurs on the *D*-layer, all the others taking place on the lower part of the *E*-region in the dark zone. The « nose » ends when the first ionising sunrays intersect the wave trajectory at about 75 km in the neighbourhood of the last but one reflection point.

In the third Chapter, the author improves the first model developed in the Chapters I and II, adapting it to the present knowledge of the ionosphere. The electronic density having to be considered as a continuous function of the height, the author shows that there must be a phenomenon of refraction on the surface formed by the first ionising rays of the rising sun in the region between the *D*- and *E*-layers, if the reflections obey to the law of metallic reflection. The first model keeps its whole value in spite of the new conception.

Zusammenfassung — Im ersten Kapitel bestimmt der Autor die Höhe, in welcher der Unterbruch in der Ausbreitung langer Wellen (27 kHz) beim Sonnenaufgang stattfindet. Dabei handelt es sich um Wellen, die von troposphärischen Gewitterherden ausgehen; die Untersuchung stützt sich auf die Registrierungen des Radiogoniographen mit schmalen Sektor der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. Die Zeit-

differenz zwischen den Unterbrüchen der Herdregistrierungen und dem astronomischen Sonnenaufgang in Zürich, letzterer als Ausgangspunkt der Zeitmessung genommen, werden nach Azimuth-Werten zwischen 160 und 300 Grad gruppiert und als Funktion des Azimuths der Sonne beim Sonnenaufgang in Zürich, aufgetragen. Mit Hilfe der LUGEON'schen Dämmerungstafeln sucht der Autor Punkte *M* im Raum auf, derart, dass die Zeitdifferenz der Sonnenaufgänge in jedem von ihnen und in Zürich Kurven ergeben, die mit den Messwerten vergleichbar sind (Zeitdifferenz als Funktion des Sonnenazimuths bei Sonnenaufgang in Zürich, gruppiert nach der Empfangsrichtung). Es ergibt sich daraus, dass der Ausbreitungsunterbruch fühlbar mit dem Moment des Sonnenaufgangs in 75 km Höhe auf dem Wellenstrahl zusammenfällt. Hierbei ist die Verzögerung in der Grössenordnung von 10 Minuten berücksichtigt, die durch die Einflusszone der Ozonschicht (deren Höhe zu 28 km ermittelt wurde) bedingt ist. Die mittleren Gewitterherdlagen wurden aus der Verteilung der Anzahl Gewittertage auf beiden Hemisphären ermittelt. Zum Schluss prüft der Autor nach, ob dieses Modell der Wirklichkeit entspricht, indem er die Winkeldistanzen der Herde einführt.

Das zweite Kapitel befasst sich mit dem Problem der in den Registrierungen des Impulszählers (Atmoradiograph) häufig nach Sonnenaufgang auftretenden als « Satellit » bezeichneten kleinen Nase. Die vorgeschlagene Theorie gründet sich auf eine einfache geometrische Auffassung der Ausbreitung und stützt sich auf die Ergebnisse des ersten Kapitels. Sie wird sodann auf 10 besondere Fälle angewendet, deren Registrierungen folgendermassen erhalten wurden: Einige Stunden nach Sonnenaufgang werden die Rahmenempfangsantennen des Radiogoniographen in einer « bevorzugten » Richtung festgelegt und die eingehenden Impulse werden auf den Atmoradiographen geleitet. Die erhaltenen Registrierungen bestätigen in befriedigender Weise, den Ausbreitungsvorgang vorausgesetzt, dass die Lage der Herde bekannt ist. Sehr oft sind zwei oder drei kleine « Satelliten » oder « Nasen » zu unterscheiden, alle konnten als zutreffend nachgewiesen werden. Der Autor schliesst daraus, dass der Satellit sich in dem Augenblick bildet, indem die letzte Reflexion an der *D*-Schicht auftritt, während alle andern noch im beschatteten Teil der Basis der *E*-Schicht liegen. Der « Satellit » hört auf, wenn die ionisierenden Sonnenstrahlen in der Umgebung des vorletzten Reflexionspunktes den Wellenstrahl (bei ungefähr 75 km Höhe) schneiden.

Im dritten Kapitel wird das bisher entwickelte Modell mit Rücksicht auf die Struktur der Ionosphäre, soweit sie bis heute bekannt ist, verfeinert. Da sich die Elektrendichte in Funktion der Höhe stetig ändert, folgert der Autor, dass eine Brechung zwischen der *D*- und *E*-Schicht an der Schattengrenze der ionisierenden Sonnenstrahlen auftritt, vorausgesetzt, dass sowohl nachts wie tagesüber die Gesetze der metallischen Reflexion anwendbar sind. Dabei behält das ursprüngliche Modell trotz dieser neuen Interpretation seine Gültigkeit im wesentlichen bei.

Avant-Propos

Les progrès réalisés en radiométéorologie depuis la découverte de la lampe électronique à nos jours ont permis de préciser certains phénomènes de propagation dans le domaine des grandes longueurs d'onde.

Si nous n'en retraçons pas l'historique ici, nous n'entendons pas, pour autant, sous-estimer la valeur et le courage des hommes de science qui, par leurs efforts, ont contribué à son essor. Le lecteur trouvera une large compensation à cette omission volontaire en consultant directement des ouvrages compétents, tels que, par exemple: la note de LUGEON (1950) dédiée à M. le Prof. Dr. H. BENNDORF, l'introduction au Chapitre sur l'ionosphère de MITRA (1948), ou l'avant-propos de l'étude de REVELLIO (1956).

Une étape du développement de la radiométéorologie a certainement pris fin