

SISMOLOGIE. — Temps de propagation de la phase PKIKP. Note (*) de **Catherine Dorbath**, présentée par Jean Coulomb.

On montre que les temps de propagation de la phase PKIKP calculés jusqu'à présent sont biaisés, au moins au-delà de 160° , par le fait que les stations employées ne constituent pas un échantillonnage représentatif de la moyenne mondiale. On présente ici les temps obtenus par une méthode dans laquelle ce biais est éliminé par le calcul statistique simultané des anomalies de stations.

SEISMOLOGY. — Travel Times of PKIKP Waves.

We show here that the travel times of PKIKP waves calculated up to now were biased, at least for distances larger than 160° , by using stations which do not represent a correct sampling of the world mean. We are presenting travel times obtained through a method in which bias has been eliminated by an iterative process including calculation of station anomalies.

INTRODUCTION. — La présente étude se propose d'établir les temps de propagation de la phase PKIKP, temps qui sont particulièrement importants pour la connaissance de la distribution des vitesses dans le noyau et dans la graine.

De nombreux auteurs ont estimé les temps de propagation des phases du noyau, le plus souvent en étudiant leur différence par rapport aux tables de Jeffreys-Bullen. L'étude la plus récente sur ce sujet, celle d'Anderssen et Clearly [1], donne une estimation statistique de ces temps à partir des données brutes d'une année de bulletins de l'I.S.C. Leur méthode suppose qu'à chaque distance les stations qui ont fourni les données constituent un échantillonnage représentatif de la moyenne mondiale. Or nous verrons que cette condition n'est pas toujours remplie; pour nous affranchir de ce fait, nous avons utilisé une méthode statistique qui élimine les anomalies de station.

CALCUL DES TEMPS DE PROPAGATION. — Les temps de propagation de PKIKP ont été définis à partir des résidus aux stations africaines de huit années de données provenant des bulletins de l'I.S.C. (1970-1977). Les séismes choisis répondent aux critères suivants :

- séismes de magnitude supérieure à 5,5 de façon à éliminer les biais, mis en évidence par Poupinet [2], qui résultent de l'utilisation de tous les séismes;
- séismes profonds, afin de réduire la dispersion due aux hétérogénéités près des foyers.

Enfin nous n'avons pas défini l'hodochrone aux distances où il peut y avoir confusion avec d'autres phases, soit entre 137° et 150° , pour les raisons suivantes [3] :

- au-delà de 138° arrivent, quelques secondes avant PKIKP, une ou plusieurs phases bien nettes de précurseurs (branche GH de Bolt [4], IJ et GH de Adams et Randall [5], MN de Dorbath [3]);
- au-delà de 138° arrivent, quelques secondes avant PKIKP, une ou plusieurs phases 145° ;
- de 145° à 150° , la phase PKIKP, quoique arrivant la première, a une amplitude si faible que c'est souvent la phase la suivant qui est lue comme première arrivée.

Les résidus de la phase PKIKP sont donnés à partir de 110° par l'I.S.C., bien qu'on ne soit pas sûr que cette phase n'apparaisse pas seulement à une plus grande distance (ce serait alors PKiKP qui serait observée vers 110°). Cependant, suivant en cela l'I.S.C., nous avons commencé nos calculs à 110° .

Pour éviter une contamination des temps de propagation par des effets locaux, nous avons corrigé chaque résidu fourni par les bulletins de l'anomalie de la station d'où provient cette donnée. Nous avons donc dans un premier temps calculé les résidus moyens

de PKIKP aux 26 stations utilisées. Les erreurs instrumentales et humaines sont supposées statistiquement nulles, on les néglige donc; le résidu moyen étant calculé en chaque station pour de nombreux séismes, la moyenne des anomalies au foyer ainsi que le long du rai est nulle. Les résidus calculés représentent donc les structures sous les stations.

Ces résidus ont été comparés à ceux que nous avons calculés aux mêmes stations et pour la même période pour les ondes P (*fig. 1*). La droite de régression a pour équation :

$$R_{PKIKP} = 1,47 + R_P.$$

On constate que la corrélation est bonne entre les deux séries de résultats (coefficient de corrélation : 0,84). On note surtout un décalage de 1,47 s qui traduit une translation moyenne de l'ensemble de l'hodochrone de PKIKP par rapport à la table de Jeffreys-

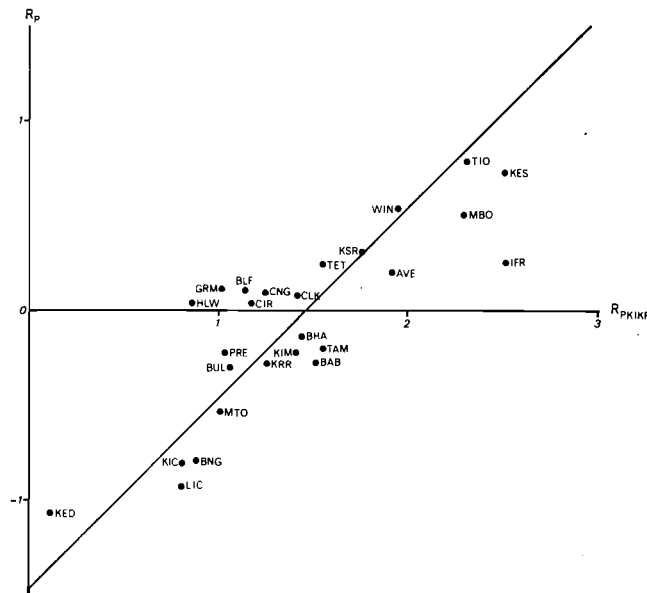


Fig. 1. — Comparaison des résidus des phases PKIKP et P aux stations africaines (repérées par leur code).

Fig. 1. — Comparison between PKIKP and P residuals at the African stations.

Bullen. Ce décalage d'environ 1,5 s est trouvé dans de nombreux travaux précédents utilisant différentes méthodes : par exemple Cleary et Hales [6], Gogna [7], Pillet [8]. Le groupe de stations choisi n'introduit donc pas d'effet particulier.

Une partie de la constante trouvée peut avoir son origine dans le noyau : on sait par les travaux sur les ondes P (par ex. [2]) que les tables de Jeffreys-Bullen introduisant des erreurs de gradient de l'hodochrone. Mais ces erreurs n'ont d'effet bien marqué que sur les rais ayant leur point le plus bas dans le manteau inférieur. Les rais verticaux (cas de PKIKP) y sont peu sensibles, et la constante trouvée est donc imputable au noyau.

L'anomalie de station précédemment calculée a ensuite été retirée à chaque résidu, station par station. L'ensemble des valeurs obtenues à toutes les stations est classé par distance et alors moyenné degré par degré : on obtient donc un terme correctif (correction de gradient) à la table de Jeffreys-Bullen, qui dépend uniquement de la distance. Cette

correction est ensuite apportée aux résidus avant de recalculer les résidus moyens des stations, et le processus est réitéré. Étant donné la stabilité des résultats, il s'avère qu'une seule itération est suffisante.

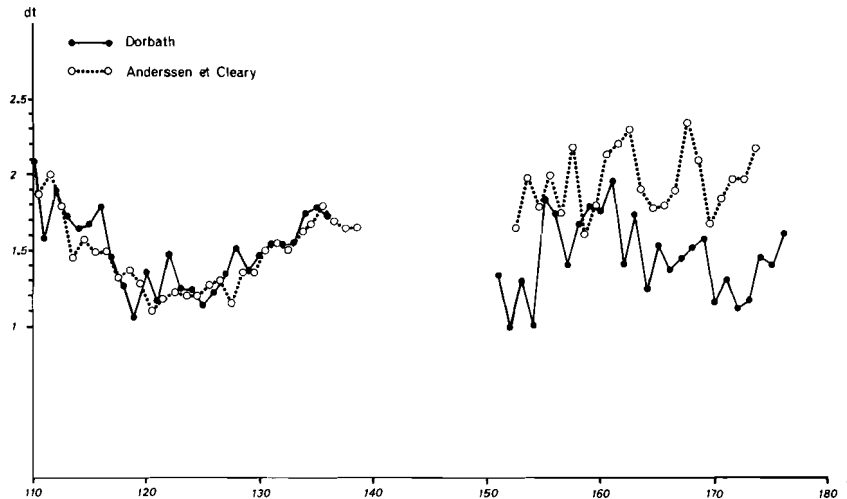


Fig. 2. — Différence des temps de propagation de PKIKP par rapport à la table de Jeffreys-Bullen en fonction de la distance épacentrale.

Fig. 2. — *Travel time residuals of PKIKP relative to Jeffreys-Bullen table.*

DISCUSSION. — Nos résultats sont présentés sur la figure 2, comparés à ceux de Anderssen et Cleary. De 110 à 140°, notre courbe coïncide exactement avec la leur. Par contre, au-delà de 150°, et surtout de 160°, les deux courbes divergent de façon significative, de 0,4 s à 0,6 s, valeur un peu supérieure aux marges d'erreur ($\mp 0,27$ s pour Anderssen et Cleary, $\mp 0,14$ s pour nous à ces distances). Un sondage effectué sur 500 résidus de PKIKP à des distances supérieures à 160° pour l'année 1967 (année utilisée par Anderssen et Cleary) montre que 16 % des stations reportées (soit 20 sur 138) fournit 62 % des données. Or ces stations ont un résidu moyen de 2,27 s d'après Pillet [8], soit supérieur d'environ 0,8 s à la moyenne mondiale de 1,5 s. En admettant que la moyenne des 118 autres stations, qui fournissent chacune moins de 5 données, est normale, on introduit une erreur de 0,5 s si l'on ne tient pas compte des corrections de station. C'est cette même valeur qu'on trouve comme décalage entre nos résultats et ceux d'Anderssen et Cleary. Par contre, entre 110 et 140°, le nombre d'observations et de stations les fournissant est beaucoup plus grand et il n'est pas nécessaire de tenir compte des corrections de station pour établir l'hodochrone.

En conclusion, la méthode statistique que nous avons adoptée, basée sur un choix strict des séismes et l'élimination des effets dus aux structures sous les stations, nous a permis d'établir les temps de propagation de la phase PKIKP en supprimant tout biais dû à un échantillonnage non représentatif des couples séisme-station.

Contribution I.P.G. n° 601.

(*) Remise le 14 juin 1982.

[1] R. S. ANDERSSSEN et J. R. CLEARLY, *Phys. Earth Planet. Int.*, 23, 1980, p. 207-214.

[2] G. POUPINET, *Thèse Univ. Grenoble*, 1977, 234 p.

- [3] C. DORBATH, *Comptes rendus*, 290, série B, 1980, p. 99.
- [4] B. A. BOLT, *B.S.S.A.*, 58, 1968, p. 1305-1324.
- [5] R. D. ADAMS et M. RANDALL, *B.S.S.A.*, 54, 1964, p. 1299-1313.
- [6] J. R. CLEARY et A. L. HALES, *J. Géophys. Res.*, 76, 1971, p. 7249-7259.
- [7] M. L. GOGNA, *Geophys. J.R. Astr. Soc.*, 16, 1968, p. 489-514.
- [8] R. PILLET, *Thèse 3^e cycle*, Univ. Grenoble, 1979, 134 p.

O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris,
I.P.G., Laboratoire d'Étude Géophysique des Structures Profondes,
Université Pierre-et-Marie-Curie, 4, place Jussieu, 75230 Paris Cedex 05.