

**TEMPS DE PROPAGATION DES ONDES P A DES DISTANCES ÉPICENTRALES DE 30 A 90 DEGRÉS,  
RÉGION DU SUD-OUEST PACIFIQUE**

par J. DUBOIS

(Centre O. R. S. T. O. M. de Nouméa)

**RÉSUMÉ.** — Les données provenant d'une explosion nucléaire aux Îles Aléoutiennes montrent que la correction à apporter vers 70° aux tables de JEFFREYS-BULLEN 1940 varie de — 5 s sous les continents à — 1,5 s sous la région sud ouest de l'océan Pacifique. L'écart relatif de 3,5 s entre continent et zone d'anomalie du Pacifique pour cette distance épacentrale est comparé aux observations de E. TRYGGVASON entre Islande et Scandinavie.

**SUMMARY.** — Data from a nuclear explosion in Aleutian Islands imply that the correction to the JEFFREYS-BULLEN tables at about 70° changes from — 5 s under continents to — 1,5 s under Pacific Ocean. The 3,5 s difference between continents and Pacific Ocean, is compared with TRYGGVASON'S observations in Iceland and Scandinavia.

**Резюме.** Сведения данные ядерным взрывом в Алеутских островах показывают что поправка которую нужно внести, около 70°, в таблицы Жефрея-Бюлена 1940 года, изменяются от — 5 сек., под материками, до — 1,5 сек., под южно-западным районом Тихого океана. Относительное отклонение в 3,5 сек. между материком и аномальной зоной Тихого океана, для этого расстояния от эпицентра, сравнивается с наблюдениями Е. Триггвасона между Исландией и Скандинавией.

L'explosion nucléaire des Îles Aléoutiennes du 29 octobre 1965 a été enregistrée par de très nombreuses stations sismologiques et en particulier par celles de Luganville, Koumac et Nouméa (fig. 1) situées à de distances épacentrales voisines de 70°.

L'United States Coast and Geodetic Survey (U. S. C. G. S.) donne dans sa publication, *Earthquake data report P. D. E.*, n° 89, du 13 décembre 1965, les paramètres de l'explosion :

H = 21 h 00 mn 00, 1 s  
Latitude : 51°44 N.  
Longitude : 179°18 E.  
Profondeur : 0 km.

On trouve ensuite une liste de stations (180) ayant enregistré cette explosion, avec les heures d'arrivée des P, les distances épacentrales, les azimuts et les temps résiduels O-C. Les temps résiduels sont les temps observés moins les temps calculés d'après les tables de JEFFREYS-BULLEN (1940). Dans la préface de ces bulletins il est noté que les calculs de distances pour chaque station tiennent compte des corrections d'ellipticité et d'altitude. La précision admise sur les temps de propagation calculés est de  $\pm 0,05$  s, les temps résiduels notés ont été arrondis au dixième de seconde.

On se propose ici de comparer les temps de propagation des ondes P pour la région sud ouest de l'Océan Pacifique et les continents de l'Amérique du Nord, de l'Asie, et de l'Europe entre 30° et 90° de distance épacentrale.

Plusieurs travaux ont été consacrés à l'étude des

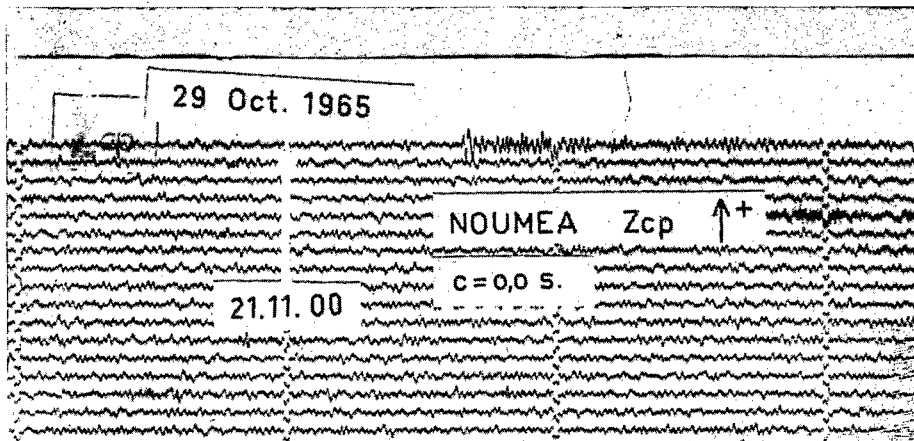


Fig. 1.

temps de propagation des ondes P à la suite de grandes explosions. Rappelons les principaux :

1° Y. LABROUSTE (1958) calcule les coordonnées et l'heure origine des explosions du Pacifique (1954 à 1957) en appliquant la correction de  $-2$  s proposée par B. GUTENBERG pour les séismes océaniques et trouve pour les 4 explosions étudiées des écarts par rapport aux heures réelles d'explosion de  $0,0$  s,  $+0,3$  s,  $+0,3$  s,  $-0,1$  s. La même détermination de l'heure origine faite cette fois à partir des points exacts d'explosion donne les résultats presque identiques :  $0,0$  s,  $+0,3$  s,  $+0,2$  s et  $0,0$  s soit en moyenne  $+0,1$  s ce qui confirme bien la correction de B. GUTENBERG.

2° D. S. CARDER et L. F. BAILEY (1958) notent que les temps de propagation du Pacifique vers l'Amérique du Nord suivent bien les tables de JEFFREYS-BULLEN (1940) et GUTENBERG (1953) sauf qu'ils sont plus courts de deux secondes.

3° NGUYEN HAI (1963) indique que les écarts aux tables de JEFFREYS-BULLEN (1940) sont plus grands entre  $20^\circ$  et  $50^\circ$  qu'aux distances supérieures à  $70^\circ$  (entre  $50^\circ$  et  $70^\circ$ , les observations sont peu nombreuses et assez dispersées) ... la correction à apporter pour  $h = 200$  km et  $h = 600$  km aux courbes de JEFFREYS-BULLEN (1940) est sensiblement égale à la correction de  $-2,1$  s déjà faite sur la courbe de surface.

4° A la suite des expériences du Sahara M. A. CHOU-

DHURY et J. P. ROTHE (1965) notent qu'entre  $25^\circ$  et  $80^\circ$  les temps de propagation des tables de JEFFREYS-BULLEN (1940) sont trop longs de  $2,5$  s.

### RÉSULTATS RELATIFS

#### A L'EXPLOSION DES ILES ALÉOUTIENNES

Dans les tableaux qui suivent les stations du Pacifique ont été séparées des stations continentales (fig. 2). Pour chaque station ont été notées les distances épicentrales  $\Delta$  (arrondies au  $1/10$  de degré) et la valeur de O-C (USCGS).

On constate (fig. 3) que :

1° les temps résiduels sont négatifs, ce qui est conforme aux résultats des travaux cités.

2° les O-C des stations des Nouvelles Hébrides ou de la Nouvelle Calédonie sont compris entre  $-1$  s et  $-2$  s. Il en est de même pour Vunikawai (Fidji) et Papeete (Polynésie).

3° sur les côtes américaines du Pacifique, les côtes Nord-Est de l'Australie, les côtes du Japon, de la Nouvelle Guinée, des Iles Salomon les O-C sont compris entre  $-2$  s et  $-3,5$  s.

4° pour les stations de l'Australie du Sud-Est O-C est compris entre  $-1$  s et  $-1,6$  s.

5° pour les stations continentales d'Amérique du Nord et d'Europe les O-C décroissent de  $-3$  s à  $-5,5$  s

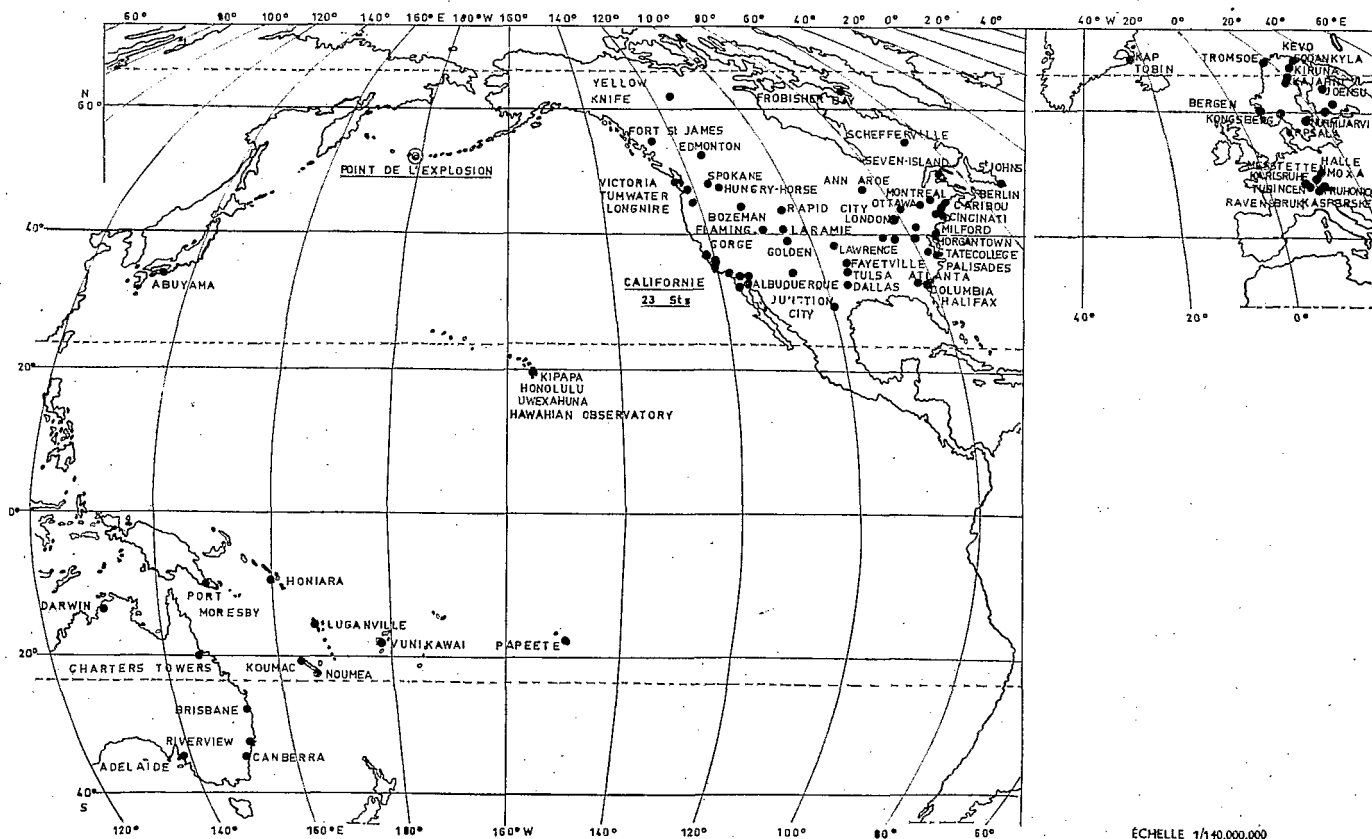


FIG. 2.

PACIFIQUE			CÔTES OUEST DE L'AMÉRIQUE		
STATIONS	$\Delta^{\circ}$	O — C s	STATIONS	$\Delta^{\circ}$	O — C s
Hawaï			Canada		
Kipapa .....	34,8	— 0,8	Fort St James .....	33,4	— 3,5
Honolulu .....	34,9	— 0,7	Yellow knife .....	36,1	— 3,2
Uwexahuna .....	37,7	— 1,0	Victoria .....	36,2	— 2,3
Hawahian volcano observatory .....	37,7	— 1,1	Washington		
Nouvelles Hébrides			Tumwater .....	37,2	— 3,0
Nouvelle Calédonie			Longmire .....	38,0	— 3,0
Luganville .....	67,5	— 1,9	Californie		
Koumac .....	72,9	— 1,3	Berkeley .....	42,7	— 2,2
Noumea .....	74,3	— 1,2	Pilarcitos Creek .....	42,8	— 2,9
Australie Nord-Est			Granite Creek .....	43,4	— 2,5
Darwin .....	76,1	— 2,3	Mt Hamilton .....	43,4	— 2,4
Charters Towers .....	76,8	— 2,8	Jamestown .....	43,8	— 1,9
Australie Sud-Est			Paraiso .....	44,2	— 2,3
Brisbane .....	81,9	— 1,6	Llanada .....	44,3	— 2,1
Riverview .....	88,4	— 1,0	Priest .....	44,8	— 2,1
Canberra .....	90,4	— 1,1	Tinemaha .....	45,7	— 1,8
Adélaïde .....	93,1	— 1,6	King ranch .....	45,9	— 2,1
Autres régions			Woody .....	46,2	— 3,1
Japon			Isabella .....	46,4	— 3,3
Abuyama .....	35,3	— 2,1	Santa Barbara .....	46,4	— 2,1
Salomon			Fort Tejon .....	46,7	— 2,9
Honiara .....	62,9	— 3,0	China Lake .....	46,9	— 2,9
Nouvelle Guinée			Pasadena .....	47,6	— 3,5
Port Moresby .....	66,6	— 2,9	Mount Wilson .....	47,6	— 3,2
Fidji			Goldstone .....	47,7	— 3,2
Vuni Kawai .....	69,2	— 1,7	Cedar Springs .....	48,0	— 2,7
Polynésie			Riverside .....	48,2	— 3,4
Papeete .....	73,9	— 1,4	Palomar .....	48,9	— 3,2
			Hayfield .....	49,5	— 3,5
			Barrett .....	49,5	— 3,2

## NORD DE L'AMÉRIQUE ET EUROPE

STATIONS	$\Delta^{\circ}$	O — C s	STATIONS	$\Delta^{\circ}$	O — C s
Canada et Nord U. S. A.			Berlin (New Ampshire)	66,7	— 5,6
Edmonton .....	39,8	— 3,7	Milo .....	67,2	— 5,4
Spokane .....	40,2	— 3,6	Washington science center	68,0	— 5,6
Hungry Horse .....	41,8	— 3,0	Palisades .....	68,2	— 5,4
Alert .....	42,8	— 2,7	Georgetown .....	68,2	— 5,1
Bozeman .....	44,6	— 4,1	East Machias .....	68,3	— 5,3
Nord .....	46,9	— 3,6	Weston .....	68,3	— 5,2
Flaming gorge .....	48,7	— 4,7	Fordham .....	68,3	— 4,7
Rapid city .....	50,4	— 5,0	Atlanta .....	68,4	— 5,0
Laramie .....	50,7	— 4,4	Columbia .....	69,8	— 5,6
Golden .....	51,9	— 3,6	Halifax .....	70,0	— 5,3
Frobisher bay .....	53,9	— 5,0	Saint John's .....	71,8	— 4,0
Albuquerque .....	54,3	— 3,6	Europe		
Kap Tobin .....	57,5	— 4,2	Kevo Finlande .....	57,4	— 3,3
Lawrence .....	58,3	— 6,1	Tromsø .....	58,4	— 5,0
Tulsa .....	60,0	— 4,9	Kiruna .....	60,0	— 7,2
Schefferville .....	60,8	— 4,7	Sodankyla .....	59,7	— 5,3
Fayetville .....	60,8	— 0,4	Kajahni .....	62,7	— 5,3
Junction city .....	61,4	— 2,9	Joensuu .....	63,7	— 5,8
Dallas .....	61,6	— 3,0	Nurmijarvi .....	66,5	— 5,1
Ann Arbor .....	62,3	— 5,1	Uppsala .....	68,1	— 5,3
London (Canada) .....	63,0	— 5,0	Bergen .....	68,4	— 5,0
Scarborough .....	63,5	— 5,2	Kongsberg .....	68,9	— 4,3
Ottawa .....	64,0	— 6,4	Halle .....	76,9	— 4,2
Cincinnati .....	64,1	— 4,4	Moxa .....	77,7	— 4,6
Milford .....	64,2	— 5,2	Pruhonice .....	78,1	— 4,4
Seven Island .....	64,5	— 6,3	Kasperske Hory .....	79,1	— 3,8
Montréal .....	64,9	— 6,7	Karlsruhe .....	79,6	— 3,0
Caribou .....	66,3	— 5,4	Tubingen .....	80,1	— 3,5
Morgan Town .....	66,1	— 4,2	Messtetten .....	80,4	— 3,9
State College .....	66,3	— 5,1	Ravensbruck .....	80,8	— 4,1

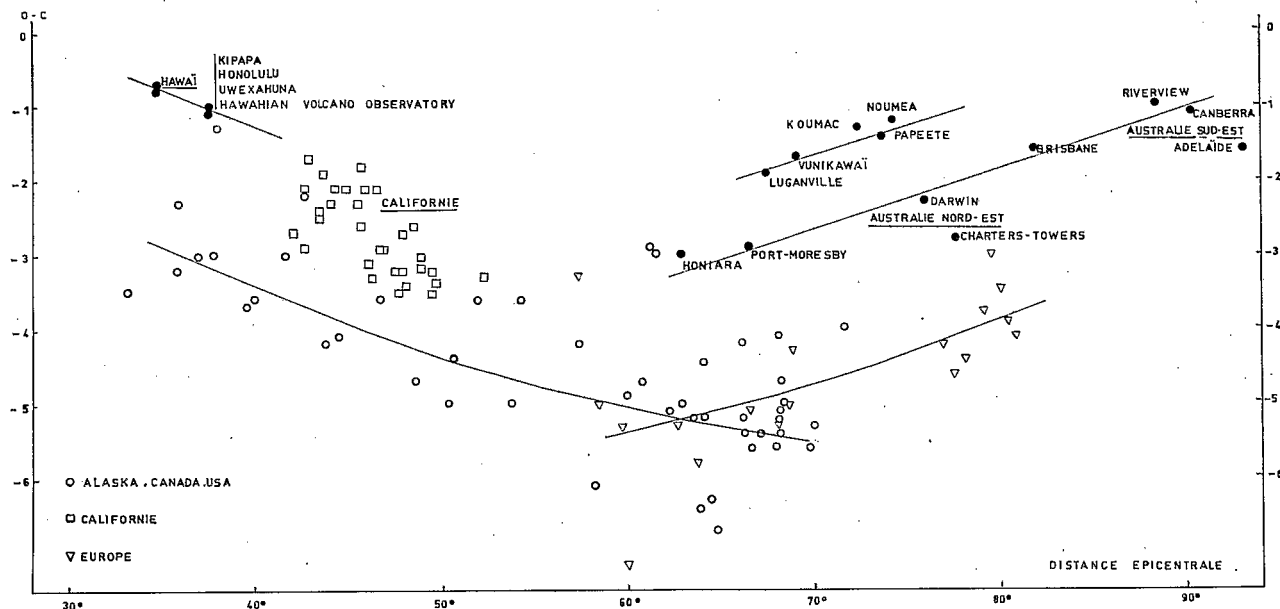


FIG. 3.

entre 30° et 70° pour redevenir croissants au delà de 70° (cette croissance a été signalée par N. HAI, 1963). *Comparaison entre les stations des Nouvelles-Hébrides ou de Nouvelle-Calédonie et les stations continentales. Essai d'interprétation.*

Le fait essentiel observé est l'écart relatif entre nos stations et les stations continentales situées à la même distance épacentrale.

On trouve pour les moyennes de O-C (distance de 70° environ)

$$\text{O-C Nord Amérique} = -5,1 \pm 0,1 \text{ s}$$

(11 données, variance  $\sigma^2 = 0,19$ ; erreur probable sur la moyenne  $\sigma/\sqrt{2n} = \pm 0,1 \text{ s}$ )

$$\text{O-C Europe} = -5,0 \pm 0,2 \text{ s (4 données } \sigma^2 = 0,25).$$

La valeur de O-C LUGANVILLE = -1,9 s est légèrement différente de O-C NOUMEA = -1,2 s et de O-C KOUMAC = -1,3 s. Comme la précision de la lecture est meilleure que  $\pm 0,2 \text{ s}$  on doit mettre en cause les hétérogénéités locales entre les Nouvelles Hébrides et la Nouvelle Calédonie.

Donc l'écart entre les stations de Nouvelle Calédonie et les stations continentales pour une même distance épacentrale de 70° est de  $3,8 \pm 0,3 \text{ s}$ , celui de LUGANVILLE est de  $3,1 \pm 0,3 \text{ s}$ .

Nous rapprocherons cette observation de celle de TRYGGVASON (1964) faite grâce aux données d'un grand nombre de séismes enregistrés aux 2 stations de Reykjavik en Islande (zone d'anomalie de la crête atlantique) et de Kiruna en Suède (bouclier scandinave). Son étude statistique portant sur 125 valeurs de O-C donne :  $T_{\text{Reykjavik}} - T_{\text{Kiruna}} = +2,7 \text{ s}$  pour des distances épacentrales comprises entre 60° et 80°. En tenant compte des différences de structure connues de l'écorce sous les stations :  $T_{\text{Reykjavik}} - T_{\text{Kiruna}} = +4,1 \text{ s}$ . Les vitesses des ondes P dans le manteau supérieur étant de 7,4 km/s sous Reykjavik et de 8,36 km/s sous Kiruna

l'auteur y voit la cause de l'écart observé dans les temps de propagation et propose un modèle dans lequel cette différence de vitesse s'étendrait sur  $246 \pm 36 \text{ km}$  d'épaisseur.

Notre région est également une zone d'anomalies et nous avons mis en évidence des vitesses faibles dans le manteau supérieur le long de l'arc séismique des Nouvelles Hébrides (7,4 km/s). Notons également que les stations d'Europe et d'Amérique dont les données sont comparées avec celles des stations des Nouvelles Hébrides ou de la Nouvelle Calédonie sont situées dans des régions où les vitesses des P dans le manteau supérieur sont de 8,4 km/s (Nurmijarvi, Uppsala, Bergen etc... et Palisades, Georgestown [HERRIN et TAGGART 1962]). Ici, également, les différences de vitesse des ondes P dans le manteau supérieur doivent être à l'origine des écarts observés entre les temps de propagation.

Manuscrit reçu le 18 juillet 1966.

#### BIBLIOGRAPHIE

- [1] CARDER D. S. and L. F. BAILEY, Seismic waves travel times from nuclear explosions, *Bull. of Seism. Soc. of Am.*, **48**, 377-398, october 1958.
- [2] CHOUDHURY M. A. et J. P. ROTHE, Durée de propagation des ondes P ; anomalie vers 20°, *Annales de Géophysique*, **21**, n° 2, avril-juin 1965, 266-272, 1965.
- [3] DUBOIS J., Sur la vitesse de propagation des ondes P le long de l'arc séismique des Nouvelles-Hébrides, *C. R. Acad. Sc. Paris*, **260**, 2275-2277 (122 février 1965).
- [4] HERRIN E. and J. TAGGART, Regional variations in Pn velocity, *Bull. of the Seism. Soc. of Am.*, **52**, n° 5, 1037-1046, 1962.
- [5] LABROUSTE Y., Enregistrement sismiques d'explosions nucléaires, *C. R. Acad. Sci.*, Paris, **247**, n° 3, 321-323 (21 juillet 1958).
- [6] NGUYEN HAI, Propagation des ondes longitudinales dans le noyau terrestre, *Annales de Géophysique*, **19**, 1-62, 1963.
- [7] TRYGGVASON, Arrival times of P waves and upper Mantle structure, *Bull. of the Seism. Soc. of Am.*, **54**, n° 2, 727-736, 1964.

EXTRAIT DES  
ANNALES DE GÉOPHYSIQUE

Tome 22, 1966

B 11559