



**HAL**  
open science

# Centenaire de mesures de confirmation de la Relativité Générale à Tahiti et en Australie : L'expédition scientifique de 1922-1923 dirigée par William Wallace Campbell et Robert Trumpler

Jean-Pierre Barriot, Peter Brown, Claude Lamotte, Eric Mahe, Jean-Martial  
Mari, Benoît Stoll

## ► To cite this version:

Jean-Pierre Barriot, Peter Brown, Claude Lamotte, Eric Mahe, Jean-Martial Mari, et al.. Centenaire de mesures de confirmation de la Relativité Générale à Tahiti et en Australie : L'expédition scientifique de 1922-1923 dirigée par William Wallace Campbell et Robert Trumpler. Bulletin de la société des études océaniques, 2023, 361. hal-04520874v2

**HAL Id: hal-04520874**

**<https://hal.science/hal-04520874v2>**

Submitted on 10 Apr 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ  
DES ÉTUDES OCÉANIENNES  
N°361 - Septembre/Décembre 2023**

N°361 - Septembre/Décembre 2023

*Hōrue* (surf), parcours singuliers  
et mission scientifique à Tahiti



  
S.E.O.

Ouvrage soutenu par la Vice-présidence, le Ministère de la culture, de l'enseignement supérieur,  
de l'environnement, du foncier et de l'artisanat en charge des relations avec les institutions



# BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ DES ÉTUDES OCÉANIENNES (POLYNÉSIE ORIENTALE)

N°361 - SEPTEMBRE/DÉCEMBRE 2023

## Sommaire

<b>Mot de la Présidente de la S.E.O.</b> .....	p. 2
Vāhi Sylvia Tuheiaiva-Richaud	
<b>Le hōrue aux îles de la Société ; trajectoire aux temps anciens et coloniaux</b> .....	p. 5
Thibaut Aussant	
<b>Charles van den Broek d'Obrenan, mystérieux Gentleman farmer de Mahina (Tahiti) 2<sup>e</sup> partie (1948-1956)</b> .....	p. 33
Christian Coiffier	
<b>La littérature de l'irréel : écrits pour une réhabilitation de « l'essence mā'ohi »</b> .....	p. 69
Sandrine Joelle Eyang E.	
<b>Centenaire des mesures de confirmation de la Relativité Générale à Tahiti et en Australie : L'expédition scientifique de 1922-1923 dirigée par William Wallace Campbell et Robert Trumpler</b> .....	p. 93
Jean-Pierre Barriot, Peter Brown, Claude Lamotte, Eric Mahe, Jean-Martial Mari, Benoît Stoll	
<b>Voyages et impressions de voyages, ou la naissance du mythe de Tahiti</b> .....	p. 125
Robert Koenig	
<b>Bligh, l'insubmersible</b> .....	p. 130
Serge Dunis	
<b>Hommage à Philippe Raust</b> .....	p. 147
<b>Vie de la S.E.O.</b> .....	p. 149
<b>Bilan AGO 2023</b> .....	p. 155

**Centenaire des mesures  
de confirmation de la Relativité Générale  
à Tahiti et en Australie :  
L'expédition scientifique de 1922-1923  
dirigée par  
William Wallace Campbell et Robert Trumpler**

**Jean-Pierre Barriot**

Observatoire Géodésique de Tahiti, Université de la Polynésie française  
courriel : jean-pierre.barriot@upf.pf

**Peter Brown**

Professeur Emérite, Université de la Polynésie française ; Professeur Associé  
Australian National University, Canberra - courriel : peter.brown@upf.pf

**Claude Lamotte**

Société d'Astronomie de Tahiti - courriel : lamotte@gmail.com

**Eric Mahe**

Société d'Astronomie de Tahiti - courriel : ericmahe689@gmail.com

**Jean-Martial Mari**

Laboratoire GEPASUD, Université de la Polynésie française  
courriel : jean-martial.mari@upf.pf

**Benoît Stoll**

Laboratoire GEPASUD, Université de la Polynésie française  
courriel : benoit.stoll@upf.pf

### **Introduction**

L'astronome suisse-américain Robert Trumpler a séjourné à Tahiti en avril-mai 1922 pour des mesures de confirmation de la théorie nouvelle-née de la Relativité Générale (divulguée en 1915), en combinaison avec des mesures faites à Wallal (Australie du nord-ouest) en septembre 1922. Si l'expédition de Wallal est très documentée, en revanche aucune description du séjour de R. Trumpler à Tahiti ne semble exister. Nous essayons ici de combler cette lacune à l'occasion du centenaire de ces mesures, avec une présentation alliant le pourquoi de son séjour à Tahiti et des détails plus anecdotiques, avec la localisation



probable de son observatoire provisoire. La traduction de trois lettres qu'il a échangées durant son séjour avec son Observatoire de base américain est aussi mise à la disposition du lecteur.

### **La théorie de la Relativité Générale**

La théorie de la Relativité Générale, l'une des plus belles réalisations de l'esprit humain, a vu le jour dans le cerveau d'Albert Einstein après la constatation expérimentale, à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, de l'existence d'une vitesse-limite de transmission de l'information (appelée improprement « vitesse de lumière »), et cela en deux étapes : la première en 1905, avec une théorie de première approche, dite « Relativité Restreinte », essentiellement utilisée de nos jours en physique atomique, puis avec une extension, dite « Relativité Générale », publiée en 1915, adaptée aux distances et aux phénomènes de l'astronomie et de l'astrophysique. Cette extension portait en elle la compréhension du phénomène de la gravitation et la preuve mathématique, sinon physique, que l'univers avait eu un « commencement ».

Le changement de paradigme avec les théories de la physique classique, de Newton (1687 [R1]) à Maxwell (1865 [R2]), était total. La théorie ne venait en fait que réconcilier diverses observations contradictoires accumulées depuis le temps de Newton, dans un moule mathématique cohérent et élégant, mais très difficile à maîtriser pour la plupart des physiciens, et plus encore pour le grand public.

Le concept majeur était que temps et espace étaient fusionnés dans une même entité géométrique, dite « espace-temps ». Nous pouvons illustrer ce changement de paradigme par les deux extraits suivants. Newton déclarait ainsi, dans ses *Principes Mathématiques* en 1687 :

Le temps absolu, vrai et mathématique, en lui-même et de sa propre nature, coule uniformément sans relation à rien d'extérieur, et d'un autre nom est appelé durée [...]. L'ordre

des parties de l'espace est tout aussi immuable que celui des parties du temps ; car si les parties de l'espace sortaient de leurs lieux, ce serait, si l'on peut s'exprimer ainsi, sortir d'elles-mêmes. Les temps et les espaces n'ont pas d'autres lieux qu'eux-mêmes, et ils sont les lieux de toutes les choses. Tout est dans le temps, quant à l'ordre de la succession ; tout est dans l'espace quant à l'ordre de la situation.

Deux-cent-vingt ans plus tard, Minkowski, l'un des professeurs d'Einstein, et qui fut le premier à comprendre la nature géométrique de l'espace-temps à partir des travaux de son étudiant, déclarait en 1908 à la 80<sup>ième</sup> Assemblée des scientifiques allemands [R3] en sciences naturelles, en contre-point :

*Messieurs ! Les conceptions de l'espace et du temps que je souhaite vous exposer ont surgi du sol de la physique expérimentale, et c'est là leur force. Ils sont radicaux. Désormais l'espace en lui-même, et le temps en lui-même, sont voués à s'évanouir en de simples ténèbres, et seule une sorte d'union des deux conservera une réalité indépendante.*

Une discussion en profondeur des différences conceptuelles profondes entre mécanique newtonienne et mécanique einsteinienne est donnée en référence [R4].

### **Les premiers tests de la Relativité Générale dans le système solaire**

Autant la Relativité Restreinte reçut rapidement un accueil enthousiaste et unanime, car elle fut instrumentale dans l'émergence de la mécanique quantique, autant la Relativité Générale fut, elle, reçue avec beaucoup de réserve. Elle ne prédisait en effet, à l'échelle du système solaire, que deux très légères corrections à des effets déjà pris en compte par la physique newtonienne.

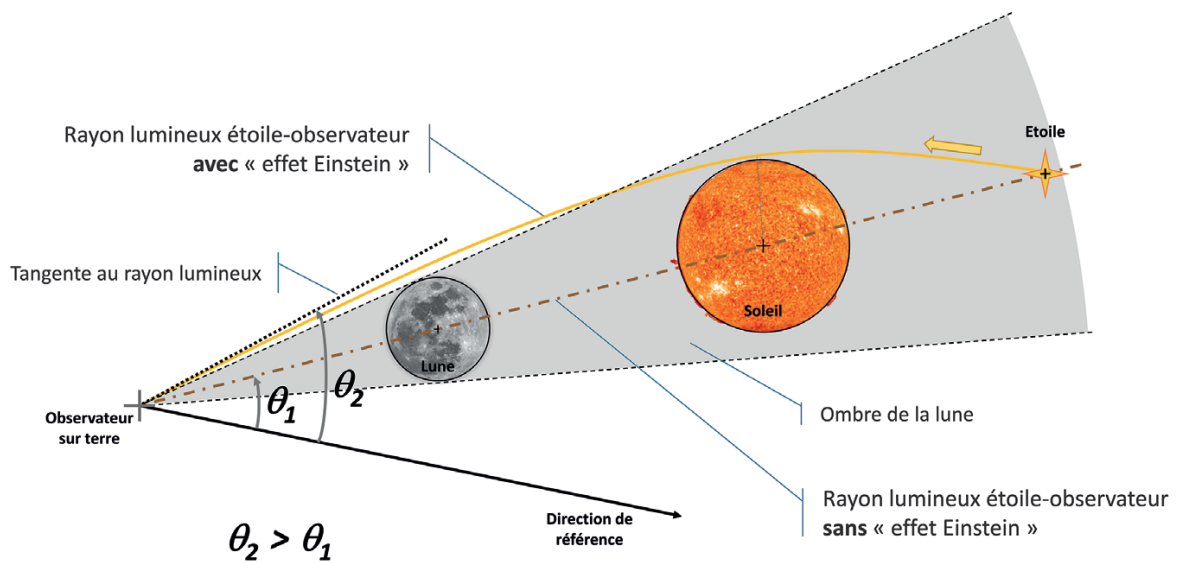
La première correction portait sur le fait que la ligne des nœuds de l'orbite de Mercure (la ligne qui joint le point de l'orbite le plus proche du soleil au point le plus lointain) pivotait dans l'espace d'une façon légèrement moins prononcée que

celle classiquement prévue [R5]. La deuxième correction, dite « effet Einstein » portait sur la déflexion des rayons lumineux émis par des étoiles lointaines passant au voisinage du Soleil. C'est l'observation de cette deuxième correction dont nous allons traiter ici. La théorie newtonienne prédisait déjà une telle déflexion (le terme technique est « trajectoire hyperbolique »), si on assimilait, comme admis par Newton, la lumière à un flot de corpuscules (les « photons »), de masse négligeable mais non nulle. La théorie d'Einstein prédisait, elle, que le photon ne pouvait *pas* être assimilé à une particule matérielle, même de masse négligeable, et que la déflexion de sa trajectoire devait être le double de la valeur prédite par la physique newtonienne [R6]. Cette déflexion, noyée par la luminosité du soleil, est impossible à observer, sauf dans le cas très particulier d'une éclipse totale, où la Lune vient masquer la lumière de l'astre et rend visible les étoiles qui sont proches de son limbe. La Figure 1 illustre la technique de mesure.

### **La mission de confirmation du test de courbure des rayons lumineux de W. W. Campbell et R. Trumpler**

Une première mission d'observation de ce phénomène de déflexion fut organisée par les astronomes britanniques Frank Watson Dyson et Arthur Stanley Eddington. Il s'agissait en fait d'une double mission, lors de l'éclipse solaire totale du 29 mai 1919, visible depuis l'île africaine de Príncipe et la ville brésilienne de Sobral. Après le retour des deux expéditions, les résultats confirmant les prédictions d'Einstein furent présentés par Eddington à la Royal Society of London avec une large couverture médiatique qui fit la renommée d'Einstein [R7]. Néanmoins, certains physiciens étaient peu convaincus par ces résultats, qui étaient en limite des capacités de mesure de l'époque.

Une pleine confirmation attendait donc des mesures contradictoires, faites par d'autres équipes, lors d'autres éclipses



**Figure 1.** Géométrie de l'« effet Einstein » (figure non à l'échelle, l'étoile a été représentée pour des raisons de clarté du dessin derrière le Soleil). La courbure de l'espace-temps au voisinage du Soleil éloigne les étoiles du disque solaire. L'effet est très minime, et induit une déflexion  $\theta_2 - \theta_1$  de **1.75''** si le rayon lumineux rase le limbe solaire. Le symbole « '' » veut dire « arc-seconde », soit la 3600<sup>ième</sup> partie d'un degré d'angle.

(Réalisation Jean-Martial Mari.)

solaires, avec l'utilisation d'autres télescopes et d'autres algorithmes de réduction des mesures. Telle fut la justification de la mission de confirmation menée par l'Américain William Wallace Campbell et le Suisse-Américain Robert Trumpler sous l'égide de l'Observatoire Lick lors de l'éclipse solaire visible depuis Wallal en Australie le 21 septembre 1922 [R8]. Une notice biographique de R. Trumpler est disponible en référence [R9], et une de W. Campbell en référence [R10]. L'Observatoire Lick, fondé en 1876, est un observatoire astronomique de l'Université de Californie situé au sommet du mont Hamilton à l'est de la ville de San José.

Comme l'indique la Figure 1, la mesure de déviation de la propagation des rayons lumineux nécessite en fait la comparaison de deux clichés (un cliché par mesure de chacune des directions  $\theta_2$  et  $\theta_1$ ). Le premier est celui du champ d'étoiles qui sera visible lors de l'éclipse, mais hors présence du Soleil et de la Lune.





C'est le cliché dit « de référence ». Le deuxième cliché est celui du champ d'étoiles lors de l'éclipse, la Lune masquant le Soleil et rendant possible cette photographie. L'île de Tahiti fut choisie comme lieu permettant la réalisation de nuit du cliché de référence, l'observation de l'éclipse elle-même ayant lieu à Wallal. Réaliser le cliché de référence à Wallal aurait nécessité d'y d'arriver plusieurs semaines, voire plusieurs mois, avant l'éclipse, pour pouvoir observer le champ stellaire de nuit hors de la présence de toute lumière provenant de la Lune ou du Soleil. La latitude de Tahiti étant sensiblement la même que celle de Wallal, le champ stellaire pris à la bonne heure était sensiblement équivalent. L'expédition de Tahiti fut menée par Robert Trumpler en avril-mai-juin 1922, avec des observations faites du 24 au 30 mai ; et celle de Wallal par William Wallace Campbell et Robert Trumpler en septembre de la même année.

W. Campbell et R. Trumpler publièrent deux articles d'analyse des données de Wallal et Tahiti, l'un en 1923 [R11], l'autre, plus affiné, en 1928 [R12]. Une note sur les contributions respectives de W. Campbell et de R. Trumpler à cette expédition peut être trouvée dans la référence [R12]. Un an après les mesures, un télégramme triomphant de confirmation (Figure 2) de la théorie d'Einstein fut envoyé le 12 avril 1923 par la direction de l'Observatoire Lick à l'Observatoire Royal de Greenwich. Il disait en substance [R13] :

*Trois paires de clichés pris à Tahiti et Australie ont été mesurées par Campbell et Trumpler. 62 à 84 étoiles avec chacune 5 à 6 mesures ont été prises en compte, donnant comme résultat entre 1,59 et 1,86 secondes d'arc. La valeur moyenne est de 1,74 seconde d'arc. Nous ne répèterons pas cette mesure lors de la prochaine éclipse.*

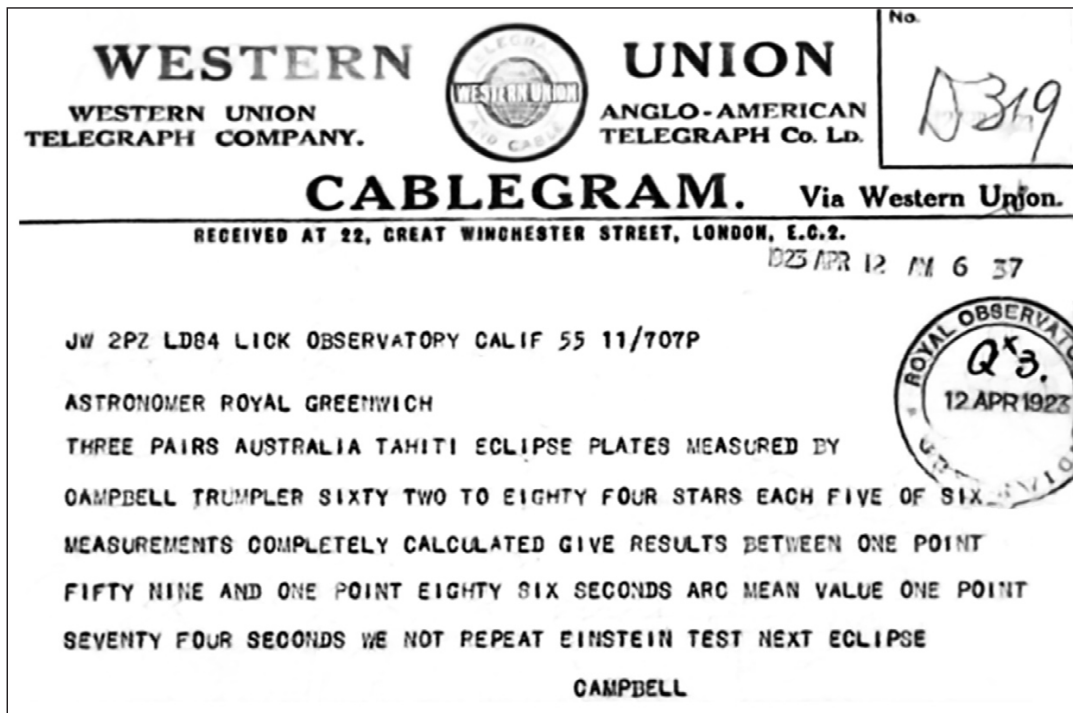
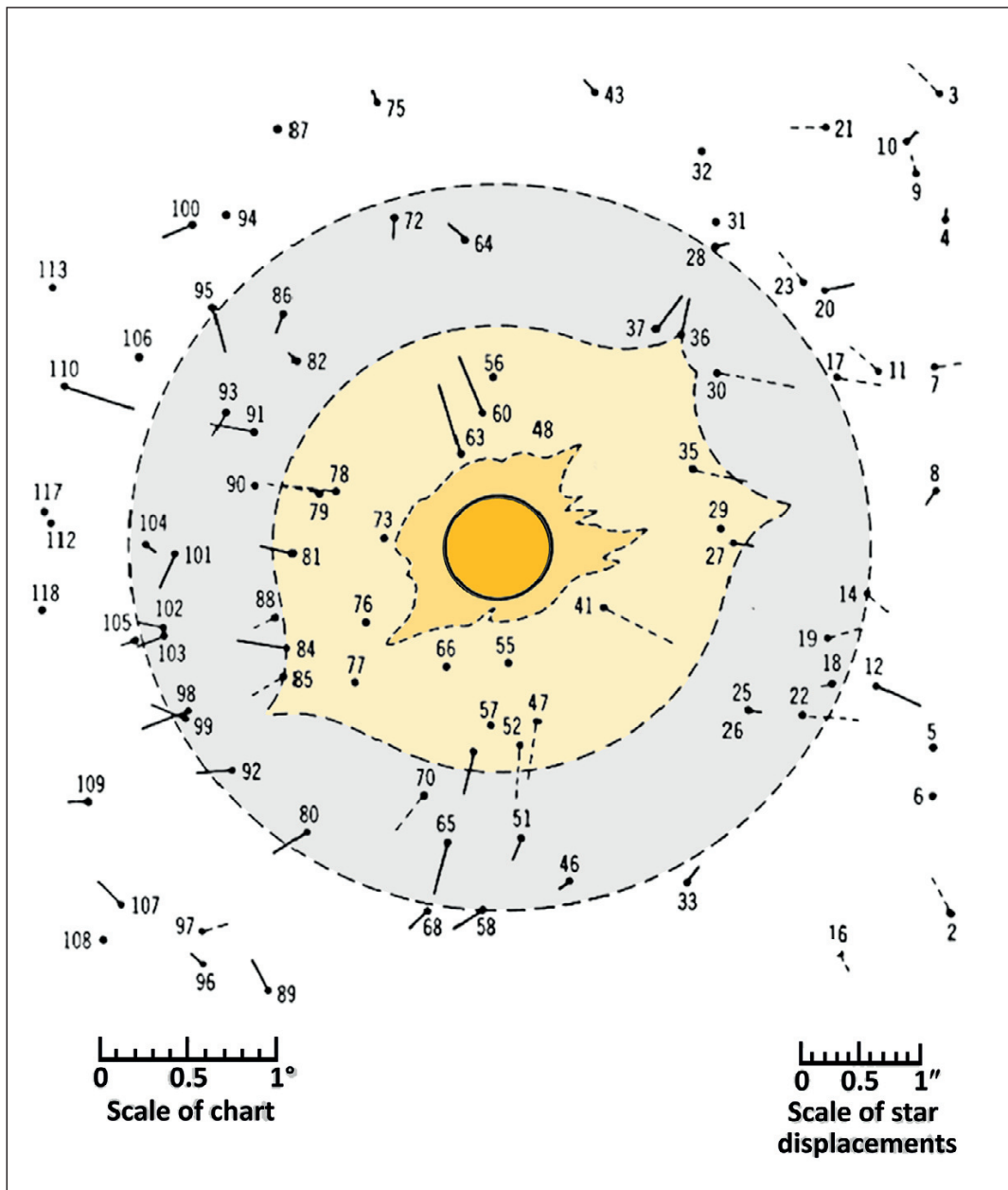


Figure 2 : Télégramme triomphant de W. Campbell émis le 12 avril 1923 annonçant à l'Observatoire de Greenwich la confirmation de la théorie de la Relativité Générale par les mesures faites à Wallal et à Tahiti en 1922.

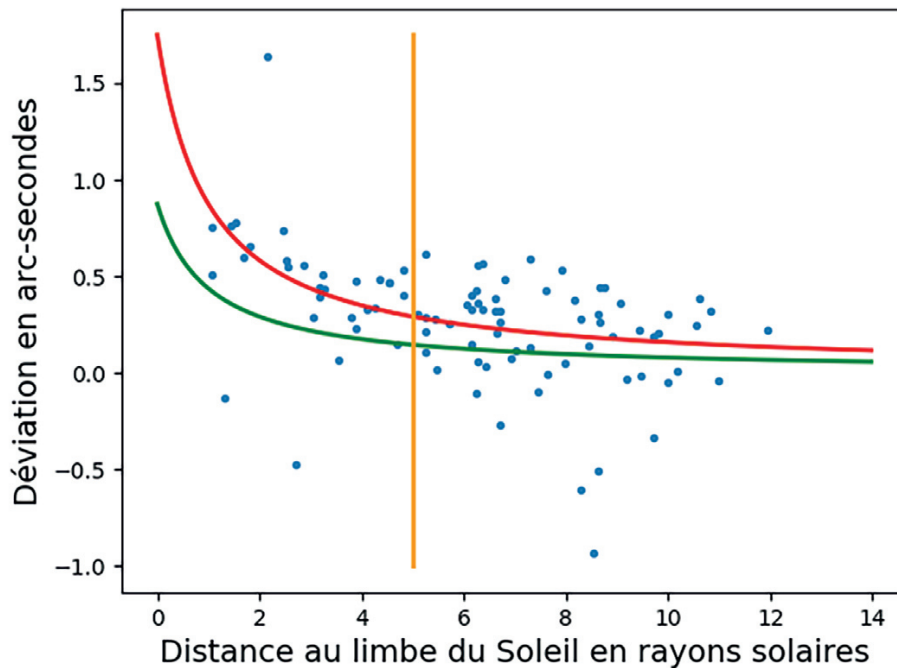
(Source : [R13, Fig. 9])

La référence [R14, p. 39, Table 1-4] répertorie onze déterminations de la déflexion des rayons lumineux sur des observations d'éclipses s'étalant de 1919 à 1952, dont les travaux de W. Wallace et R. Trumpler de 1923 (leur valeur moyenne publiée est de  $1,72'' \pm 0,11$ ) (le symbole «  $\pm$  » indique les secondes d'arc, soit la 3600<sup>ième</sup> partie du degré d'angle). La valeur la plus forte donnée avec barres d'erreurs sur cette table est de  $2,24'' \pm 0,10$ , la valeur la plus faible étant de  $1,61'' \pm 0,30$ , pour une valeur prédite de  $1,75''$  pour la théorie d'Einstein et de  $0,87''$  pour la théorie newtonienne. Ceci tempère un peu l'enthousiasme du télégramme et son triomphant « Nous ne répéterons pas cette mesure lors de la prochaine éclipse ». Si l'expédition de Wallal confirmait bien la prédiction de la Relativité Générale, la barre d'erreur de W. Campbell et R. Trumpler ( $0,11''$ ) était certainement optimiste (voir Figures 3 et 4).



**Figure 3 :** Déplacement gravitationnel des étoiles au voisinage du Soleil, obtenu par comparaison des plaques prises à Tahiti (points noirs) et Wallal par l'astrographe de 15 pieds de focale. Les étoiles proches du Soleil sont théoriquement écartées du disque solaire par l'effet de lentille gravitationnelle. Le disque du Soleil (696 340 km de rayon) est le rond du milieu de la figure, la couronne solaire basse la zone en orangé léger, la couronne solaire étendue la zone en orangé plus clair. Le disque externe, en gris, fait 2 degrés de diamètre, soit quatre fois le diamètre du Soleil. Au-delà de ce disque, les étoiles ont théoriquement un déplacement angulaire très faible. Les valeurs mesurées des déplacements sont reportées sur la Figure 4 et comparées avec la valeur théorique d'Einstein. Source [R11 et R14], redessinée.

(Réalisation Jean-Martial Mari.)



**Figure 4 :** Mesures de déviation (en bleu) des rayons lumineux d'étoiles proches du limbe solaire faites par comparaison de clichés, pris à Wallal lors de l'éclipse de septembre 1922 et à Tahiti en avril-mai 1922. 92 étoiles furent utilisées pour cette comparaison [R11]. La loi attendue selon la théorie de la Relativité Générale (en rouge) est de la forme  $1,75'' / (d+1)$ , où  $1,75''$  est la valeur de la déflexion au limbe du Soleil, et « d » est la distance en rayons solaires de l'étoile au limbe du Soleil. La courbe en vert correspond à la loi attendue suivant la théorie newtonienne de la lumière. Les mesures collent mieux à la courbe en rouge qu'à la courbe en vert à gauche de la ligne verticale en orange (distance au limbe solaire de 5 rayons solaires), où la déviation attendue est la plus forte. On remarque une plus forte dispersion des mesures à droite de la ligne orange, peut-être liée au fait que l'observation de l'éclipse à Wallal a été faite à la mi-journée dans des conditions de chaleur (et donc de turbulence) très forte, ou/et à une déformation des plaques photographiques. Origine des mesures (en bleu) : Table II de la référence [R11].

(Réalisation Jean-Pierre Barriot, à partir de la Table II de la référence [R11].)

La confirmation inéquivoque de la distorsion de l'espace-temps au voisinage du Soleil fut donnée bien plus tard par l'observation de l'effet dit « Shapiro », prédit par l'astrophysicien américain du même nom. C'est un effet proche-cousin de l'« effet Einstein », résultant lui aussi de la relativité générale, qui voit le chemin optique d'un signal électromagnétique se propageant au voisinage du Soleil rallongé de plusieurs dizaines de kilomètres, soit plusieurs micro-secondes en temps de propagation.



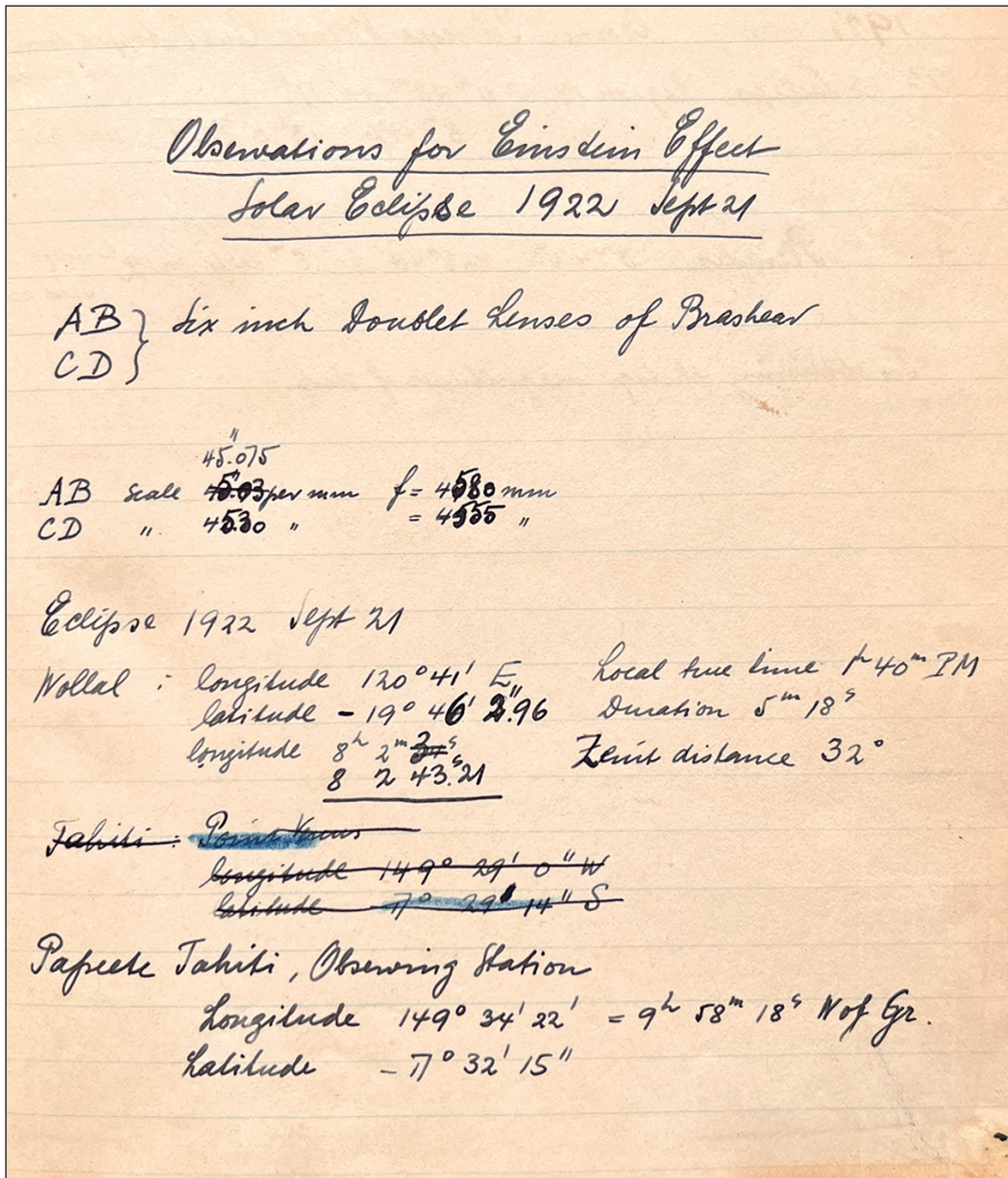


Il fut mesuré de façon éclatante en 1976 lors de la conjonction supérieure Mars-Soleil-Terre sur les signaux radio émis par les sondes Viking 1 et 2 posées à la surface de Mars [R15], avec une précision meilleure que 0,5 % par rapport à la prédiction de la relativité générale. La messe était enfin dite.

L'« effet Einstein » est maintenant connu sous le nom de « lentille gravitationnelle » et permet de visualiser des astres à la limite de l'univers visible, le rôle du Soleil étant alors joué par des galaxies. Il est même envisagé d'utiliser cet effet de lentille gravitationnelle pour imager des planètes extra-solaires avec une résolution de quelques kilomètres, en envoyant des vaisseaux spatiaux à la sphère focale du Soleil, soit environ 550 unités astronomiques (une unité astronomique est égale à la distance Terre-Soleil), voire au-delà. [R16].

### **Les traces du séjour de R. Trumpler à Tahiti**

Nous n'avons malheureusement que peu de traces du séjour à Tahiti de R. Trumpler, où il a séjourné seul, malgré les nombreuses recherches faites par M. Eric Mahe dans les archives d'époque (dont l'Université de Californie Santa Cruz) et aux Affaires foncières de Tahiti. L'une des raisons principales en est sans doute le profond remodelage qu'a connu la ville de Pape'ete et son port lors de l'implantation du Centre d'Expérimentation du Pacifique en 1963-1964 (essais nucléaires en Polynésie française [R17]), assorti de l'usage quasi-exclusif, à cette époque, du bois pour la construction des maisons. Nous avons pu retrouver trois lettres échangées entre R. Trumpler et W. Campbell dans les archives de l'Université de Californie Santa Cruz, aimablement traduites par Peter Brown, et qui sont données en annexe du présent article. Ces trois lettres, alliées aux références [R18] et [R19], et au carnet de notes de R. Trumpler (Figure 5) sont nos seules sources d'époque. La référence [R18] mentionne que (selon notre traduction de l'anglais) :



**Figure 5 :** Photographie d'un carnet de note de R. Trumpler indiquant les coordonnées des sites d'observation de Wallal et de Tahiti. Ce carnet indique que le site de la Pointe Vénus, lieu des observations du transit de Vénus faites par le capitaine Cook le 3 juin 1769, avait été aussi envisagé. Nous avons aussi retrouvé trace qu'il avait considéré un site possible près du mât des couleurs nationales sur l'îlot de Motu Uta, à l'entrée du port de Pape'ete (voir Figure 7).

(Source : Université de Californie Santa Cruz.)



*La première partie de l'expédition éclipse de l'Observatoire Lick, sous la direction du Dr Robert J. Trumpler, a atteint l'île de Tahiti le 11 avril [1922] comme prévu. Une lettre du Dr Trumpler indique qu'un magnifique site d'observation a été trouvé dans le jardin d'un résident américain [M. Fred Hawke, nom orthographié « Hawe » dans d'autres références], avec des avantages certains ou des salles de travail et d'autres commodités immédiatement disponibles.*

R. Trumpler fut aidé lors de son séjour par un autre ressortissant américain, du nom de Lieber. La référence [R19] indique que le site était proche de la limite sud-ouest de Pape'ete, près de la plage. L'autre trace certaine est la mention des coordonnées d'observation sur le carnet d'observation de R. Trumpler, c'est-à-dire : 149° 34' 22" Longitude Ouest / 17°32' 15" Latitude Sud (Figure 5). Ces coordonnées, rentrées littéralement dans les logiciels modernes de localisation, donnent un point situé dans la rade de Pape'ete (voir Figure 6). Or, ce n'est bien sûr pas possible.

L'explication de cette erreur de localisation est simple : R. Trumpler a obtenu cette position géographique par une observation astronomique combinant mesure au sextant de l'élévation d'étoiles (et/ou Soleil et Lune), et comparaison (pour donner la longitude) de l'heure locale avec l'heure d'un méridien de référence, soit gardée par un chronomètre marin de précision, soit obtenue par transmission de signaux horaires par télégraphie sans fil.

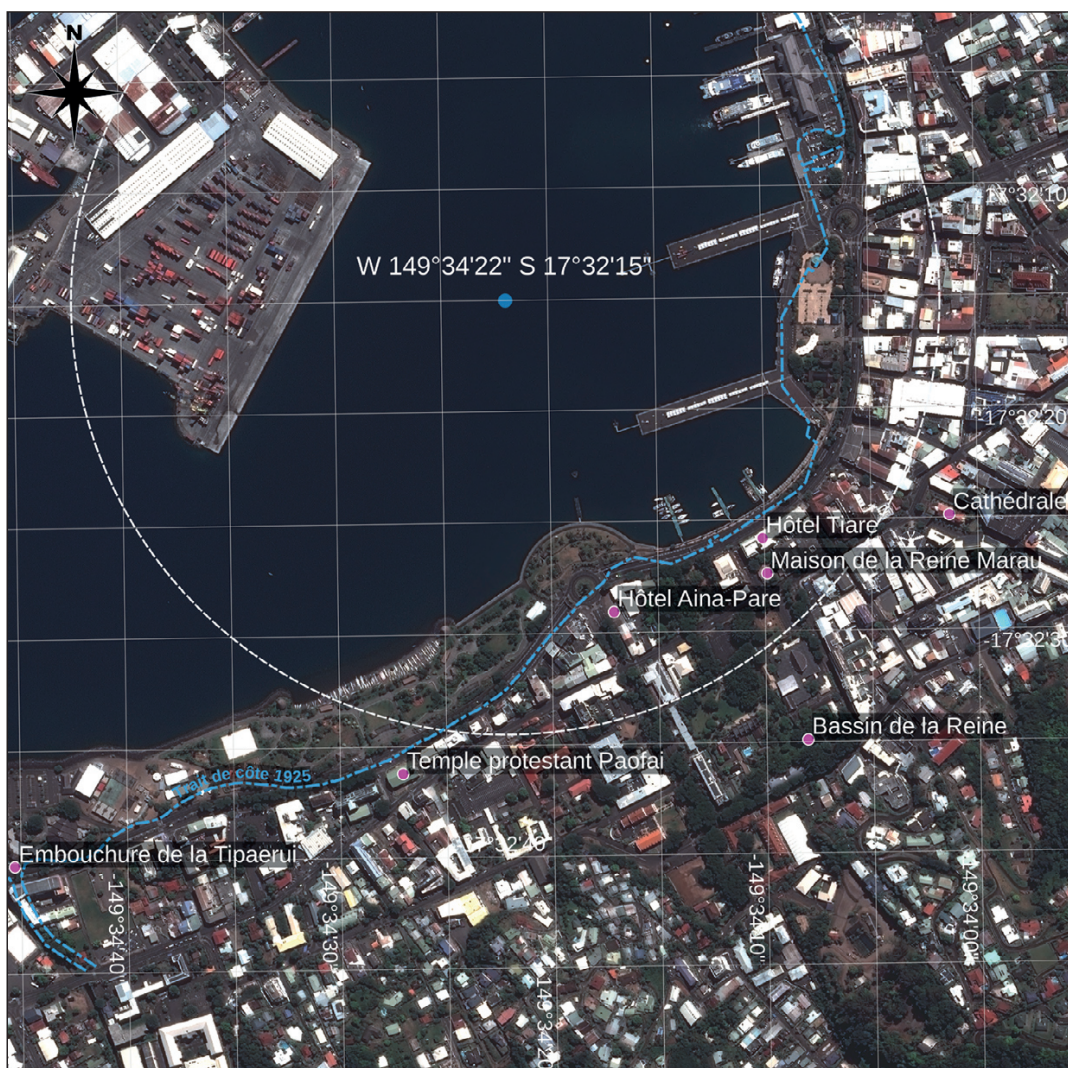
R. Trumpler mentionne d'ailleurs, sans plus de précisions, dans sa première lettre écrite (en Annexe) peu après son arrivée, que son chronomètre est tombé en panne et qu'il a dû utiliser la méthode du « transit » pour se positionner. La méthode astronomique de localisation combinant sextant et chronomètre marin avait au mieux, à cette époque, une précision d'environ 200 m à terre, et d'environ 2 km en mer. De manière évidente, R. Trumpler n'a pu bénéficier d'une transmission de l'heure par télégraphie, quand bien même ce service opérait à Tahiti depuis 1915.



Une autre source d'erreur sur le positionnement, mais très peu probable, serait la réduction, par R. Trumpler, des coordonnées astronomiques qu'il avait mesurées en coordonnées géodésiques, qui sont données non par rapport à un horizon local (bain de mercure ou horizon marin) mais par rapport à un ellipsoïde dit « de référence », le plus utilisé à cette époque étant l'ellipsoïde dit de Clarke, défini en 1866. L'ellipsoïde utilisé de nos jours pour les positionnements GPS n'est plus l'ellipsoïde de Clarke, mais un ellipsoïde plus récent, dit « WGS84 » (*World Geodetic System 1984*), ce qui peut entraîner une erreur en position atteignant 100 à 200 m si on confond les deux ellipsoïdes. R. Trumpler ne mentionne aucune réduction de la sorte, et les coordonnées qu'il a notées sont plus que certainement des coordonnées astronomiques. Pour être complet, n'oublions pas non plus qu'en absolu l'île de Tahiti s'est déplacée d'environ 7 mètres en direction du Japon en un siècle, du fait de la tectonique des plaques, et que les chiffres mentionnés par R. Trumpler dans son carnet de note s'arrêtent à la seconde d'angle, induisant de ce fait une erreur maximale d'environ 35 m.

L'observatoire de R. Trumpler (le « jardin » de la lettre) était situé au niveau de la plage connue en 1922 comme la plage « Sigogne », du nom d'un ancien maire de Pape'ete, ce qui donne une erreur d'environ 600 m par rapport aux coordonnées astronomiques et est donc pleinement compatible avec l'erreur de mesure des instruments de positionnement disponibles à R. Trumpler. La première lettre de celui-ci (en Annexe) indique que le site était à 5-8 minutes de distance à pied de son hôtel Aina-Pare (Figure 6), en direction de l'entrée Ouest de Pape'ete, ce qui est cohérent avec une localisation au niveau du temple protestant de Pā'ōfa'i (voir aussi Figures 6 et 7). Une référence classique sur la vie et la culture tahitienne est [R20].





**Figure 6** : Photographie aérienne actuelle de la rade de Pape'ete. Les coordonnées fournies par R. Trumpler pointent vers un lieu (point rond en bleu) au milieu du port. Ceci est un artefact lié aux erreurs de mesure des instruments de l'époque, qui s'ajoute à l'incertitude que nous avons quant à la signification mathématique exacte des coordonnées mentionnées par R. Trumpler. Le cercle indiqué en pointillés blancs a un rayon de 600 m. La ligne en pointillés bleus indique l'emplacement du trait de côte tel que cartographié en 1925.

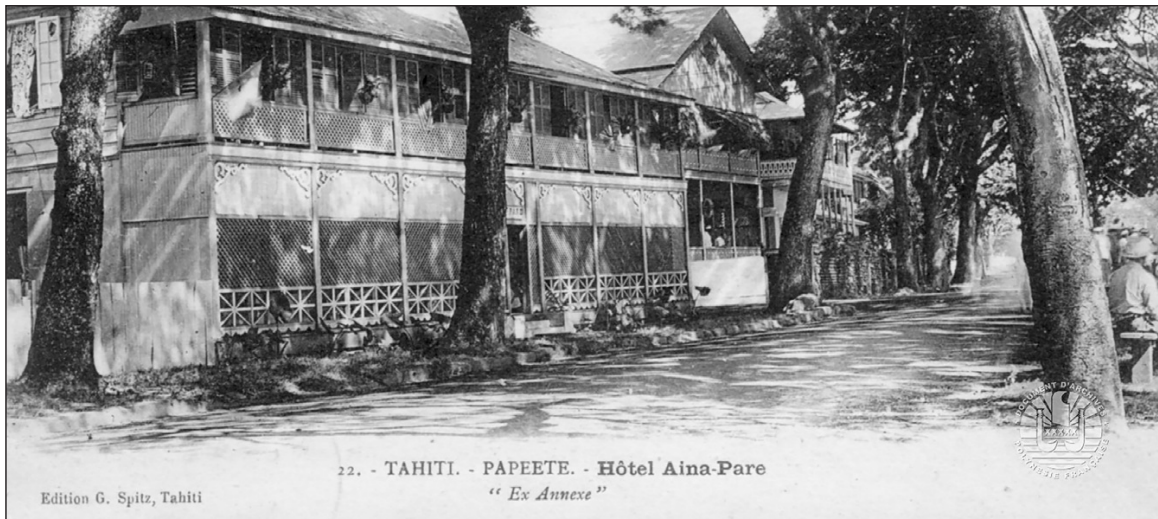
*(Réalisation Benoît Stoll, à partir d'une image satellite Pléiades du 21 avril 2014 de la rade de Pape'ete. Geosud 2014, contient des informations ©CNES 2014, Distribution Astrium Services / Spot Image S.A. France, tous droits réservés. Usage commercial interdit.)*





**Figure 7 :** Plan de la rade de Pape'ete publié en 1925 (Cloué, Le Clerc, Minier, Deville et Volmat, levé en 1869, publié en 1872, actualisé en mai 1911). Le site de Motu Uta (le port maritime avec les containers en Figure 6) était alors un îlot corallien avec un Lazaret (point jaune) pour l'isolement des malades. La différence entre les coordonnées du Lazaret indiquées sur le document de 1925 (point rouge en haut de la carte) et sa position exacte actuelle par GPS (point jaune) permettent d'estimer l'erreur de position de l'époque à environ 1080 m. Cette erreur est compatible avec l'erreur estimée sur la position de l'observatoire de R. Trumpler qui figure dans son carnet de notes (points bleus sur cette Figure et la Figure 6), observatoire qui était très probablement localisé sur la ligne en pointillé marquée « site potentiel de l'observatoire ». R. Trumpler indique en outre qu'il était à 5-8 minutes à pied de son hôtel Aina-Pare (voir Figure 8), ce qui pointe vers un site très proche du temple protestant de Pā'ōfa'i.

*(Carte de la commune de Pape'ete, Tahiti, Etablissements français de l'Océanie, Philipponnet et Martin, 30 avril 1925. Carte fournie par le Service de la Direction des affaires foncières, section topographie (DAF Topo) de la Polynésie française. Nous remercions en particulier Yoann Roncin pour son aide technique.)*



**Figure 8 :** L'Hôtel Aina-Pare où a séjourné R. Trumpler pendant environ 9 semaines. Cet hôtel était localisé près de l'actuel rond-point Jacques Chirac, en bord de mer (actuelle avenue Pouvana'a a 'O'opa). R. Trumpler mentionne qu'il pouvait se rendre à pied (5-8 mn) de cet hôtel à son observatoire, ce qui est cohérent avec ce que nous savons de sa localisation.

(Source : Bibliothèque numérique UPF Ana'ite: <https://anaite.upf.pf/items/show/1556#?c=0&m=0&s=0&cv=0&xywh=-95%2C-700%2C1886%2C2478> (licence CC BY-NC-SA.)

## Les instruments de mesure de la déflexion de la lumière

Les instruments déployés pour observer l'éclipse à Wallal étaient au nombre de sept [R21]. La liste des instruments envoyés à Tahiti (clichés de référence), puis à Wallal (clichés pris durant l'éclipse) ne nous est pas connue, mais nous pouvons affirmer qu'ils étaient au moins trois, grâce aux publications scientifiques qui ont suivi :

- (a) Un astrographe (caméra à deux objectifs) d'une focale de 15 pieds (Observatoire Lick, [R12], 1 pied = 0.3048 mètres). Cette caméra, l'instrument principal de l'expérience, était destinée à photographier les étoiles près du Soleil (champ de vue de 5 degrés carrés, soit environ dix fois le diamètre angulaire du Soleil), c'est-à-dire celles dont la lumière était la plus affectée par la déflexion



gravitationnelle. Cet instrument est dérivé d'un astrographe dédié à la surveillance de l'écliptique développé à l'Observatoire Allegheny de l'Université de Pittsburgh [R22].

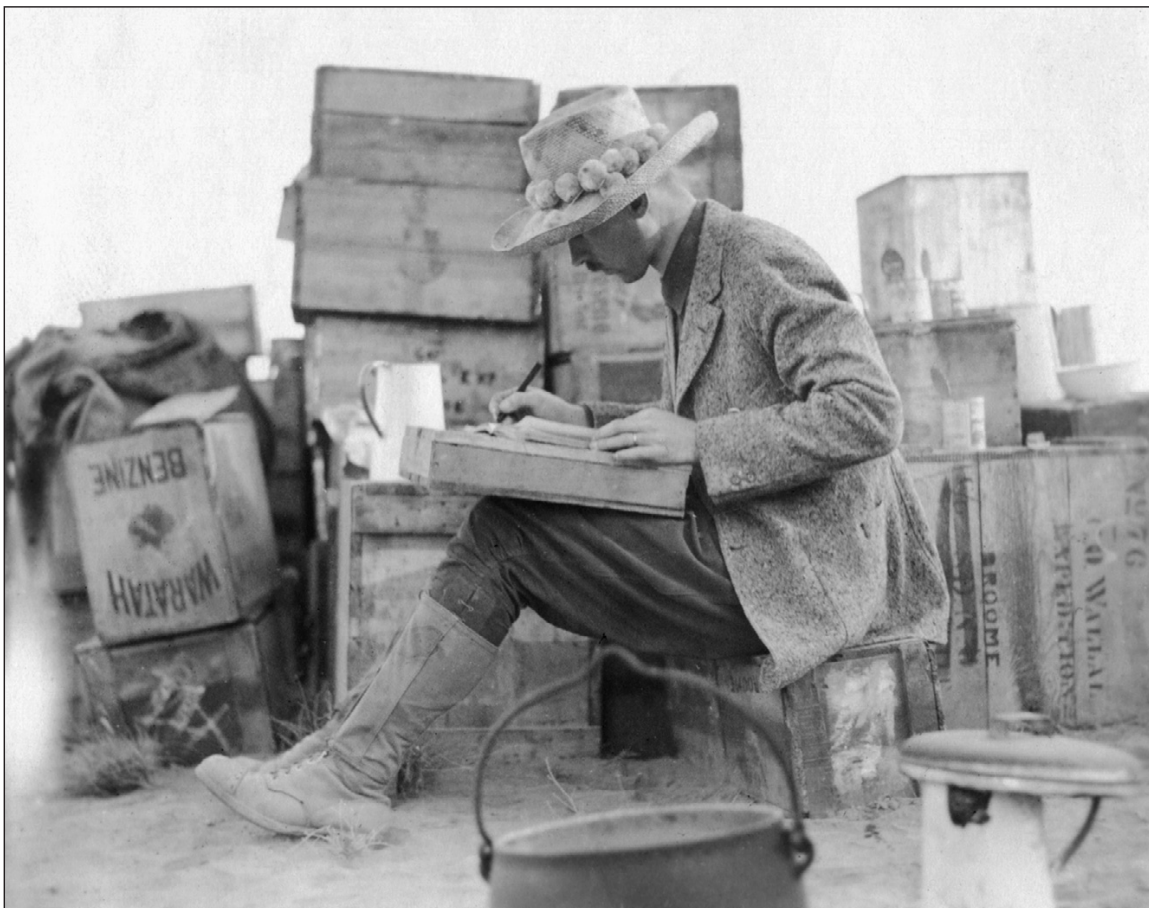
- (b) Un astrographe (caméra à deux objectifs) d'une focale de 5 pieds de l'Observatoire Lick, [R12]), présentant un champ d'observation plus large (15 degrés carrés) que la caméra citée en (a), mais au détriment de la sensibilité. Cet instrument est dérivé d'une caméra de photographie aérienne de la Première Guerre mondiale [R23].
- (c) Une caméra simple objectif d'une focale de 11 pieds (Observatoire de Toronto [R24]), avec le même but qu'en (a), conçue dans cet observatoire par l'astronome C.A. Chant. R. Trumpler a opéré cet instrument à Tahiti, instrument qui est arrivé de façon séparée des deux premiers et sans accompagnant, et cela juste seulement quelques jours avant le départ de R. Trumpler pour l'Australie. Celui-ci indique d'ailleurs qu'il a réalisé les plaques de référence pour cet instrument la veille de son départ !

Les astrographes de l'Observatoire Lick comportaient deux tubes jumeaux, très probablement pour des raisons de redondance. Cela permettait aussi, par comparaisons entre deux plaques prises simultanément, d'avoir une indication sur la précision des mesures. Pour être complet, certains astrographes à deux tubes utilisent un des tubes comme pointeur fin du champ stellaire, mais ce n'était certainement pas le cas de ceux de cette expédition, car cela obligeait à un montage/démontage fastidieux d'un oculaire optique sur un des tubes. Les deux instruments de l'observatoire Lick tels que décrits - mais malheureusement sans épures - dans la référence [R25] ne comportaient aucun miroir interne, afin de minimiser toute déformation des images.





Ces trois mêmes instruments ont ensuite été réacheminés (Figures 9 et 10), sous la garde de R. Trumpler, à Wallal, et cela afin d'éviter l'introduction de toute erreur systématique entre les clichés de référence et ceux pris durant l'éclipse, ce qui aurait été le cas si on avait utilisé des instruments différents sur chacun des sites. Les plaques photographiques en verre des deux instruments de l'Observatoire Lick étaient identiques d'un instrument à l'autre, d'une taille respectable de 17 pouces x 17 pouces x ¼ pouce, soit un poids non négligeable d'environ 7 ½ livres par plaque (un pouce vaut environ 2,54 cm et une livre vaut environ 454 grammes).



**Figure 9** : R. Trumpler, avec un chapeau tahitien sur la plage de Ninety Mile Beach près de la ville de Broome en Australie du nord-ouest, avant la dernière étape de son voyage, en chariot muletier, vers Wallal.

*(Source : Université de Californie Santa Cruz.)*



**Figure 10 :** L'astrographe double de 5 pieds de focale en station à Wallal, après l'acquisition des plaques photographiques de référence à Tahiti. Il fallait en effet, absolument, que l'instrument soit le même, pour éviter toute erreur systématique entre plaques de référence et plaques prises durant l'éclipse. R. Trumpler, de profil en chemise blanche rayée, arbore le même chapeau tahitien qu'en Figure 9.

*(Source : Université de Californie Santa Cruz.)*

La référence [R26] fournit également une description sommaire du site de Wallal en Australie du nord-ouest, à 1500 km au nord de Perth. Le nom exact est « Wallal Downs on Nyan-gumarda Country » (d'après le nom de la population aborigène locale), un avant-poste reculé dans un pays très aride avec un relais télégraphique et un point d'eau pour moutons et hommes, le nom même de « Wallal » signifiant « eau douce » (le terme exact employé est « sweet water »). Sa population en 1922 était d'environ 100 personnes. Ses coordonnées astronomiques sont mentionnées sur la Figure 5. L'éclipse eu lieu à environ 13h40 en temps local le 21 septembre 1922 pour une totalité de 5 minutes et 15,5 secondes, avec des prises de vues de bonne qualité du champ stellaire autour du Soleil permettant une comparaison effective avec les clichés de Tahiti et une confirmation de l'« effet Einstein » [R11 et R12].



## **Conclusion**

C'est ainsi que Tahiti apporta sa contribution à la démonstration de l'une des théories physiques les plus fondamentales de notre description de l'univers, la Relativité Générale.

Comme Monsieur Jourdain et la prose, nous utilisons tous les jours la Relativité Générale sans le savoir : les mesures de position GPS de nos téléphones en tiennent compte, et permettent ainsi un positionnement métrique. En théorie newtonienne pure, nous serions à environ 10 mètres de précision, au mieux.

En touche finale, nous pouvons aussi noter, avec un brin d'ironie, que si W. Campbell et R. Trumpler cherchaient une petite souris (la déflection gravitationnelle additionnelle de la lumière au voisinage du Soleil due à Relativité Générale), l'éléphant était bel et bien dans la pièce.

L'éléphant, c'est que la nuit... est noire, seulement peuplée de la lumière de quelques étoiles et de la clarté de la Lune. Nous savons que l'explication de la noirceur de la nuit n'est pas l'idée naïve que le Soleil est de « l'autre côté » de la Terre, mais que cette noirceur est la signature du « Big Bang » et de son univers fini, une prédiction de la Relativité Générale. Le ciel, en théorie newtonienne, allié à l'hypothèse d'un univers infini, devrait être incandescent de jour comme de nuit, le nombre des étoiles (et galaxies) compensant leur éloignement. C'est le paradoxe d'Olbers [R27], qui ne fut pleinement résolu qu'en 1965 [R28]. Mais en 1922, ni W. Campbell ni R. Trumpler ne le savaient.



BIBLIOGRAPHIE

- [R1] **Newton, Isaac.** (2013). *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* [1687], trad. du latin par É. du Châtelet (1759), Vol. I. in *Le Temps*, Paris : GF Flammarion, 159 p.
- [R2] **Maxwell, James Clerk.** (1865). « A dynamical theory of the electromagnetic field », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 155, 459–512. doi:10.1098/rstl.1865.0008. S2CID 186207827.
- [R3] **Minkowski, Hermann.** (2020). *Spacetime: Minkowski's Papers on Spacetime Physics*. Montréal : Minkowski Institute Press, 215 p. ISBN 978-1-927763-86-5.
- [R4] **Lévy-Leblond, Jean-Marc.** (1976). « One more derivation of the Lorentz transformation », *American Journal of Physics*, 44(3), 271-277.
- [R5] **Will, Clifford. M.** (1974). « The Theoretical Tools of Experimental Gravitation », in Bertotti, B. (ed.), *Experimental Gravitation, Proceedings of the International School of Physics 'Enrico Fermi' ; course 56 held July 17-29, 1972, [Gravitazione Sperimentale, Rendiconti della Scuola Internazionale di Fisica, Varenna]*. New York : Academic Press, Library of Congress Catalog, 74-407.
- [R6] **Miller, James K. and Slam G. Turyshev.** (2003). « The trajectory of a photon: general relativity light time delay ». *Proceedings of the 13th AAS/AIAA Space Flight Mechanics Meeting at Ponce, Puerto Rico*, <https://hdl.handle.net/2014/38455>, Root, V1.
- [R7] **Dyson, Frank Watson., Eddington, Arthur Stanley, and Davidson, Charles.** (1920). « A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field, from observations made at the total eclipse of May 29, 1919 », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 220291–333, <http://doi.org/10.1098/rsta.1920.0009>.
- [R8] **Campbell, W. W.** (1923). « The total eclipse of the Sun, September 21, 1922 », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 35(203), 11-44, <https://www.jstor.org/stable/40693274> JSTOR.
- [R9] **Winkler, Kurt** [2013]. « Robert Julius Trumpler and the Cosmos : The Contributions of a Swiss American Astronomer », *Swiss American Historical Society Review*, 49(2), 1-9.
- [R10] **Moore, J. H.** (1939). « William Wallace Campbell, 1862-1938 », *Astrophysical Journal*, vol. 89, 143, doi: 10.1086/144035.
- [R11] **Campbell, W. W. and Trumpler, R. J.** (1923). « Observations on the Deflection of Light in Passing Through the Sun's Gravitational Field, Made During the Total Solar Eclipse of September 21, 1922 », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 35(205), 158-163.
- [R12] **Campbell, W. W. and Trumpler, R. J.** (1928). « Observations made with a pair of five-foot cameras on the light deflections in the sun's gravitational field at the total solar eclipse of Sept. 21, 1922 », *Lick Observatory Bulletin, Volume 13*, voir <https://adsabs.harvard.edu/full/1928LicOB..13..130C>, Berkeley : University of California Press, 130-160.
- [R13] **Crelinsten, Jeffrey.** (1983). « William Wallace Campbell and the 'Einstein Problem': An Observational Astronomer Confronts the Theory of Relativity », *Historical Studies in the Physical Sciences*, 14(1), 1–91, doi: <https://doi.org/10.2307/27757525>.
- [R14] **Witten, Louis.** (ed.). (1962). *Gravitation: An introduction to Current Research*, New York : John Wiley & Sons, 481 p., Library of Congress Catalog 62-15194.
- [R15] **Shapiro, I. I., Reasenberg, R. D., MacNeil, P. E., Goldstein, R. B., Brenkle, J. P., Cain, D. L., Komarek, T., Zygielbaum, A. I., Cuddihy, W. F., and Michael, W. H.** (1977). « The Viking Relativity Experiment », *J. Geophys. Res.*, 82(28), 4329– 4334, doi:10.1029/JS082i028p04329.
- [R16] **Landis, G. A.** (2017). « Mission to the Gravitational Focus of the Sun: A Critical Analysis », 55th AIAA Aerospace Sciences Meeting, 9 - 13 January 2017, Grapevine, Texas, <https://doi.org/10.2514/6.2017-1679>.



- [R17] **Chesneaux, J.** (dir.). (1995). *Tahiti après la bombe. Quel avenir pour la Polynésie ?*, Paris : L'Harmattan, 186 p. ISBN 2-73884-3593-9.
- [R18] **Campbell, W. W.** (1922). « Notes on the Crocker Eclipse Expedition to Australia », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 34 (199), 171-173.
- [R19] **Campbell, W. W. and Trumpler, R. J.** (1923). « Observations on the deflection of light in passing through the Sun's gravitational field, made during the total solar eclipse of Sept. 21, 1922 », *Lick Observatory Bulletin*, Vo. 11, No. 346, 41-54.
- [R20] **Henry, Teuira.** (2004 [1951]). *Tahiti aux temps anciens*, traduction de Bertrand Jaunez, Paris : Publications de la Société des Océanistes, 723 p., doi: 10.4000/books.sdo.1402 [titre original en anglais, *Ancient Tahiti*, Honolulu : Bishop Museum, 1928].
- [R21] **Burman, R., & Jeffery, P.** (1990). « Wallal : The 1922 Eclipse Expedition », *Publications of the Astronomical Society of Australia*, 8(3), 312-313, doi:10.1017/S1323358000023602
- [R22] **Brouwer, Dirk.** (1945). *Biographical Memoir of Franck Schlesinger, 1871-1943*, National Academy of Sciences of the United States of America, Volume XXIV.
- [R23] **Ross, Frank Elmore.** (1921). « A Wide-Angle Astronomical Doublet », *J. Opt. Soc. Am.* 5, 123-130, <https://doi.org/10.1364/JOSA.5.000123>
- [R24] **Chant, C. A. and Young, R. K.** (1923). « Evidence of the bending of the rays of light on passing the Sun, obtained by the Canadian Expedition to Observe the Australian Eclipse », *Dominion Astrophysical Observatory*, Vol 11 (15), 275-285, Bibcode: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/1923PDAO....2..275C/abstract>.
- [R25] **Trumpler, Robert.** (1923). « Comparative tests of two wide-angle photographic objectives », *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, Vol. 35 (205), 152-155, <https://www.jstor.org/stable/40692375>
- [R26] **Pearson, J.C., Orchiston, W., Malville, J.M.** (2011). « Some Highlights of the Lick Observatory Solar Eclipse Expeditions ». in : Orchiston, W., Nakamura, T., Strom, R. (eds). *Highlighting the History of Astronomy in the Asia-Pacific Region. Astrophysics and Space Science Proceedings*. New York: Springer, [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8161-5\\_14](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8161-5_14)
- [R27] **Harrison, Edward.** (1990). *Le noir de la nuit: Une énigme du cosmos*, Paris : Editions du Seuil [titre original *Darkness at Night: A Riddle of the Universe*, Cambridge, Mass. : Harvard University Press, 1987, ISBN: 0-674-19270-2].
- [R28] **Penzias, A. A., and Wilson, R. W.** (1965). « A Measure of Excess Antenna Temperature at 4080 Mc/S », *The Astrophysical Journal*, 142, 419-421, <https://doi.org/10.1086/148307>.

### **Contribution des auteurs**

J.-P. Barriot a initié cet article, effectué la bibliographie scientifique, écrit le texte principal et réalisé la Figure 4 ;

P. Brown a traduit les trois lettres de Trumpler de l'anglais au français après avoir engagé une correspondance avec des collègues de l'Université de Californie Santa Cruz (M. Tony Misch et Mme Teresa Mora) et a également assuré une relecture approfondie de l'article ;

C. Lamotte a contribué à la réalisation de la Figure 4 ;

E. Mahe a effectué la recherche documentaire auprès de l'Observatoire Lick, de l'Université de Californie Santa Cruz et des diverses administrations et services de la Polynésie française ;

J.-M. Mari a réalisé les Figures 1 et 3 et retravaillé la Figure 2 ;

B. Stoll a réalisé les Figures 5 et 6.

Tous les auteurs, qui sont listés par ordre alphabétique, ont relu et validé l'article.

### **Remerciements**

*La thèse de Mme Vaimeho Tevahitua sur la toponymie de Fa'a'a (Bibliothèque UPF) nous a permis de préciser l'emprise territoriale de la ville de Pape'ete. Il y est clairement indiqué que la limite ouest de Pape'ete en 1922 était la rivière Tipaeru'i. Dans des temps plus anciens, la limite Pape'ete / Fa'a'a était en fait tracée par la rivière Vaiete traversant l'actuel parc de l'Assemblée Territoriale. Mme Tevahitua nous a aussi précisé l'emplacement exact de l'hôtel Aina-Pare, qui était mitoyen de l'ancien bâtiment de la Marine, à l'angle de l'actuel rond-point Jacques Chirac. Cet endroit, après avoir été le site de l'ancien bar-dancing du Pitate, est aujourd'hui un parking. Nous remercions Mme Teresa Mora (directrice des collections spéciales de l'Université de Californie Santa Cruz) et M. Tony Misch (Lick Observatory Historical Collection) pour la transmission des photographies relatives aux Figures 5, 9 et 10 ainsi que pour leurs conseils généreux et leur amabilité concernant les trois lettres de R. Trumpler qui figurent en annexe de cet article (traduction de Peter Brown). Les originaux de ces lettres se trouvent comme suit : Lick Observatory Records: Correspondence. UA36 Ser.1. University Archives, University Library, University of California, Santa Cruz.*





## Annexe

CABLE ADDRESS  
ASTRONOMER  
SAN FRANCISCO  
LICK OBSERVATORY  
UNIVERSITY OF CALIFORNIE

Papeete Tahiti,  
Hôtel « Aina Pare », le 17 avril 1922

Cher Dr Campbell,

Je suis arrivé à Papeete mardi dernier dans la soirée (le 11 avril). Le voyage s'est très bien passé, un peu rude au début mais plutôt calme et avec un temps agréablement frais après les trois premiers jours. Il y avait très peu de passagers en première classe (seulement 18), ce qui fait que nous disposions de beaucoup de place et nous étions très bien logés. Il fait assez chaud ici à Papeete, mais chaque nuit jusqu'ici le ciel a été dégagé et pas la moindre goutte de pluie. Si la météo/le temps reste ainsi nous ne devrions pas avoir de difficulté quant aux nuages.

Ici, le Consul américain, M. Withey, a été très gentil envers moi, m'aidant à trouver un endroit convenable pour les instruments. J'ai choisi un jardin clôturé, une propriété privée, mais ce n'est pas cultivé du tout ; il se trouve sur le front de mer près de l'extrémité sud-ouest de la ville. C'est à 7 ou à 8 minutes à pied de l'Hôtel Aina-Pare (l'ancienne Annexe de l'Hôtel Tiare), où je dispose d'une chambre somme toute assez bonne. Mais dans quelques jours, après le départ du bateau à vapeur

« Tahiti » pour San Francisco, il y aura beaucoup plus de place disponible et je pourrai ainsi avoir une chambre plus agréable. Je me réjouis de la situation de notre station d'observation. Le Jardin dépend d'une maison qui est louée à un homme d'affaires américain qui vit ici ; il s'intéresse beaucoup à notre travail et il est serviable à tous points de vue. En fait, il n'a besoin que du deuxième étage de la maison et il laisse les deux chambres du rez-de-chaussée à ma disposition pour y mettre des outils, de petits instruments, etc. et où je pourrai me rendre, afin d'y installer un lit de camp pour me reposer pendant les nuits d'observation etc. Dans ces conditions, il ne semble pas nécessaire d'assurer une surveillance particulière pour les instruments. Le photographe principal de Papeete s'est déclaré prêt à mettre à ma disposition sa chambre noire pour réaliser des images.

J'ai la chance d'avoir comme assistant un passager américain qui était à bord du bateau à vapeur ; il s'intéresse beaucoup à l'astronomie et est expert en mécanique. Il se peut qu'il ne reste pas avec moi pour toute la durée du travail, mais une fois les instruments mis en place et les réglages effectués, j'aurai sans doute besoin de moins d'aide technique. Il y a un prestataire que j'ai engagé pour le travail concret des silos, la montée de l'instrument ainsi que la construction du toit. En raison des vacances de Pâques (vendredi, samedi, lundi), je n'ai pas pu faire beaucoup de travail jusqu'ici. Mais tout le matériel est sur place, dont la plus grande partie est encore sous emballage ; la ligne nord-sud est tracée, les planches de bois attachées pour les trumeaux, et demain j'attends le gérant qui va commencer à travailler sur les ceux-ci.

Parmi notre matériel je n'ai pas posé le cadre en bois pour l'instrument de mesure ; heureusement je n'en ai pas besoin pour le moment et j'espère que l'agent qui s'occupe du bateau à vapeur sera bientôt en mesure de le trouver ; selon le connaissance il aura été bien expédié de San Francisco. Je suis quelque peu embarrassé du fait que le chronomètre est tombé en panne.



J'ignore pour quelle raison (ressort cassé peut-être) car je n'ai jamais eu d'incident avec lui. J'aurai à faire des réglages de temps occasionnels avec le petit instrument méridien, car les horloges de Tahiti sont très peu fiables, chacune indiquant une heure différente.

J'ai trouvé tout le monde ici très aimable et gentil, tant des responsables que des particuliers. Je n'ai pas eu de difficulté à faire entrer nos instruments sans frais de douane. J'ai organisé un rendez-vous avec le gouverneur par intérim pour après-demain, grâce au Consul américain qui m'a présenté à lui.

Je suis confiant que nous pourrons réaliser notre programme d'observation comme prévu, et personnellement je me plais beaucoup ici. J'ai écrit à l'Observatoire d'Adélaïde selon vos instructions.

Veillez transmettre mon bon souvenir à tout le monde qui se trouve sur la montagne. J'adresse mes meilleures salutations à Madame Campbell ainsi qu'à vous-même.

Recevez mes sincères salutations.

Robert Trumpler



CABLE ADDRESS  
ASTRONOMER  
SAN FRANCISCO  
LICK OBSERVATORY  
UNIVERSITY OF CALIFORNIE

Mount Hamilton [*sic*], le 12 mai 1922

Dr W. W. Campbell  
Directeur de l'Observatoire Lick  
Mount Hamilton, Cal

Mon cher Dr Campbell,

Jusqu'ici je n'ai pas pu me procurer les 4 photographies de comparaison de l'éclipse avec la caméra de 15 pieds pour vérifier les champs stellaires à cause des conditions météo défavorables ces dix derniers jours. Le télescope est toutefois en bon état de marche, les expériences préliminaires sont satisfaisantes et toute période de beau temps devrait donner lieu à des progrès rapides. Mais au cas où du mauvais temps peu saisonnier m'empêcherait d'achever mon programme d'observations à temps, je vous demanderai vos consignes par télégramme pour savoir si un prolongement de mon séjour serait envisageable. Si je comprends bien, nous n'avons pas d'obligation d'obtenir les plaques de comparaison avec le télescope du Prof Chant. Je ne devrais considérer la possibilité de prolonger mon séjour que si je n'étais pas en mesure d'achever les plaques de comparaison des caméras de 15 pieds et de 5 pieds. Je ne m'attends pas à cette éventualité, mais il vaudrait peut-être mieux de se préparer à toute éventualité.

Selon mes calculs, j'aurai assez d'argent pour me permettre d'atteindre Sydney avec une réserve de \$50 - \$100. La vie à Papeete est assez chère, le prix des chambres d'hôtel et des



repas sont, vu le taux de change actuel, tout à fait semblables à ceux des Etats-Unis. La facture du prestataire pour le travail d'excavation, les trumeaux en béton, la terrasse d'observation, la montée du télescope, etc. s'est élevée à \$80, mais le travail était très lent. Rassembler les télescopes ne présente aucune difficulté sérieuse, tout comme la montée de l'axe polaire sur les trumeaux ; pareil pour la montée du télescope qui a été réalisée au moyen d'un trépied et d'un bloc de chaîne.

La construction de la maison, par contre, ne fut pas une mince affaire. Afin de limiter autant que possible toute modification en remplaçant la caméra de 15 pieds par celle de 5 pieds, et ensuite par la caméra de 11 pieds du Prof. Chant, on gardait bas la partie principale du toit, et une superstructure pour le télescope de 15 pieds fut construite de façon à ce qu'elle était de taille suffisante seulement pour déplacer le télescope de sa position horizontale vers sa position d'observation.

Ci-joint les diagrammes qui montrent la structure du bâtiment actuel. Comme nous devons construire un abri séparé pour chacun des deux télescopes à Wollal [Wallal], on n'a pas besoin de faire un tel compromis. J'inclus donc dans la présente des plans pour une maison d'observation pour Wollal [Wallal] aux dimensions suffisamment grandes pour avoir toute la liberté qu'il faut pour ce travail. La maison devrait avoir un plan au sol de 12 pieds x 18,5 pieds, tandis que les poteaux d'angle devraient s'élever 11 pieds au-dessus du sol. Le cadre à la couverture en toile qui sert d'ouverture pour l'observation est de 6 pieds x 6 pieds et les 4 planches de bois qui s'étendent depuis les angles de la maison jusqu'aux angles de l'ouverture pour l'observation sont de 5,5, 9, 11, et 14,5 pieds. Bien entendu, on aura besoin de plus de bois pour renforcer le cadre, mais un charpentier en saura plus que moi là-dessus. On pourrait faire l'économie de beaucoup de temps si les bois nécessaires pour cette maison ainsi que la couverture en toile étaient préparés et coupés à l'avance. Pour notre maison d'observation, pour la

plupart le prestataire a utilisé des planches de 2 pieds x 4 pieds, mais pour les coins quelques planches de taille 4 x 4 seraient peut-être préférables. Les dimensions de la maison peuvent sembler assez grandes, mais pour une gestion efficace du temps, ce sera plus valable d'avoir une structure simple que de faire une petite économie en bois et en toile.

Quant aux fondations des trumeaux nous avons utilisé 6 piliers en béton, chacun d'un pied cube (au centre du trumeau du nord), et un de 2,75 pieds cube. On a aussi trouvé du sable et du gravier sur la plage. Il n'y a pas eu d'excavations sauf pour niveler le sol et les piliers ; les piliers en bois sont suffisamment hauts pour faire passer le télescope par le méridien et pour porter l'oculaire à réticule jusqu'à une hauteur convenable pour le guider.

Quant à l'approvisionnement photographique, j'ai trouvé que sous les tropiques il n'est pas possible de garder les hypocristaux dans des sacs en papier ; ils puisent de l'eau et ils devraient être gardés dans des bouteilles en verre. Lorsque j'ai utilisé le développeur Rodinal sur les plaques de focalisation, j'ai trouvé que ce développeur était d'un grand avantage sous les tropiques, car on peut l'adapter très facilement à toute température en le diluant avec de l'eau. J'ai donc décidé d'utiliser ce développeur une fois pour toutes et je me dois de suggérer que vous envoyiez à Wollal [Wallal] deux bouteilles du développeur Rodinal concentré au lieu d'une seule bouteille recommandée dans les consignes précédentes. Je n'ai eu aucune difficulté à développer la plaque ; en revanche, laver les bouteilles exige le plus grand soin pour empêcher que le film soit endommagé. A cet effet, je dois utiliser de la glace, et je préfère laver la plaque dans des plateaux horizontaux que dans la boîte à laver qui est approvisionnée, car les sillons de la boîte endommagent le bord du film et commencent à l'enlever. J'ai pu arranger une petite chambre noire à la maison près de notre station d'observation, ce qui est très commode. Dans tous les cas il faut faire les développements pendant la nuit à cause de la température.



Quant aux porte-plaques, je trouve que les ressorts qui tiennent les plaques à leur place forcent beaucoup sur les plaques en verre de 1/4 de pouce, de sorte que le dos des porte-plaques est un peu plié à cause de la pression et qu'il est donc très difficile de fermer les quatre loquets qui tiennent le dos. De deux choses l'une : soit les porte-plaques manquent un peu de profondeur, soit les plaques sont un peu plus épaisses qu'un quart de pouce. Ce serait souhaitable que cette pression soit quelque peu diminuée. J'ai du mal avec l'un des mécanismes de l'horloge, mais j'ai pu comprendre le problème depuis et le régler.

Je me plais beaucoup ici. Tahiti est en effet un très bel endroit. La chaleur n'est pas désagréable sauf si l'on s'exerce beaucoup. Tout le monde a été très aimable envers moi et a fait de son mieux pour m'aider autant que possible.

Mes meilleures salutations à tous mes amis sur la montagne, en particulier vous-même et Madame Campbell.

Sincèrement vôtre,

Robert Trumpler

---

NB : À ce jour (15 mai) j'ai réussi à obtenir deux des plaques de comparaison avec la caméra de 15 pieds ; mais le temps est toujours peu stable avec de fréquents orages.



CABLE ADDRESS  
ASTRONOMER  
SAN FRANCISCO  
LICK OBSERVATORY  
UNIVERSITY OF CALIFORNIE

Papeete, Tahiti, le 17 mai 1922

Dr W. W. Campbell  
Directeur de l'Observatoire Lick  
Mount Hamilton Cal

Cher Dr Campbell,

J'ai bien reçu vos lettres du 26 avril, du 29 avril et du 2 mai. Il ne m'a manqué aucune partie importante de notre matériel. Les enveloppes pour les plaques seront les bienvenues. La planche avec des crampons pour le télescope Floyd pourra être utile à Wollal [Wallal] si vous allez apporter celui-ci avec vous. Les deux guides de déclinaison de la caméra Ross sont ici. Aujourd'hui, j'ai créé aussi le cadre pour l'instrument de mesure qui était resté à bord du S.S. Marama et qui est revenu ce matin, et je l'ai fait installer.

Par ailleurs, voulez-vous bien informer le Prof. Chant que ses six boîtes sont arrivées ici apparemment en bon état ; je les ai vues sur le quai. J'ai reçu également ses instructions.

J'ai remarqué que je n'ai plus de réserve de tissu caoutchouté ici ; ce sera bien d'en amener en Australie une bonne quantité. J'ai cependant beaucoup de tissu noir. L'obturateur de l'ouverture du toit n'a pas bien fonctionné, probablement en raison de la petite inclinaison ; il a accumulé de l'eau pendant les grosses pluies. Ce serait mieux si la toile était passablement plus grande que le cadre de 6 pieds x 6 pieds.



Il sera facile de se procurer la quantité de couverture en toile qu'il faut pour abriter le télescope de 15 pieds d'après le dessin de l'observation que je vous ai envoyé hier. La maison destinée à accueillir la Caméra Ross pourrait être construite de façon plus petite dans le sens est-ouest et avec une hauteur réduite. Cela dépend de la taille des trumeaux dont je n'ai pas les dimensions en ma possession pas ici. Je vous serais reconnaissant de bien vouloir me faire parvenir ces mesures pour mon arrivée à Sydney.

J'ai réussi à obtenir deux paires de plaques nocturnes de l'éclipse et à vérifier des champs stellaires avec la caméra de 15 pieds, mais j'essaie d'en obtenir une troisième. Les trois plaques que j'ai examinées sous le microscope sont de très bonne qualité. J'ai eu de bonnes nouvelles concernant l'arrivée de ma famille à New York.

Meilleurs sentiments,

Robert Trumpler

---

#### **Note du traducteur**

Pour les besoins de cet article, le traducteur a cherché à rendre fidèlement le sens original de ces lettres rédigées en anglais, sans s'adonner à des commentaires d'ordre stylistique.

Robert Trumpler (Trümpler), est né en 1886, à Zürich. L'allemand est sa langue maternelle, langue dans laquelle il fait toute sa scolarité, tant dans sa ville natale en Suisse qu'en Allemagne (Göttingen, 1908-1910, pour son doctorat). Il a presque 29 ans lorsqu'il émigre aux États-Unis, en 1915. Si certaines tournures de phrase dans ses lettres laissent entrevoir que Trumpler n'est pas un anglophone natif, ce scientifique brillant tient manifestement à faire valoir sa maîtrise acquise de l'anglais, fait dû, sans doute, d'une part à son esprit exact, et d'autre part à son éducation classique, à la *Mittleuropa*, dans un *Gymnasium* en Suisse. (Voir Harold Weaver, « Robert Julius Trumpler », *Biographical Memoirs*, National Academy of Sciences, Vol. 78, 2000, p. 276-297, <https://nap.nationalacademies.org/download/9977>).