

N O T I C E
DE PRESENTATION ET D'UTILISATION
DU BAROMETRE ANEROIDE
WALLACE ET TIERNAN

N O T I C E

DE PRESENTATION ET D'UTILISATION

DU BAROMETRE ANEROIDE

WALLACE ET TIERNAN

PLAN :

- 1 - Introduction
 - 2 - Description
 - 3 - Exécution et exploitation des lectures - Précision des mesures.
 - 4 - Tableau des caractéristiques.
 - 5 - Planches de figures.
-

1 - INTRODUCTION

Le baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN est un baromètre anéroïde de précision construit aux Etats-Unis d'Amérique par la firme " WALLACE AND TIERNAN PRODUCTS INCORPORATED " de BELLEVILLE (New-Jersey), sous le nom de " Precision aneroid barometer type FA - 185 011 Portable ".

L'étude de cet instrument à l'Institut Géographique National a été envisagée dès 1947 et l'achat d'un petit nombre d'exemplaires, en vue d'une expérimentation sur le terrain, décidée en 1950; mais ce n'est qu'en 1951 que purent être effectués les premiers essais systématiques de ce nouveau matériel, en France Métropolitaine et Outre-Mer. Ces essais, ainsi que les études effectuées dans les Laboratoires de la Section des Instruments, permirent de définir la précision à attendre de ces baromètres et de préconiser pour l'exécution des mesures des conditions d'utilisation optimum.

La présente notice se propose de décrire sommairement le baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN, d'en exposer les caractéristiques et d'en préciser le mode d'emploi correct ainsi que les formules d'exploitation.

°

° °

Cette échelle s'étend, selon les types de baromètres :

- soit de 460 à 700 mm de mercure
- doit de 560 à 800 mm de mercure

et, dans l'un ou l'autre cas, occupe environ deux tours de cadran. Le diamètre de la zone graduée étant de 13 cm environ, la longueur totale de l'échelle est 75 cm et la longueur moyenne de l'intervalle (0,5 mm de mercure normal) est de 1,5 mm sur le cadran. Il est à noter que la division de l'échelle du cadran est déterminée empiriquement, et tracée individuellement pour chaque baromètre, sur toute sa longueur.

- Le cadran porte, à l'intérieur de l'échelle, un anneau réfléchissant permettant de lire la position de l'aiguille par rapport aux divisions de l'échelle sans commettre l'erreur de parallaxe.

- Enfin un index auxiliaire (A fig. 2), apparaissant dans une fenêtre découpée dans le cadran, donne une indication grossière de la pression qui suffit pour différencier, le cas échéant, celui des deux tours de la graduation sur lequel doit être effectuée la lecture.

L'ensemble de l'organe mesureur et de l'organe indicateur est assez sensible pour permettre de déceler facilement une variation de pression de 0,1 mm de mercure.

2,23 - Boîtier :

- L'ensemble de l'organe mesureur et de l'organe indicateur est monté dans un boîtier en aluminium par l'intermédiaire de blocs de caoutchouc mousse amortissant les chocs et secousses.

- Une glace de protection est fixée sur le boîtier avec interposition d'un joint étanche; la communication entre l'intérieur et l'extérieur du boîtier est assurée par un "bouchon-filtre" (B fig. 2) vissé dans un orifice pratiqué dans la glace; pour supprimer la communication entre l'intérieur et l'extérieur du boîtier (par exemple pour éviter, pendant les transports en avion, que des valeurs de pression non comprises dans la plage de mesure ne détériorent l'instrument), il suffit de remplacer le bouchon-filtre par un bouchon plein dit "bouchon d'étanchéité" (C fig. 2).



Un logement fileté reçoit, sur le bord du boîtier métallique, celui des deux bouchons qui n'est pas fixé sur la glace.

2,3 - ACCESSOIRES

Le baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN est normalement remis aux utilisateurs accompagné des accessoires suivants :

2,31 - Un étui en cuir, avec couvercle fixé à l'étui par une patte fixe et une patte à bouton pression; une courroie en cuir de longueur réglable facilite le transport de l'étui.

2,32 - Un thermomètre amovible, gradué en degrés FAHRENHEIT; ce thermomètre est maintenu dans un carter métallique se vissant à l'intérieur du boîtier; il permet de connaître à chaque mesure de pression la température du baromètre. Il est possible d'introduire ou de sortir le thermomètre à travers l'étui de transport du baromètre grâce à un dégagement pratiqué dans cet étui.

2,33 - Deux fiches logées dans le couvercle de l'étui.

2,331 - La première fiche, établie par la Section des Instruments de l'Institut Géographique National, permet de déduire la pression à mesurer de la lecture faite sur le cadran du baromètre et de la température relevée sur le thermomètre; les formules et graphiques qu'elle porte ont été déterminés expérimentalement par des mesures faites en laboratoire avant le départ de l'instrument sur le terrain : c'est cette fiche qui doit être utilisée pour l'exploitation des mesures.

2,332 - La seconde fiche, établie par le constructeur, donne les éléments numériques préconisés par ce constructeur pour passer des lectures aux pressions et aux dénivelées. Cette fiche ne doit pas être utilisée par les opérateurs de l'Institut Géographique National pour l'exploitation de leurs lectures et n'est maintenue en place qu'à titre de documentation (cf. articles 3,21 et 3,22).

2,34 - L'ensemble du baromètre et de ses accessoires pèse 2,4 kg et
a pour dimensions d'encombrement : diamètre : 20 cm
hauteur : 14 cm

3 - EXECUTION ET EXPLOITATION DES LECTURES

PRECISION DES MESURES

3.1 - EXECUTION DES LECTURES

De nombreuses mesures effectuées sur des baromètres anéroïdes WALLACE ET TIERNAN, tant sur le terrain qu'en laboratoire, ont montré que les conditions d'emploi optimum du baromètre sont les suivantes :

1°) - lectures effectuées cadran horizontal (horizontalité à vue):

cette précaution a pour but d'éliminer les erreurs résiduelles possibles provenant de "déséquilibres" des pièces mobiles du baromètre.

2°) - lectures effectuées après stabilisation d'au moins un quart d'heure à la pression à mesurer :

cette précaution a pour but d'éliminer l'influence du "retard" à l'établissement de l'équilibre du système mesureur (capsule) : elle doit être évidemment d'autant mieux respectée que la variation de pression intervenue depuis la précédente lecture a été plus forte.

3.2 - EXPLOITATION DES LECTURES

3.21 - Formule d'exploitation adoptée par le constructeur

Il a été signalé à l'article 2,22 que l'échelle du cadran était divisée spécialement sur chaque baromètre.

Si cette opération était correctement effectuée et si les indications du baromètre étaient fidèles dans le temps, aucune correction ne serait alors à apporter aux lectures faites pour obtenir la pression mesurée, tout au moins pour la température à laquelle a été faite la division de l'échelle.

C'est ce qui a été admis implicitement dans les fiches remises par le constructeur avec chaque baromètre, et sur lesquelles figure seulement un terme correctif de température; le constructeur a donné comme expression de ce terme correctif une fonction linéaire de la température dont le coefficient multiplicateur dépend de la pression mesurée et est donné par un graphique.



3.22 - Formule d'exploitation adoptée par la Section des Instruments

3.221 - En fait les mesures effectuées à la Section des Instruments dès la réception des baromètres et reprises depuis au fur et à mesure des retours de missions ont montré que, pour toutes les températures courantes d'utilisation, tous les baromètres étudiés donnaient des indications erronées par excès. Il s'avéra ainsi nécessaire de procéder aux étalonnages des différents baromètres, et de vérifier l'influence de la température sur ces étalonnages.

3.222 - Les moyens de contrôle de la Section des Instruments ne permirent pas d'effectuer ces étalonnages en faisant varier à volonté pression et température, mais seulement d'effectuer, pour chaque baromètre :

- a)- un étalonnage complet en fonction de la pression, pour une température constante.
- b)- un étalonnage complet en fonction de la température, pour une pression constante.

Ce dernier étalonnage, quoique confirmant la faible valeur, souvent négligeable, de la correction de température indiquée par le constructeur, fournit néanmoins des résultats différents de ceux annoncés; ce fait justifia l'adoption, pour cette correction mal connue mais faible, d'une expression linéaire de la température à coefficient multiplicateur indépendant de la pression.

- La formule d'exploitation adoptée se trouvait ainsi être de la forme :

$$P = L + C_1 \cdot (t - t_e) + C_2(L)$$

dans laquelle :

- P = pression à mesurer
- L = lecture faite sur le baromètre
- t = température à laquelle est effectuée la mesure
- t_e = température d'étalonnage
- C₁ = constante déterminée expérimentalement, dépendant des unités choisies pour P et L, t et t_e
- C₂(L) = fonction de L représentant la correction d'étalonnage déterminée expérimentalement à la température t_e, et dépendant des unités choisies pour P et L

3.223 - C'est une formule analogue qui est reproduite sur la fiche d'étalonnage remise par la Section des Instruments avec chaque baromètre. Afin de dispenser le plus possible l'utilisateur d'avoir à tenir compte de l'influence de la température, le



terme $C_1 (t - t_0)$ figurant sur la formule de base est remplacé, sur cette fiche, par $C_1 (t - t_0)$, t_0 étant une température ronde voisine de la température moyenne d'utilisation. La fonction d'étalonnage $C_2 (L)$ est évidemment corrigée de la différence $C_1 (t_0 - t_0)$.

La formule définitive est alors de la forme

$$P = L + C_1 (t - t_0) + C_2 (L)$$

dans laquelle :

- P = pression à mesurer
- L = lecture faite sur le baromètre
- t = température à laquelle est effectuée la mesure
- t_0 = température ronde de référence choisie à volonté selon la région d'utilisation du baromètre
- C_1 = constante déterminée expérimentalement, dépendant des unités choisies pour P et L, t et t_0
- $C_2(L)$ = fonction de L dépendant de t_0 et des unités choisies pour P et L

Un exemple de fiche d'étalonnage est reproduit fig. 3 et 4

3,23 - Variation de l'étalonnage en cours de travail

Les étalonnages effectués à la Section des Instruments sur les mêmes baromètres, au retour de différentes missions, indiquent un fait actuellement général : la fonction $C_2(L)$ est différente d'un étalonnage à l'autre, la valeur de $(- C_2)$, ramenée pour une même lecture L, à une même température t_0 , étant une fonction croissante du temps. Ce fait confirme et généralise l'observation, faite lors de la réception des baromètres, d'une indication erronée par excès pour tous les baromètres.

Quel que soit d'ailleurs le sens de la variation de C_2 , et en admettant seulement qu'elle est suffisamment lente, il est possible à l'utilisateur de tenir compte de cette variation sur le terrain en effectuant des comparaisons fréquentes entre les pressions mesurées avec le baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN et des baromètres de référence (baromètres à mercure contrôlés), et en apportant éventuellement à la fonction empirique $C_2(L)$ le décalage d'origine convenable.

Ce contrôle doit même être effectué systématiquement toutes les fois que les conditions de travail le permettent.

3,3 - PRECISION DES MESURES

Des mesures de pression effectuées avec les précautions de lectures et le mode d'exploitation exposés aux articles 3,1 et 3,2 ci-dessus ont permis de mettre en évidence dans le fonctionnement du baromètre un phénomène d'hystérésis dont l'importance dépend de l'amplitude et de la rapidité des variations de pression subies par l'instrument.

Il semble que pour l'emploi du baromètre dans des terrains moyennement accidentés et avec les vitesses de parcours habituelles à l'Institut Géographique National (utilisateurs à pied), ce phénomène d'hystérésis ne provoque pas d'erreurs supérieures à $\pm 0,1$ mm de mercure.

Cette valeur, combinée avec celle admise pour les erreurs résiduelles d'étalonnage, permet de donner comme ordre de grandeur de l'erreur commise lors d'une mesure de pression avec le baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN, la valeur de $\pm 0,2$ mm de mercure.

Paris, le 4 août 1952

L'Ingénieur Géographe Robert PETIT
Chef de la Section des Instruments,

Robert Petit

L'Ingénieur Géographe CRUSET
Chef du Service des Etudes, Fabrications
et Approvisionnements,

Jean Cruset

5 - PLANCHES DE FIGURES

fig. 1 - baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN dans un étui en cuir, avec thermomètre et fiche d'étalonnage d'origine.

fig. 2 - face supérieure du baromètre anéroïde WALLACE ET TIERNAN
A - index de différenciation des tours de graduation
B - bouchon filtre
C - bouchon d'étanchéité.

fig. 3 - fiche d'étalonnage établie par la Section des Instruments
(formules)

fig. 4 - fiche d'étalonnage établie par la Section des Instruments
(graphique)



fig. 1



fig. 2



BAROMETRE ANEROIDE WALLACE et TIERNAN N° 48 350

Section des Instruments

8 septembre 1955

Température 20° C
68° F



Fig. 4

Formule établie d'après les étalonnages effectués
à la Section des Instruments le 8 septembre 1955

FORMULES :

1°) les températures sont lues en degrés Fahrenheit

$$P = L + C(L) + 0,008(t - 68)$$

2°) les températures sont lues en degrés Celsius

$$P = L + C(L) + 0,014(t' - 20)$$

DANS CES FORMULES :

- P = pression à mesurer, exprimée en mm de mercure "normal" (1)
L = lecture faite sur le cadran du baromètre, exprimée en mm de mercure
t = température instrumentale lors de la mesure, exprimée en degrés Fahrenheit
t' = température instrumentale lors de la mesure, exprimée en degrés Celsius (2)
C(L) = fonction de L représentée par le graphique ci-joint et exprimée en mm de mercure "normal" (1)

EXEMPLE D'APPLICATION :

- données :

$$L = 750,0 \text{ mm Hg}$$

$$t' = 30^\circ \text{ C}$$

- d'où pression mesurée :

$$P = 750,0 + (-1,55) + 0,008(30 - 20)$$

$$P = 750,0 - 1,55 + 0,08$$

$$P = 748,5 \text{ mm Hg}$$

Paris, le 12 septembre 1955

L'Ingénieur Géographe
Chef de la Section des Instruments



- (1) - le mm de mercure "normal" est une unité auxiliaire de pression représentant la pression exercée par une colonne de mercure de 1 mm de hauteur, dans les conditions dites "normales" (température conventionnelle $t_0 = 0^\circ \text{ C}$ et accélération de pesanteur conventionnelle $g_0 = 980,665 \text{ cm/s}^2$)
(2) - l'échelle de température Celsius est l'échelle communément et improprement appelée "centigrade" ou "centésimale".

Fig. 3