

# Un nouvel appareil pour la mesure de l'inclinaison et de la déviation des sondages

par le Dr. H.-J. FABIAN  
et l'Ing. W.-M. RAUB, Emlichheim.

Traduit de « Erdöl und Kohle » de septembre 1949 par M. BIQUET, Ingénieur-Conseil A.I.Lg.

## RESUME

*Les sondages sont très rarement absolument verticaux, ils dévient plus ou moins fort aux diverses profondeurs et de ce fait le pied du sondage n'est plus sur la verticale du point de départ.*

*Dans un champ pétrolifère en exploitation, où les sondages sont disposés suivant un réseau dans lequel les distances entre puits sont maintenues constantes, de grandes déviations du pied du sondage par rapport à la tête ne permettent pas une exploitation rationnelle des couches productrices. D'autre part, une direction bien déterminée devrait être donnée au sondage par des procédés exacts pour atteindre le point désiré.*

*Dans chaque cas, il est donc important de contrôler la déviation du sondage à distance et de déterminer de combien et dans quelle direction le sondage s'écarte de la verticale.*

*Les auteurs décrivent, d'après les données de W. RAUB de la firme P. GRAFE, un appareil nouvellement construit qui sert à mesurer les inclinaisons et les directions des sondages. L'appareil, au lieu de fonctionner avec un mouvement d'horlogerie, est basé sur un procédé hydraulique. Sa construction et sa manipulation sont simples, sa facilité d'emploi est plus grande que celle des appareils connus à ce jour. Les résultats des mesures sont exacts.*

On a déjà imaginé de nombreux appareils pour déterminer la grandeur et la direction de la déviation. Une des premières méthodes consistait à laisser descendre une bouteille partiellement remplie d'acide. On déduisait la déviation du sondage par rapport à la verticale en se basant sur l'inclinaison de la trace laissée par l'acide sur le verre. Certains appareils travaillent avec des solutions qui font prise, à des profondeurs déterminées, d'autres avec des solutions teintées (encres) qui laissent une marque sur le papier, d'autres encore emploient un pendule qui écrit ou fait une marque sur un papier, ou dont les positions variables sont photographiées sur plaques ou sur film.

Les premiers appareils cités sont difficiles à manier et tout à fait inexacts. Les autres qui travaillent avec le pendule nécessitent le plus souvent des rouages, des ressorts, des boîtes à bourrage, des pistons, des cylindres et autres machineries semblables ou aussi des dispositifs électriques qui, par suite de frictions, secousses, etc., à cause de leur construction souvent très compliquée, conduisent dans beaucoup de cas à des erreurs. On se les procure difficilement et ils sont d'un entretien généralement très coûteux.

Le mesureur de déviation de sondage « Multiplex » a été imaginé pour éviter ces inconvénients.

Il a été construit d'après les plans de l'ingénieur Wilhelm M. Raub (Wintershall A.G. Erdölwerke Emsland, Emlichheim) par la firme Paul Gräfe, Wennigsen am Deister. L'appareil « Multiplex », qui est basé sur une méthode hydraulique, supprime toutes les causes d'erreurs connues, est bon marché et par conséquent simple. L'exposé physique suivant donne tous les détails nécessaires :

- 1) Un liquide renfermé dans un espace clos tend, par suite de la pesanteur, à se rendre vers la partie inférieure;
- 2) La durée de l'écoulement est déterminée par la forme et les dimensions de l'orifice de passage calibré;
- 3) Des corps remplis d'air (flotteurs), qui sont plus légers que le liquide, flottent sur celui-ci et demeurent presque immobiles bien que le reste de l'appareil subisse un mouvement mécanique.

La figure 1 montre l'appareil de façon schématique. Dans sa construction actuelle, il a une longueur de 2.550 mm et un diamètre de 60 mm (à la rigueur 50 mm); il est fait d'acier bruni et pèse 25 kg. Il est construit de façon à permettre, en une seule opération, deux mesures qui peuvent être prises à deux profondeurs différentes. Si l'on n'a besoin que d'une seule mesure à une profondeur déter-

minée, on utilise le deuxième enregistrement comme mesure de contrôle.

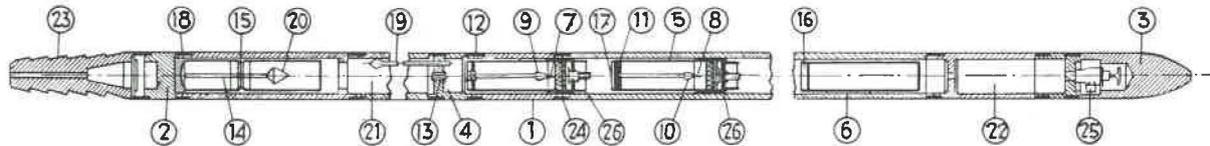
On peut faire simultanément des mesures de verticalité en trois, quatre ou cinq points différents à condition d'augmenter simplement le nombre des flotteurs et par le fait même la longueur de l'appareil.

*Nomenclature des pièces de l'appareil de mesure.*

Les chiffres entre parenthèses renvoient aux numéros de la figure.

revissée et l'appareil descendu à la profondeur de l'expérience.

La descente du Multiplex est assurée par un câble Halliburton de 1,7 mm ou 2 mm, au moyen d'un petit treuil à main muni d'une échelle de profondeur, comme on emploie d'habitude pour les mesures de pression de terrains, ou par une corde. On peut descendre l'appareil dans des sondages contenant les tiges ou dans des sondages libres de matériel. Dans ce dernier cas il faut attendre le changement de trépan.



Mesureur de déviation de sondage « Multiplex ».

- (1) cylindre creux résistant à la pression, qui sera fait à l'avenir en un métal non magnétique. Un assemblage fileté (24) réunit la moitié inférieure à la moitié supérieure;
- (2) pièce de raccord pour la suspension de l'appareil au moyen d'un câble ou d'une corde;
- (3) pièce de protection du robinet de vidange (25) à la partie inférieure de l'appareil;
- (4) plaque métallique venue de coulée avec le corps (1) de l'appareil proprement dit et munie d'un orifice calibré (13) et d'un tuyau d'équilibrage d'air (19);
- En dessous de (4) se trouve un pendule (7) suspendu par une articulation (ou un cadran) (12) et qui reste toujours vertical par suite du poids de la masse (9);
- (5) caisson métallique (flotteur) qui porte aussi un pendule articulé (8). Il porte en outre, à sa partie supérieure, une feuille de papier ronde (17) sur laquelle sont dessinés des cercles concentriques gradués de 1° à 10°;
- (6) second flotteur qui porte aussi à la partie supérieure un papier identique au précédent (16).

Dans la chambre (21), on verse un liquide approprié (de l'huile de transformateur), qui peut passer dans la partie inférieure par l'orifice calibré (13) et qui, arrivé dans la chambre (22), soulève le flotteur (6) et après le flotteur (5). Suivant la construction de l'appareil, le liquide est évacué de cette chambre par la vanne (25).

Le processus à suivre pour les mesures est le suivant : la pièce de raccord (2) est dévissée et reliée au câble ou à la corde de manœuvre; le raccord (24) entre les chambres (21) et (22) est dévissé. Sur chacun des flotteurs, on applique la feuille de papier d'enregistrement. A ce sujet, les flotteurs portent une cuvette que l'on remplit de cire pour avoir un bon terrain de piqure. Les flotteurs préparés de cette façon sont placés dans la chambre (22) et les deux parties de l'appareil revissées ensemble. La chambre (21) est alors remplie de 1 litre de liquide de mouvement, la pièce de raccord est

En se servant de tiges pour descendre l'appareil, la mesure peut se faire à l'intérieur de la maîtresse tige. Le seul appareil existant actuellement (à Emlichheim) peut se placer dans les tiges d'un sondage Rotary (à niveau plein) jusqu'à la dimension extérieure de 4 1/2".

La durée d'opération est d'environ 10 minutes dans une boue d'injection normale de 1,22 de densité et à une profondeur de mesure de 1.000 mètres, au cabestan à main avec câble Halliburton. Pendant le montage de l'appareil et sa descente jusqu'à la profondeur de mesure, l'huile coule par l'orifice calibré dans la chambre (22) et provoque le soulèvement du flotteur inférieur jusqu'à la marque de l'aiguille du pendule (8). La deuxième mesure est effectuée un temps après par la marque du pendule (7) après soulèvement simultané des flotteurs (6) et (5). Par l'emploi d'huile de transformateur et d'un orifice calibré de 0,8 mm, tout le processus de remplissage d'huile jusqu'à la deuxième marque dure 32 minutes. L'intervalle entre la première et la deuxième marque est de 6 minutes, d'après les prévisions; quatre minutes sont donc disponibles pour amener l'appareil à un autre niveau de mesure, ce qui équivaut à une distance d'environ 300 mètres.

Le processus complet de mesure demande environ 75 minutes à une profondeur de 1.000 mètres, y compris la remonte de l'appareil, en utilisant un cabestan à main. Avec un cabestan à moteur, le temps sera évidemment raccourci.

Lorsque l'appareil est remonté, la pièce de raccord est dévissée, la pièce de protection inférieure est enlevée et le liquide déversé sur le sol par le robinet. Le raccord des deux moitiés de l'appareil est défait, les flotteurs sont enlevés, les papiers enregistrés sont retirés et nettoyés à l'essence et on y lit l'angle d'inclinaison. On peut utilement retranscrire tout de suite ces indications.

Pour avoir une figure de l'allure générale du sondage sur l'ensemble des couches traversées, l'appareil enregistreur (14) (15) (18) (20) peut être ajouté dans le logement prévu ad hoc, mais seule-

ment lorsque l'appareil est déjà suspendu au-dessus du sondage ou par les tiges au moyen d'un tourne-à-gauche ou sous une sonnette (sinon il enregistre-trop tôt). Cet accessoire avec son chapeau a une longueur de 190 mm pour un diamètre de 48 mm. Dans cet appareil enregistreur, il y a un pendule suspendu à la cardan dont les mouvements sont fortement amortis par un liquide visqueux (de la cylindrine par exemple) de façon que la plume, qui est à la partie supérieure du pendule, ne subisse pas d'influence de chocs. Un mouvement de la pointe du pendule depuis le zéro de la calotte (son centre) jusqu'à son maximum de 15°, dans n'importe quelle direction, dure 7 secondes. Pendant ce temps, à la vitesse normale de l'appareil, on parcourt environ 10 mètres.

La plume inscrit les mouvements du pendule sur la calotte placée au-dessus de lui et amovible, dans laquelle on a collé une feuille de papier ad hoc. Dans le trajet vertical du sondage, la marque reste plus ou moins un point; pour des inclinaisons plus fortes, des déviations plus fortes sont enregistrées mais qui ne peuvent pas être affectées à des profondeurs bien déterminées; elles donnent cependant une caractéristique de l'allure du sondage. Le diagramme indique l'allure verticale ou plus ou

moins irrégulière du sondage et il montre si l'inclinaison est plus forte que celle qui peut être enregistrée. D'après les valeurs données par l'appareil, on peut calculer les inclinaisons maximales rencontrées quelque part le long du sondage.

Nous voudrions montrer expressément qu'un de ces diagrammes n'a pas une bien grande valeur par lui-même et que, dans beaucoup de cas, il est nécessaire de l'interpréter.

Dans sa forme décrite jusqu'à présent, le Multiplex ne peut donner que des résultats sans orientation. Son emploi est très simple et n'exige pas de personnel spécialisé. Il demande peu d'entretien, contrairement aux appareils munis de système d'horlogerie. Nous avons fait jusqu'à présent 53 mesures avec le Multiplex sans le moindre dérangement. Les mesures obtenues étaient comparables en exactitude à celles que l'on obtient par d'autres procédés (méthode Schlumberger), ce que nous montrons dans deux exemples représentés aux tableaux 1 et 2. Au moyen de l'appareillage supplémentaire, on peut prévoir, avec deux mesures seulement, la déviation probable de l'ensemble du sondage, ce qui a été confirmé par des mesures continues faites avec l'appareil Schlumberger.

TABLEAU 1

Comparaison des résultats des mesures de déviation effectuées avec le « Multiplex » d'une part et l'appareil « Schlumberger » d'autre part.

## Sondage 44 — Emlichheim

Profondeur m	Déviaton d'après le « Multiplex »	Profondeur en m	Déviaton d'après l'appareil « Schlumberger »
515	1°	500 à 550	1°
		550 à 600	2 1/2°
610	2° 10'	600 à 650	2 1/2°
		650 à 700	3 1/2°
710	2° 50'	700 à 750	3°

TABLEAU 2

Comparaison des résultats des mesures de déviation effectuées avec le « Multiplex » d'une part et l'appareil « Schlumberger » d'autre part.

## Sondage 1 — Rühlertwist.

Profondeur m	Déviaton d'après le « Multiplex »	Profondeur en m	Déviaton d'après l'appareil « Schlumberger »
325	1°	293 à 357	1 1/4°
410	2°	400 à 450	2°
		450 à 500	2 1/2°
		500 à 550	2°
550	2° 40'	550 à 600	2°
600	3°	600 à 650	3 1/2°
680	4° 50'	650 à 700	5°
700	5° 40'	700 à 750	5 1/2°
800	7° 50'	750 à 800	7°
		800 à 850	9 1/2°
865	9° 10'	850 à 900	9°

Après les premiers essais, on essaya de trouver une méthode simple pour obtenir, avec le Multiplex, des mesures orientées de l'inclinaison (connaître l'orientation de la déviation).

Raub trouva le moyen de marquer la direction nord-sud en se basant toujours sur le même principe hydraulique fondamental. Pour les mesures orientées, on ajoute au flotteur un petit appareil simple et bon marché que l'on peut enlever quand l'amplitude de l'inclinaison suffit. L'appareil orienteur à boussole est composé d'une boîte qui est reliée par un raccord en bayonnette à la partie inférieure du flotteur supérieur, c'est-à-dire sous le pendule fixe (7) (9). Dans la boîte, il y a une enveloppe, une bague d'écartement et un siège avec une pointe pour que la boussole soit libre dans ses mouve-

ments. Pendant la mesure, le mouvement du flotteur inférieur soulève le siège et presse l'aiguille aimantée. Par les trois points qu'elle porte contre une feuille de papier fixée à la cire sur le fond inférieur de l'enveloppe, la direction nord-sud est ainsi fixée. Après cette marque, le flotteur se place sous la bague d'écartement percée et pousse l'enveloppe, ainsi que l'aiguille aimantée qui y est ancrée, vers l'aiguille du pendule du flotteur (5); c'est ainsi que se produit la marque sur le papier à la partie supérieure de l'enveloppe et que l'on obtient l'inclinaison. Le même processus se répète suivant le nombre de flotteurs munis d'aiguille aimantée, placés dans l'appareil. Après démontage de l'appareil, tous les papiers peuvent être enlevés et facilement interprétés.

---

### SAMENVATTING

*De auteurs beschrijven, volgens de gegevens van W. Raub der firma P. Gräfe, een nieuw gebouwd apparaat dienende tot de opmeting van de helling en de afwijking der diepboringen. De nieuwigheid bestaat in de vervanging van de uurwerkbeweging door een hydraulische basis. Zijn constructie en behandeling zijn eenvoudig. Zijn gebruik is gemakkelijker dan dit van de overige tot hiertoe gekende apparaten.*

*De boringen zijn zelden volledig vertikaal, zij vertonen mindere of meerdere afwijkingen op de verschillende diepten. Over het algemeen is deze afwijking nadelig, vermits de bodem van het boorgat op zijn uiteindelijke diepte niet meer op de*

*verticale van het vertrekpunt gelegen is. In een petroleumveld dat in ontginning is, en waar de boringen geschikt zijn volgens een netwerk waarin de onderlinge afstanden der boorgaten constant gehouden zijn, laten grote afwijkingen van de boorgaten t.o.v. de verticale geen rationele winning van de productieve lagen toe. Anderzijds kan het nodig zijn een wel bepaalde richting aan een boring op te leggen, door middel van nauwkeurige methoden, om een gewenst punt te bereiken. In ieder dezer gevallen is het van belang de afwijking van het boorgat op afstand te kunnen controleren en te bepalen hoeveel en in welke richting de boring van de vertikale afwijkt.*

---