

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 82 03311**

---

(54) Amplificateur hydraulique universel pour la mesure de dénivellations, inclinaisons, accélérations, poids ou niveau.

(51) Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 01 C 5/04, 9/18; G 01 F 23/16.

(22) Date de dépôt..... 25 février 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 26-8-1983.

---

(71) Déposant : A.B.F. — FR.

(72) Invention de : Lucien Bouvet et Philippe Puyo.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire :

---

L'appareil faisant l'objet du présent brevet est destiné à la mesure précise des dénivellations, inclinaisons, accélérations, poids ou niveaux. Il permettra d'en assurer la lecture directe et immédiate, de l'enregistrer, la comparer ou d'agir sur une commande quelconque positive ou négative, en relation avec ce  
5 niveau, cette dénivellation ou ce poids, en rapport ou non avec d'autres paramètres quelconques tels que le temps, l'altitude, la pression, la vitesse ou autre ; par exemple le prix pour usage de balance.

Les matériels actuellement sur le marché remplissant l'un ou l'autre de ces offices et ayant certaines analogies d'emploi ou de principe peuvent être con-  
10 sidérés comme de deux grandes familles.

D'une part les traditionnels niveaux à eau (autrement dénommés niveaux à fioles) et les variantes et extrapolations qui en résultent, utilisant des liquides de densité plus ou moins grande (entièrement remplis de mercure par exemple) et des lectures électriques, ainsi que les accéléromètres à masse-  
15 lottes ou à bille, les balances ou bascules à fléaux, leviers ou pesons divers.

D'autre part de matériels de haute technicité, asservis à des gyroscopes, ou mettant en oeuvre des optiques ou des lasers (pour mesures de pentes et d'horizontales) des jauges ultrasoniques ou de contraintes et des appareillages électroniques et complexes pour les poids, niveaux, accélérations et autres  
20 usages.

L'intérêt de l'invention décrite ici est de permettre la réalisation d'appareils, tant autonomes qu'incorporés à des ensembles divers, d'usage extrêmement simple par une personne non avertie. Ils peuvent être conçus aussi bien pour la lecture directe que pour servir de base de mesure à des asservissements  
25 ou installations complexes utilisables dans les domaines les plus variés.

Le choix judicieux des matériaux permettra à l'homme de l'art la construction d'appareils précis, robustes et indéréglables.

L'invention faisant l'objet du présent brevet a pour but de permettre la construction de l'élément de mesure dont les indications peuvent être lues  
30 directement ou utilisées en phase automatique en évitant tout à la fois l'imprécision due à l'appréciation personnelle de l'opérateur dans le cas de niveau à fioles ou le danger d'un tube plein de mercure et la délicatesse nécessitant apprentissage et compétence pour la mise en oeuvre d'appareillages complexes utilisant les techniques optiques, lumineuses, radio-électriques, par exemple.

On peut ainsi construire un appareil robuste et fiable, de bonne précision, assurant le juste milieu des avantages et inconvénients des divers moyens disponibles sur le marché pour effectuer ces mesures.  
35

L'appareil de mesure décrit ici peut aussi bien servir à la construction de simples niveaux de maçon ou de clinomètres, d'accéléromètres ou de décéléro-

mètres, comme à celle des automatismes les plus complexes assurant soit la mesure de dénivellations asservissant, interdisant ou déclenchant une manoeuvre quelconque, soit au contraire permettant d'assurer l'aplomb, la dénivellation, le niveau ou le poids voulu de l'élément ou de l'ensemble considéré, in situ ou à distance, sur installations fixes ou mobiles.

Pour exemples de diversité, nous citerons simplement : mesure et commande de compensation de la gîte ou du tanguage d'un navire, d'un avion, comme l'inclinaison à la demande de rampes de manutention ou d'accès, voire de sous-marin ou aéronef, relevé de la dénivellation d'un terrain à partir d'un véhicule mobile ou de l'inclinaison de ce véhicule, terrestre ou non, en fonction ou non de la charge et de la vitesse, soit pour lecture et avertissement ou pour action sur essieux ou transmission, mise à niveau ou à l'angle d'un appareillage par rapport à un mobile, lui-même en position variable ou non tel qu'une antenne directionnelle sur un véhicule ; on peut encore assurer des mesures industrielles de poids ou de charges de niveaux de liquides en réservoirs ou sites naturels, etc...

L'objet du présent brevet peut être utilisé en association avec d'autres systèmes tels par exemple que ceux qui utilisent la position d'une bille ou d'un curseur sur une surface ou une piste.

C'est à proprement parler un levier dont le point d'appui serait la membrane de séparation de deux liquides de densités différentes, un démultiplicateur ou, inversement, un amplificateur hydraulique. Il met en oeuvre l'interaction des pressions générées dans deux liquides de densités très différentes placés en continuité dans un circuit unique.

Selon que l'on appliquera la force ou la pression sur le liquide dense ou le liquide léger, on aura un déplacement mesurable de la colonne de l'autre liquide qui sera proportionnelle ou inversement proportionnelle à cette force. Elle pourra ainsi être lue sur une échelle plus maniable parce que plus courte, ou plus précise parce que plus longue, dans le rapport exact des densités.

Traduite en indication pneumatique, magnétique, électrique ou autre, cette indication peut être exploitée au point de mesure ou de lecture ou transmise par fil ou voie hertzienne comme dans le cas d'emploi à usage de réseau de surveillance de crue par exemple.

Pour atteindre ses divers objectifs, l'invention décrite emploie une veine fluide (3) en équilibre dans un tube (4) dont la longueur limite la portée de l'appareil.

Les densités des liquides incompressibles conditionnent la gamme de mesures et la précision obtenues en fonction des critères retenus pour la réalisation. Les liquides peuvent être ou non conducteurs selon les cas. Ils auront un

coefficient de dilatation favorable.

Les tubes, membranes, matériaux et liquides mis en oeuvre seront en outre choisis pour leur compatibilité chimique afin que les caractéristiques mécaniques ne varient pas dans le temps du fait de l'action des fluides et que ceux-ci ne diffusent pas à travers les parois.

En outre, selon les conditions d'usage, le tube de transmission (4) qui sera, selon les cas, fixe ou mobile, sera choisi pour résister d'une part à la pression maximale que pourra engendrer la plus grande dénivellation ou la plus forte charge à mesurer et, d'autre part, aux contraintes extérieures d'abrasion, écrasement, température, pliage, etc...

La construction par ce procédé d'un niveau du type de celui qu'utilisent les maçons est l'exemple qui permet de montrer la totalité du principe et de la finalité de ce brevet avec la meilleure clarté de cas concret connu de tous.

Le niveau traditionnel à fioles, basé sur le principe des vases communicants est une balance en équilibre.

L'appareil décrit utilise à une extrémité et dans son tube de transmission un liquide peu dense et, à l'autre extrémité servant à la mesure, un liquide très dense qui sert de contrepoids au précédent. Leurs déplacements relatifs sont dans le rapport des densités.

On adjoint un dispositif pneumatique ou mécanique de compensation à l'une des extrémités, représenté en (6) au témoin de référence (1). Un moyen de lecture approprié au problème, réalisé par un procédé connu au moment de la construction et qui n'est pas l'objet du présent brevet conçu selon les sujétions de précision et d'emploi prévues sera placé en lien direct avec l'extrémité de lecture (2) ou incorporé à celle-ci.

Hydrauliquement, l'appareil comprend :

- A l'extrémité (1), un soufflet ou volume à membrane souple (5) relié directement au tube (4) au point haut de celui-ci. L'ensemble est complètement plein du liquide "léger" dégazé.
- A l'extrémité de mesure (2), le tube (4) se termine par une enceinte (7) séparée par une membrane (8) du volume (9) plein de liquide "lourd" dégazé en relation avec le tube de lecture (10) terminé par un retour inversé débouchant à l'air libre, ou débouchant dans une vessie sans pression (11) ou tout système inversable connu rempli ou non de gaz inerte selon la nature du liquide "lourd" et son pouvoir de dissolution.

Le système est équilibré lors du montage par action sur le dispositif schématisé (6) qui peut être pneumatique si l'on ne doit pas craindre de fortes variations de températures, ou mécanique à ressort par exemple. Pour des appareillages plus sophistiqués, on pourra avoir par exemple une compen-

sation automatique asservie à la position du 0 sur la lecture.

On notera que cette compensation peut être faite en n'importe quel point du circuit et sa représentation en (1) est pour une meilleure clarté. Pour certains emplois particuliers, cette compensation pourra être réglée pour un décalage de hauteur, de pression ou de poids entre (1) et (2) de part et d'autre duquel on voudra assurer la mesure.

On comprend dès lors que si l'on élève le témoin (1) au dessus de l'ensemble (2), celui-ci recevra une pression différentielle égale au poids de la colonne de liquide "léger" sur la hauteur de la dénivellation. Par exemple, pour un liquide "léger" de densité 1, une dénivellation de 1 mètre créera une surpression de 100 grammes.

Cette surpression se transmettra intégralement par la cloison mobile (8) (ou d'une vessie à l'autre, ou piston ou membrane) au liquide "lourd" contenu en (9). Si sa densité est 10, on aura alors une élévation de 1/10ème de mètre de sa colonne dans le tube (10).

Si, au contraire, on descend le bloc (2) de 1 mètre, on lira une diminution de 10 centimètres.

La précision de l'appareil sera donc liée à celle de la lecture et l'homme de l'art devra établir le juste milieu entre la plage de mesure recherchée et l'échelle de lecture possible selon les dimensions que l'on peut donner à l'appareil.

La lecture pourra, par exemple, être directe sur un tube vertical tel que représenté en (10) (éclairé ou non artificiellement) mais pourra aussi être faite par un dispositif électrique, électronique, ultrasonique ou magnétique par exemple, qui le traduira en affichage analogique, digital, acoustique ou autre qui pourra délivrer un signal utilisable à d'autres fins que la lecture.

On devra alors compléter le montage d'un circuit électronique convenable et de son alimentation assemblés dans un boîtier contenant l'ensemble de mesure, de lecture et les piles.

Afin d'améliorer la précision relative de cette mesure, on aura intérêt, pour une dénivellation donnée, à allonger le tube (10), par exemple en l'enroulant en spirale. La hauteur de la colonne sera alors identique, mais la longueur développée de tube de lecture dans lequel on noiera par exemple une résistance, sera considérablement augmentée et la précision également (12).

On peut ainsi donner à la spirale un diamètre tel que son développé soit dans le rapport exact des densités afin que la longueur parcourue par le liquide de lecture soit identique à la dénivellation. Par l'augmentation de ce diamètre on peut, au contraire, avoir une longueur supérieure à celle de la dénivellation.

On voit par cette application type que cet amplificateur peut avoir des usages multiples selon la configuration de l'extrémité (1) qui peut, par exemple, être un capteur de pression à vessie, à membrane ou autre, ou même ouvert dans le fond d'un bassin ou d'un cours d'eau dont on pourra ainsi mesurer le niveau avec une grande précision.

Cette mesure pourra donc faire l'objet de tous les traitements nécessaires.

Elle pourra être transmise par radio ou par fil pour l'établissement d'un réseau de surveillance de crues (14) ou étalonné en poids dans la construction d'une balance hydraulique (13).

Dans le cas d'installation fixe du système, la distance entre (1) et (2) étant immuable, outre la dénivellation on pourra assurer avec une très grande précision la mesure de la pente de la ligne des deux points sur l'horizontale soit pour simple lecture, soit pour action découlant de la mesure telle que le contrôle de la plongée de sous-marin par exemple, ou la stabilisation d'aéronefs.

Plusieurs appareils peuvent donner des indications complémentaires, longitudinales et transversales par exemple.

Dans les réalisations fixes, les commandes, les circuits annexes et l'alimentation énergétique pourront ou non être dissociés de l'appareil ou incomber au réseau général.

Les appareils à alimentation autonome ou non pourront être équipés de tous dispositifs connus n'étant pas l'objet de ce brevet tels que : test d'usure de piles, clignotement et/ou bip sonore à certaines valeurs remarquables, éventuellement programmables, microprocesseurs permettant les changements d'unités...

## REVENDICATIONS

1) Appareillage destiné à l'amplification ou la démultiplication hydraulique de la force exercée sur l'une de ses deux colonnes liquides, caractérisé en ce qu'il utilise pour cela la connexion de deux colonnes liquides de densités très différentes tels que huile et mercure par exemple.

5        2) Dispositif selon revendication 1, caractérisé en ce qu'il est entièrement autonome et que, de ce fait, il permet de mesurer le déplacement relatif de ses deux extrémités.

3) Dispositif selon revendication 1, caractérisé en ce qu'il est fixe dans un ensemble dont il peut à tout moment mesurer la dénivellation ou l'inclinaison.

10       4) Dispositif selon revendication 1, caractérisé en ce qu'il assure la mesure de pression à proximité du fond d'un volume naturel ou artificiel afin de donner connaissance de la hauteur de liquide contenu dans ce volume à un instant donné, quelle que soit la cause des variations de cette hauteur.

15       5) Dispositif selon les revendications précédentes, caractérisé en ce que la colonne "dense" est établie à l'aide de mercure conducteur qui modifie par son déplacement une valeur électrique proportionnelle ou inversement proportionnelle à sa variation de hauteur.

20       6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que la lecture est faite sur un affichage digital ou analogique permettant la lecture directe des valeurs mesurées en différentes unités commutables.

25       7) Dispositif selon revendication 4, caractérisé en ce que les indications de mesures sont transmises à distance par câble ou moyen hertzien pour étude ou enregistrement dans le cadre de contrôle unique ou de réseau de contrôle en divers points ainsi équipés.

8) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la position des colonnes liquides est lue par un capteur de pression de fabrication extérieure telle qu'au moment de la réalisation.

30       9) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 inclusive-ment caractérisé en ce que le niveau du liquide "lourd" est lu par un lecteur de niveau de fabrication extérieure telle qu'au moment de la réalisation, à ultrasons par exemple.

