

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 460 475

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 17306

(54) Installation et dispositif pour la détermination *in situ* de l'évapotranspiration d'un couvert végétal par la méthode du bilan d'énergie et la densité de flux de masse de gaz carbonique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 K 17/00; G 01 N 25/62 // A 01 G 25/00.

(22) Date de dépôt..... 29 juin 1979, à 10 h 30 mn.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 23-1-1981.

(71) Déposant : Société à responsabilité limitée dite : INDUSTRIELLE FRANÇAISE DE MECA-
NIQUE FLAMBEAU et PATERAS PESCARA DE CASTELLUCIO Christian, résidant en
France.

(72) Invention de :

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bernard Ravina,
122, av. Frédéric-Estèbe, 31200 Toulouse.

1 La présente invention a pour objet des dispositifs pour la détermination "in situ" de l'évapotranspiration d'un couvert végétal par la méthode du bilan d'énergie et la densité de flux de masse de gaz carbonique.

L'étude "in situ" de l'évapotranspiration d'une surface cultivée
5 est très utile en agriculture.

En effet elle permet de déterminer les besoins en eau d'une culture ainsi que son état biologique et énergétique.

Cette étude peut être effectuée pendant toute la durée de la croissance d'un type bien particulier de culture ou pendant une période
10 pré déterminée pour étudier ses besoins propres.

En outre, la multiplication des mesures sur plusieurs surfaces cultivées permet de déterminer l'évapotranspiration d'une région ou d'un site particulier.

La méthode offrant le plus de facilité pour cette étude est la
15 méthode du bilan d'énergie mise en pratique depuis de nombreuses années.

Elle consiste à mesurer au moyens de capteurs un certain nombre de paramètres tels que le rayonnement net (RN) le flux de chaleur dans le sol ϕ_0 , les gradients de température et de concentration en
20 vapeur d'eau ΔT et ΔC , pour déterminer par le calcul le flux de chaleur entre la surface considérée et l'atmosphère et le flux de chaleur latente due à l'évaporation ou à la condensation de l'eau au niveau de la surface du sol.

Ce dernier paramètre n'est autre que l'évapotranspiration réelle
25 qui ne peut être calculée sans la détermination préalable du flux de chaleur entre la surface considérée et l'atmosphère.

Le rayonnement net, le flux de chaleur dans le sol ainsi que les gradients de température et de concentration en vapeur d'eau sont respectivement mesurés par un bilanmètre, un fluxmètre et par la
30 méthode psychrométrique.

Ces différents capteurs sont regroupés dans une installation ou site de mesure relié à un groupe calculateur permettant d'obtenir des données quantifiées.

A cet effet, l'installation et les dispositifs mis en oeuvre pour

1 la détermination "in situ" de l'évapotranspiration d'un couvert
végétal par la méthode du bilan d'énergie comprenant un ensemble
de capteurs tels que par exemple bilanmètres, fluxmètres, psychromè-
tres, sondes thermométriques et système de prélèvement CO2 mesurant
5 respectivement des valeurs telles que le rayonnement net, le flux
de chaleur dans le sol, le degré hygrométrique de l'air, la tempé-
rature du sol, le taux de gaz carbonique et transmettant ces diffé-
rentes valeurs à une centrale électronique comportant un système
d'acquisition de données et un ordinateur de gestion et de calcul
10 se caractérise essentiellement en ce qu'elle comprend un portique
comprenant au moins deux montants verticaux parallèles réunis par
une traverse haute entre lesquels et sur lesquels est monté mobile
verticalement par tous moyens un cadre coulissant sur les montants
verticaux qui reçoit deux jeux de au moins un psychromètre.

15 Suivant une autre caractéristique de l'invention, les jeux de psy-
chromètres sont respectivement mobiles sur une colonne fixe verti-
cale du cadre mobile au moyen de verins qui sont de préférence des
verins pneumatiques reliés par un circuit alimenté par un généra-
teur d'air comprimé, chaque verin étant commandé par un inverseur
20 de sens.

Suivant une autre caractéristique de l'invention chacun des groupes
de psychromètres est guidé par au moins un organe de roulement por-
té par son support fixé en bout de la tige du verin et mobile sur
la colonne, qui coopère avec le montant vertical correspondant du
25 cadre mobile.

Suivant encore une autre caractéristique de l'invention, les psy-
chromètres constitués d'un corps cylindrique recevant une mèche
humidifiée à partir d'un ou de deux réservoirs latéral ou latéraux
et une sonde se caractérisent en ce que le corps cylindrique est
30 divisé en deux segments coaxiaux dont un recevant la mèche est doté
d'une bague synthétique percée d'orifices disposés en vis-à-vis
par lesquels passent les extrémités de la mèche et que d'une part
le fond du ou des réservoirs est doté d'un bossage cylindrique tu-
bulaire se bloquant en coincement dans l'orifice correspondant
35 de la bague au moyen d'un organe élastique et que d'autre part le

- 1 segment de tube recevant la sonde et le segment de tube recevant la mèche sont fixés par coincement dans la bague au moyen d'organes élastiques internes à celle-ci.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, ci-après d'un mode de réalisation
5 préférentiel donné à titre d'exemple non limitatif et illustré par les dessins joints dans lesquels.

- 10 - La figure 1 est une vue schématique représentant en élévation l'installation objet de l'invention mise en place sur un site de mesure dans laquelle le caisson mobile comprenant les groupes de calcul et électrogènes ont été pour la simplification du dessin rapproché du portique.
- La figure 2 est une vue en élévation du cadre mobile portant les groupes de psychromètres.
- 15 - La figure 3 est une vue en coupe partielle de la figure 2 représentant la fixation d'un groupe de psychromètres sur la colonne fixe du cadre mobile.
- La figure 4 représente en perspective un support de groupe de psychromètres.
- 20 - La figure 5 représente vu en plan l'organe de roulement des supports de la figure 4 coopérant avec le cadre mobile.
- La figure 6 représente une vue en éclatée en perspective isométrique d'un psychromètre.
- Les figures 7. 8. 9. représentent le schéma du circuit pneu-
25 matique de commande des verins actionnant les psychromètres lors des différentes phases de fonctionnement.
- Les figures 10.11 représentent le caisson mobile et tractable comportant les organes d'asservissement de l'installation et les moyens de calcul des données.
- 30 - La figure 12 est un schéma général de fonctionnement d'un système de mesure automatique de l'évapotranspiration d'un couvert végétal par la méthode du bilan d'énergie.

1 Telle que représentée l'installation (fig. 1) selon l'invention
se compose d'une ou plusieurs séries de capteurs tels que bilan-
mètres 1, fluxmètres 2, psychromètres 3 thermosondes 4 et analy-
seur de CO₂ 5, mesurant chacun un paramètre, transmis à une cen-
5 trale électronique 6 pour le calcul de l'évapotranspiration de un
ou plusieurs sites de mesure

Le bilanmètre 1 d'un type connu mesure le rayonnement net du site,
c'est-à-dire la somme algébrique du rayonnement d'origine solaire
du rayonnement propre à l'atmosphère, et du rayonnement propre au
10 sol et de la végétation vers le zénith.

Le bilanmètre 1 est fixe de manière démontable en bout d'une per-
che 7 horizontale portée par un pylone vertical 8 doté d'un piète-
ment 9.

La perche 7 de préférence télescopique et ou démontable pour faci-
15 liter ultérieurement son rangement est dotée d'un organe de fixation
au pylone.

Cet organe est par exemple constitué par une tige filetée axiale-
ment alignée avec la perche traversant de part en part le pylone
8 et coopérant avec un écrou de blocage.

20 Pour régler la hauteur du bilanmètre au dessus du couvert végétal
le pylone 8 peut être doté d'une série d'orifices transversaux
appelés à coopérer avec l'organe de fixation de la perche 7.

Le pylone vertical 8 est constitué par une série de modules tubu-
laires emmanchés de façon démontable les uns dans les autres, et
25 est maintenu à la verticale par des filins métalliques.

De préférence, le pylone 8 est coiffé en extrémité haute d'une
chappe sur laquelle se raccorde les filins.

Le piètement 9 du pylone 8 est constitué par des éléments tubulaires
formant une croix et dont les axes longitudinaux sont situés dans
30 un même plan.

Pour faciliter le rangement le piètement peut être facilement dis-
socié du pylone 8.

La perche 7 est avantageusement pourvue d'un boîtier 10 de raccor-
dement des fils électriques du bilanmètre 1.

35 Le fluxmètre 2 d'un type connu a pour but de mesurer le flux de

1 chaleur dans le sol.

Il est placé environ à quelques centimètres de la surface pour éviter toute déformation des lignes de flux.

5 En outre, pour éviter de modifier d'une manière importante l'évaporation entre la surface du sol et le capteur celui-ci peut être poreux.

Les psychromètres 3 mesurent les écarts de températures de l'air ΔT_A et de la température humide ΔT_H entre deux niveaux différents Z et $Z + \Delta Z$, ainsi que les écarts de température entre ΔT_A et ΔT_H et une température de référence T_0 .

10 Cette température de référence peut être avantageusement celle du sol à une profondeur au moins égale à quelques dizaines de centimètres par exemple 50 cm.

Ce dernier paramètre est mesuré par la thermosonde 4 d'un type connu de l'homme de l'art.

15 Pour la mesure de ΔT_A et ΔT_H entre les niveaux Z et $Z + \Delta Z$ les psychromètres sont mobiles en hauteur entre les niveaux cités.

En outre pour limiter les risques d'erreurs lors de la mesure des différents paramètres, les psychromètres ont un mouvement alterné c'est-à-dire que ceux qui étaient au niveau $Z + \Delta Z$ passent au niveau Z tandis que ceux qui étaient à ce niveau passent au niveau $Z + \Delta Z$.

A cet effet, les psychromètres de préférence au nombre de quatre sont montés deux à deux entre les montants d'un portique 11 sur un châssis inverseur 12 réglable en hauteur et portant les organes d'inversion de la position des psychromètres 3.

25 Le portique 11 est doté de moyens de maintien en position constitué par exemple par un ensemble de filins 13 ancrés au sol et pourvus de moyens de mise en tension.

Ce portique est constitué par deux montants verticaux 14 dotés chacun d'un piètement 15 et réunis à leur extrémité haute par une traverse horizontale 16.

30 Les montants verticaux 14 sont constitués par des éléments modulaires tubulaires de section droite de préférence circulaire, emboîtés les uns dans les autres de manière démontable.

35 L'élément modulaire bas de chaque montant s'emboîte dans le piètement 15. Ce piètement est constitué par un tube vertical de section

1 droite circulaire, solidaire d'au moins deux éléments horizontaux de préférence perpendiculaires entre eux.

Le tube vertical du piètement reçoit l'élément modulaire bas du montant et les éléments horizontaux sont dirigés vers l'extérieur du portique afin d'accroître sa surface de sustentation.

5 Les montants 14 sont maintenus à distance par la traverse d'extrémité 16.

Cette traverse horizontale est constituée par un tube de section droite circulaire prolongé à chaque extrémité et à angle droit par un élément tubulaire s'emboîtant dans un élément modulaire haut d'un montant.

10 A chaque extrémité cette traverse est dotée d'un moyen de fixation des filins.

Ce moyen est avantageusement constitué par une plaque métallique soudée en extrémité de la traverse et dotée d'un orifice transversal de passage d'un anneau d'attache des filins.

15 Entre les montants 14 du portique 11 est monté le châssis inverseur 12 réglable en hauteur pour s'adapter à la hauteur de la végétation du site de mesure.

20 Le châssis 12 se compose de deux montants verticaux 17 réunis par deux traverses 18 et 19 parallèles et horizontales.

Les montants 17 de même dimensions en métal ou autre sont constitués par un profilé de section transversale en U dont les ailes sont tournées vers l'intérieur du châssis et sont parallèles à son plan.

25 La traverse basse 18 se présente sous la forme d'un profilé métallique de section transversale en U, les ailes du dit profilé sont avantageusement tournées vers le bas et sont parallèles au plan du châssis.

30 La face extérieure de l'âme de la traverse 18 reçoit à chaque extrémité le bas des montants verticaux 17.

Ces montants sont fixés à cette traverse par soudage ou autres procédés ou dispositifs connus de l'homme de l'art.

35 La traverse haute 19 est également constituée par un profilé métallique de section droite en U dont les ailes sont dirigées vers le bas et sont parallèles au plan du châssis.

- 1 Elle est assemblée aux montants 17 de manière rigide par exemple par soudage et cette liaison est renforcée par des goussets fixés d'une part sur la traverse 19 et sur chaque montant 17.
- Les traverses 19 et 18 sont longitudinalement prolongées à chaque
- 5 extrémité par des moyens de coulislements 20 du châssis inverseur sur les montants 14 du portique 11.
- Ces moyens sont constitués chacun par un guide de préférence métallique en deux ou plusieurs parties solidaires l'une de l'autre par des organes de blocage.
- 10 Ce guide est pourvu d'un orifice cylindrique médian de passage des montants 14 du portique 11.
- Les traverses 19 et 18 du châssis inverseur 12 sont réunies par deux colonnes 21 verticales tubulaires, de section transversale de préférence circulaire.
- 15 Ces deux colonnes sont respectivement situées de part et d'autre de l'axe vertical médian du châssis 12.
- Le long de chaque colonne coulisse un support 22 portant deux psychromètres 4.
- Le support 22 de préférence en métal se présente sous la forme d'un
- 20 U doté de deux bras 23 parallèles au plan du châssis et prolongeant le plan de l'âme du dit 11 respectivement de part et d'autre de la colonne 21 comme représenté en figure 4.
- Les ailes 24 horizontales et parallèles sont dotées chacune d'un orifice cylindrique 25 dans lequel est engagé une bague 26 de préférence autolubrifiante montée sur la colonne 21. Les ailes 24 de
- 25 chaque support 22 sont maintenues à distance par une entretoise 27 tubulaire, de section droite cylindrique engagée sur la colonne 21. Chaque bras 23 de chaque support 22 porte au moins une patte de fixation verticale 28 d'un psychromètre 3.
- 30 Ce psychromètre se présente sous la forme d'un cylindre creux renfermant un dispositif 29 de mesure de la température sèche TA et un dispositif 29 A de mesure de la température humide TH.
- Ces dispositifs 29 et 29A sont constitués chacun soit par une sonde en platine, par un thermocouple cuivre constantan, une thermistance, une sonde du type transistor.
- 35 La sonde en platine 29 se présente sous la forme d'un batonnet terminé par une pointe. Cette sonde s'engage radialement dans le corps cylindrique du psychromètre.

- 1 La sonde en platine 29A se présente également sous la forme d'un
batonnet prolongé à angle droit par une pointe.
Cette sonde comme représentée en vue en coupe suivant F est dispo-
sé dans une traverse cylindrique 29 B logée dans le corps du psy-
5 chromètre et diamétrale à celui-ci.
Cette traverse est pourvue d'un orifice de passage de la pointe de
la sonde 29 A.
- Cette pointe axiale au corps du psychromètre, par l'intermédiaire
d'un organe d'humidification tel du papier à cigarette, coopère
10 avec une mèche de textile 30 traversant diamétralement le corps du
psychromètre.
Les extrémités de cette mèche baignent chacune dans un liquide tel
de l'eau contenu dans un réservoir latéral 31.
Ces réservoirs sont alimentés en eau au moyen d'un flexible 32 re-
15 lié à une réserve 33 pourvue d'un reniflart 34.
Ce reniflart est doté d'un orifice radial 34A qui par son position-
nement permet de régler le niveau de l'eau dans les réservoirs la-
téraux.
Cette réserve est fixée au moyen d'une patte de fixation 35 au sup-
20 port 22.
On comprend aisément qu'une seule réserve par support suffit à ali-
menter les réservoirs 31 des deux psychromètres 3.
- Selon une forme particulière de réalisation de l'invention, le
corps cylindrique du psychromètre qui reçoit la mèche 30 est un
25 élément tubulaire métallique percé sur un même diamètre de deux ori-
fices et qui reçoit une bague en un matériau synthétique 36 dont
un épaulement 37 est également percé de deux orifices 38 de passa-
ge de la mèche. Ces orifices de diamètre supérieur à celui de la
mèche reçoivent en coincement un bossage cylindrique 39 tubulaire
30 réalisé par usinage ou tout autre moyen sur le fond de chacun des
réservoirs 32 et déportés par rapport à leur axe ce qui facilite
la mise en place des dits réservoirs.
De préférence, les bossages cylindriques tubulaires sont dotés
d'une ou plusieurs rainures qui reçoivent un ou des organes élas-
35 tiques qui peuvent être des joints toriques d'étanchéité et de
blocage 40. Les réservoirs 31 sont réalisés en une matière synthé-
tique transparente et sont obturés par un couvercle avec joint

1 torique élastique d'étanchéité 41 à travers un orifice duquel passe le conduit 32 d'alimentation en eau.

La partie avant 42 de la bague qui fait saillie en avant de l'élément tubulaire métallique 43 est dotée d'un premier organe élastique qui peut être un joint torique 44 dans une première rainure interne qui coopère au blocage de l'élément tubulaire métallique 43 et d'un deuxième organe élastique qui peut être un joint 45 torique dans une deuxième rainure en avant de la précédente qui coopère en blocage avec un deuxième élément tubulaire 46 recevant la sonde 29 et coaxial au premier. Le réservoir 34 est également réalisé en matière synthétique transparente.

Le psychromètre est également doté d'un ventilateur électrique 29C commandé par une régulation électronique.

15 Ce ventilateur a pour but d'assurer un passage d'air au travers du psychromètre ni trop rapide, ni trop lent pour ne pas influencer la mesure de la température sèche TA et de la température humide TH.

Le mouvement vertical ascendant ou descendant des psychromètres entre les niveau Z et $Z + \Delta Z$ est provoqué par deux verins 47 et 48 recevant chacun un support 22. Les verins 47 et 48 peuvent être des verins pneumatiques ou hydrauliques. Les verins 47 et 48 sont fixés verticalement sur la traverse haute 19 du châssis inverseur 12 et leur tige 49 vient se fixer sur une des ailes 24 du support 22 au moyen d'organes connus de l'homme de l'art.

25 Pour guider leur descente, un des bras 23 de chaque support 22 est prolongé par une plaque métallique 50 dotée en extrémité d'un organe de roulement 51 rotatif dans un montant 17 du châssis inverseur 12.

30 Selon une forme préférentielle de réalisation l'axe de rotation de l'organe de roulement est horizontal et parallèle au plan du châssis inverseur comme représenté en figure 5. Aux figures 7.8. et 9 est représenté un circuit pneumatique de commande des verins qui est composé par une source de pression d'air comprimé 52 avec un groupe de conditionnement 53, deux distributeurs 54 et 55.

35 Le groupe de conditionnement 53 du type connu est composé par un filtre, un régulateur de pression avec un manomètre et un lubrifi-

1 cateur destiné à charger l'air comprimé d'huile pour lubrifier les
différents organes pneumatiques.
Ce groupe de conditionnement 53 est relié par une conduite 56 au
distributeur pneumatique 54 piloté électriquement et doté de cinq
5 orifices 57.58.59.60.61 et dont le tiroir peut occuper deux positions
distinctes.

L'air amené par la conduite 56 est introduit par l'orifice 57 dans
le distributeur 54 et en ressort par l'orifice 59.

De l'orifice 59 il passe par une conduite 62 raccordée à l'orifice
10 63 du distributeur 55 du même type que le précédent. L'air comprimé
sort du distributeur 55 par l'orifice 64 et est amené par une con-
duite 65 à la chambre avant 66 du verin 47 et provoque la rentrée
de sa tige 49 et donc le mouvement ascendant vertical du premier
groupe de psychromètre pour atteindre le niveau $Z + \Delta Z$. L'air conte-
15 nu dans la chambre arrière 67 du verin 47 est chassé par une conduite
68 vers l'orifice 69 du distributeur 55 d'où il sort par l'orifice
70. De cet orifice 70 l'air est amené par une conduite 71 à la cham-
bre arrière 72 du verin 48 et provoque la sortie de sa tige 49 et
donc le mouvement descendant vertical du second groupe de psychro-
20 mètres pour venir au niveau Z.

L'air contenu dans la chambre avant 73 du verin 48 est chassé par
une conduite 74 raccordée à l'orifice 60 du distributeur 54 et est
chassé par l'orifice 61 dans l'atmosphère.

Le mouvement inverse est obtenu par l'action sur le pilote du dis-
25 tributeur 54 ce qui provoque le changement de position du tiroir de
ce distributeur figure 8.

Pour régler la vitesse de leur montée ou descente, les conduites 65.
68.71 et 74 sont pourvues chacune d'une restriction dotée de moyens
de variation du débit d'air et en parallèle un clapet anti-retour.

30 Ce changement de position est commandé par la centrale électronique
6 suivant une cadence régulée par exemple toutes les deux minutes
pour limiter les erreurs sur le calcul de l'évapotranspiration et
sur le flux de chaleur échangé entre la surface considérée et l'at-
mosphère.

35 En outre pour indiquer à la centrale les positions finales des psy-
chromètres les montants du châssis 12 sont dotés de dispositifs in-
dicateurs de position tel des relais actionnés par l'organe de rou-
lement 51 de chaque support 23.

- 1 Pour régler le déplacement des psychromètres chaque colonne 22 peut être dotée d'une butée pourvue d'un collier de serrage comme représenté en figure 2.
- L'air comprimé introduit par l'orifice 57 du distributeur 54 en sort
- 5 par l'orifice 60. Par la conduite 75 il est introduit dans la chambre avant 73 du verin 48 ce qui provoque la rentrée de la tige 49 et donc la montée au niveau Z + Z des deux psychromètres portés par la dite tige. L'air contenu dans la chambre arrière 72 du verin 48 est introduit dans la chambre arrière 67 du verin 47 par l'inter-
- 10 médiaire des conduites 71 - 68 et du distributeur 55.
- L'air contenu dans la chambre avant 66 est alors chassé par les conduites 65 et 62 dans l'atmosphère à débit variable.
- L'étalonnage des différents psychromètres se fait par leur mise au niveau Z prédéterminée avant la mesure.
- 15 Pour cela seul le pilote du distributeur 55 est actionné manuellement ce qui provoque la sortie de la tige 49 du verin 47. Pour régler la cote Z des psychromètres le châssis mobile 12 est avantageusement réglable en hauteur par un dispositif coopérant par l'inter-
- 20 médiaire d'une transmission avec la traverse haute 19 du dit châssis.
- Ce dispositif est fixé latéralement au portique 11 et sur l'un de ses piliers 15. Il est constitué d'un treuil 75 avec frein de type connu sur le tambour duquel est fixé et s'enroule un câble 76 qui coopère avec deux poulies 77.78 montées rotatives au sommet du
- 25 portique sur la traverse 16.
- Une des poulies 77 est montée tangente à l'axe médian du portique et l'extrémité du câble qui passe par une poulie 79 d'un palonnier 80 de la traverse 19 du châssis mobile des psychromètres est fixée à la traverse 17 du portique en sorte que par rotation du tambour
- 30 du treuil on commande l'abaissement ou le relèvement du cadre.
- Le flux de gaz carbonique du site de mesure est calculé à partir du gradient de gaz carbonique entre les niveaux Z et Z + ΔZ .
- Pour cette détermination, le site de mesure est équipé de dispositifs de prélèvement transmettant les informations recueillies à un
- 35 analyseur de gaz.

Les différentes informations des capteurs sont transmises par câble à la centrale de mesure 6, ou elles seront exploitées, par l'inter-

- 1 médiaire de dispositifs électroniques de transmission placés dans un boîtier 81 fixé à un des montants du portique 12. Ce boîtier 81 de préférence étanche et présurisé est muni d'un capot de protection doté d'un toit à au moins deux pentes.
- 5 Ce toit est de préférence doté d'une ou plusieurs ouïes pour maintenir le boîtier à la température ambiante. Cette centrale 6 est avantageusement disposée dans un caisson 82 pourvu d'organes de roulement et d'une attache remorque pour être amenée à proximité ou sur le site de mesure.
- 10 Les dispositifs électroniques comprennent un organe de multiplexage, un amplificateur à bas niveau, un organe de conversion analogique digitale, une logique de transmission série et un pont de mesure. Ces dispositifs électroniques permettent une simplification de la transmission des données à la centrale de mesure et permettant d'ac-
- 15 croître la distance possible entre le site de mesure et la dite centrale. La centrale électronique et les dispositifs électroniques sont reliés par un câble doté de trois lignes bifilaires blindées assurant respectivement la transmission des informations données par les cap-
- 20 teurs à la centrale électronique, la transmission des informations de la centrale électronique 6 au site de mesure et l'alimentation des appareillages électroniques et électriques. Cette alimentation en énergie électrique peut être assurée par le réseau ou par un jeu de batteries d'accumulateurs disposés dans
- 25 un caisson et délivrant une tension de quelques dizaines de volts.

- Selon une autre forme de réalisation les données sont transmises à
- 30 la centrale électronique par de la fibre optique. La centrale électronique se compose d'une acquisition de données et d'un ordinateur de gestion et de calcul. L'acquisition de données enregistre toutes les deux minutes c'est-à-dire à chaque nouvelle position des psychromètres, les paramètres mesurés par les diffé-
- 35 rents capteurs. Cette acquisition de données peut être dotée pour l'exploitation ultérieure des données d'un perforateur à bande d'un type connu.

- 1 Les deux valeurs successives de chaque paramètres sont ensuite moyennées par l'ordinateur qui calcule ensuite le flux de chaleur échangé entre la surface considérée et l'atmosphère et l'évapotranspiration. Ces différents paramètres calculés chaque deux minutes sont mis en
- 5 mémoire pour le calcul de la moyenne horaire et journalière des quatre termes du bilan d'énergie, c'est-à-dire le rayonnement net, le flux de chaleur dans le sol, le flux de chaleur échangé entre la surface considérée et l'atmosphère et l'évapotranspiration. Ces différents résultats sont ensuite inscrits sur une imprimante.
- 10 La centrale de mesure telle que décrite peut traiter un ou plusieurs sites à la fois.
- Pour cela cette centrale reçoit les informations de plusieurs séries de capteurs et calcule les valeurs moyennes des quatres termes du bilan d'énergie alternativement pour chacun des sites.
- 15 L'intérieur du caisson 82 est pourvu de deux enceintes 83 et 84 séparées par une cloison transversale 85.
- L'enceinte 83 est dotée d'une série d'étagères supportées par des consoles pour le rangement des différents organes de la centrale électronique, de l'analyseur de gaz carbonique et des générateurs d'énergie électrique.
- 20 En outre cette enceinte peut être dotée de moyens assurant une température constante, par exemple un ventilateur 86.
- L'enceinte 83 est dotée de casiers de rangement des différents dispositifs équipant le site de mesure (élément de portique, etc...) et
- 25 d'un compresseur muni de sa cuve et de son organe d'entraînement constitué par exemple par un moteur électrique.
- Ce compresseur a pour but de fournir de l'air comprimé aux dispositifs pneumatiques précédemment décrits.
- L'installation telle que décrite peut être également dotée de dispositifs d'arrosage ou d'irrigation du couvert végétal.
- 30 Ce ou ces dispositifs tels que électrovanne ou autres sont commandés par la centrale électronique par l'intermédiaire d'un ou plusieurs circuits de puissance connu de l'homme de l'art.
- En outre cette installation permet d'étudier le comportement de la
- 35 nature dans des micro climat ou les perturbations apportées par l'in-

- 1 industrialisation d'une région par exemple les perturbations dues à des centrales thermiques.

L'installation et les dispositifs mis en oeuvre pour la détermination "in situ" de l'évapotranspiration d'un couvert végétal par la méthode du bilan d'énergie selon l'invention peut recevoir des aménagements et des variantes dans le domaine des équivalents techniques sans pour autant sortir du cadre du présent brevet.

5

REVENDEICATIONS

- 1 R1/ Installation et dispositifs mis en oeuvre pour la détermination
"in situ" de l'évapotranspiration d'un couvert végétal par la
méthode du bilan d'énergie comprenant un ensemble de capteurs
tels que par exemple, bilanmètres, flumètres, psychromètres,
5 sondes thermiques et systèmes de prélèvement de gaz carbonique
mesurant respectivement des valeurs telles que le rayonnement
net, le flux de chaleur, dans le sol, le degré hygrométrique de
l'air, la température du sol, le taux de gaz carbonique et trans-
mettant ces différentes valeurs à une centrale électronique com-
10 portant un système d'acquisition de données et à un ordinateur
de gestion et de calcul caractérisés en ce que l'installation
comprend un portique constitué d'au moins deux montants paral-
lèles réunis par une traverse haute à l'intérieur desquels et
sur lesquels est monté mobile verticalement par tous moyens un
15 cadre coulissant sur les montants verticaux qui reçoit deux jeux
de au moins un psychromètre.
- R2/ Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce que les
jeux de psychromètres sont respectivement mobiles sur une colon-
ne fixe du cadre mobile au moyen d'un verin, chaque verin étant
20 commandé par un dispositif d'inversion de sens.
- R3/ Installation selon la revendication 1 et la revendication 2
caractérisée en ce que les verins sont commandés par un circuit
pneumatique alimenté par un générateur d'air comprimé.
- 25 R4/ Installation selon la revendication 1 et chacune des revendica-
tions 2 et 3 caractérisée en ce que chacun des groupes de psy-
chromètres est guidé par au moins un organe de roulement porté
par son support, fixé en bout de la tige du verin et mobile sur
la colonne qui coopère avec le montant vertical correspondant
du cadre mobile.
- 30 R5/ Installation selon la revendication 1 comportant des psychro-
mètres constitués d'un corps cylindrique recevant une mèche hu-
midifiée à partir d'un ou de deux réservoir latéral ou latéraux

1 et une sonde caractérisée en ce que le corps cylindrique est
divisé en deux segments dont un recevant la mèche est dotée d'une
bague synthétique percée d'orifices disposés en vis-à-vis par
lesquels passent les extrémités de la mèche et que le fond de
5 chaque réservoir réalisé en matière synthétique transparente est
doté d'un bossage cylindrique tubulaire par lequel passe la mèche
qui vient se bloquer en coincement dans l'orifice correspondant
de la bague.

R6/ Installation selon la revendication 1 et la revendication 5
10 caractérisée en ce que le tube recevant la mèche et le tube recevant
la sonde sont fixés par coincement dans la bague au moyen d'organes élastiques interne de celle-ci.

R7/ Installation selon la revendication 5 caractérisée en ce que les
sondes des psychromètres sont des sondes en platine.

15 R8/ Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce que la
transmission des données à l'ensemble centrale électronique est
effectuée par cable bifilaire.

R9/ Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce que la
transmission des données à l'ensemble centrale électronique est
20 effectuée par fibre optique.

R10/ Installation selon la revendication 1 caractérisée en ce que le
portique est constitué d'éléments démontables.

R11/ Installation selon la revendication 1 et la revendication 10
caractérisée en ce que la centrale électronique et son alimentation
25 , le générateur d'air comprimé et tous les organes d'asservissement
sont portés par un caisson tractable doté de logements pour les éléments
tubulaires du portique.

.....

PL1/9

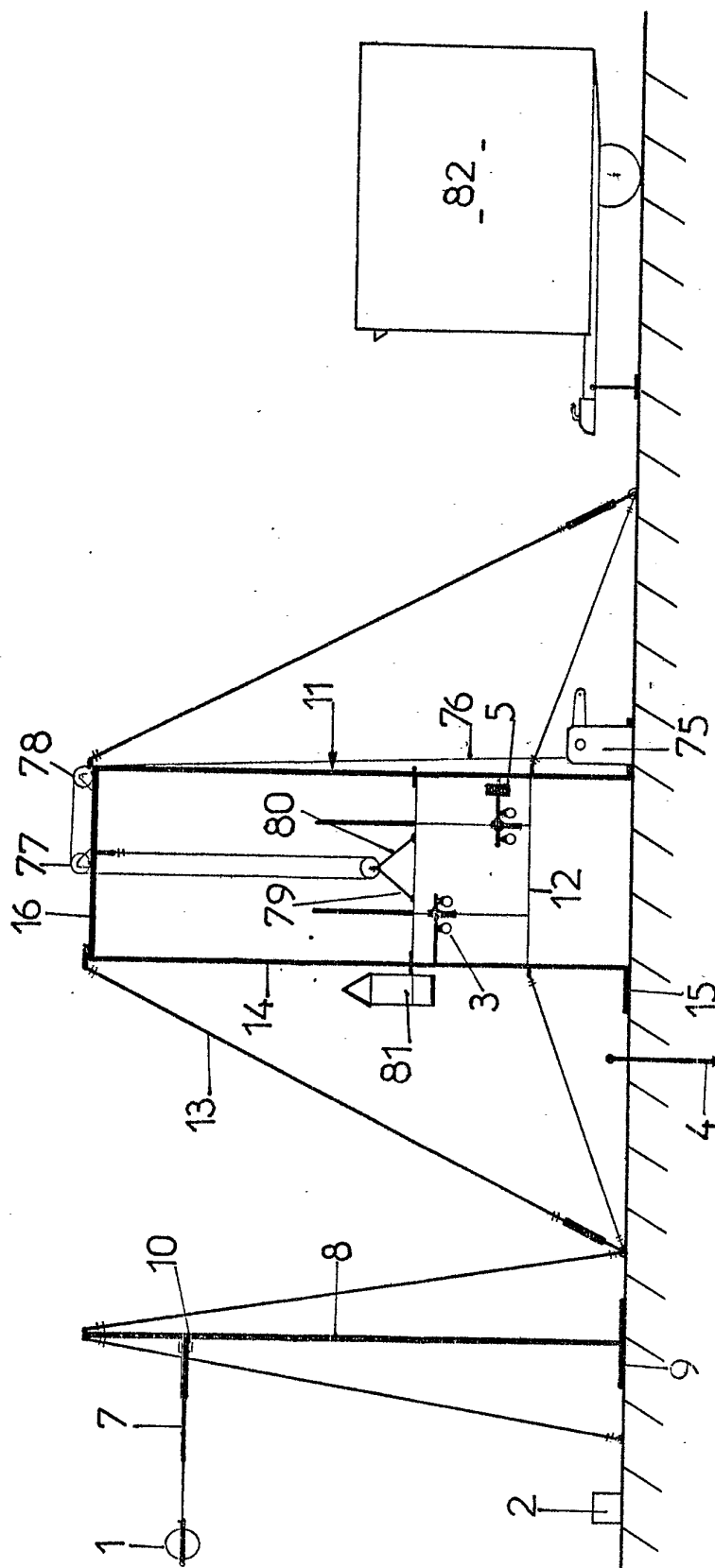
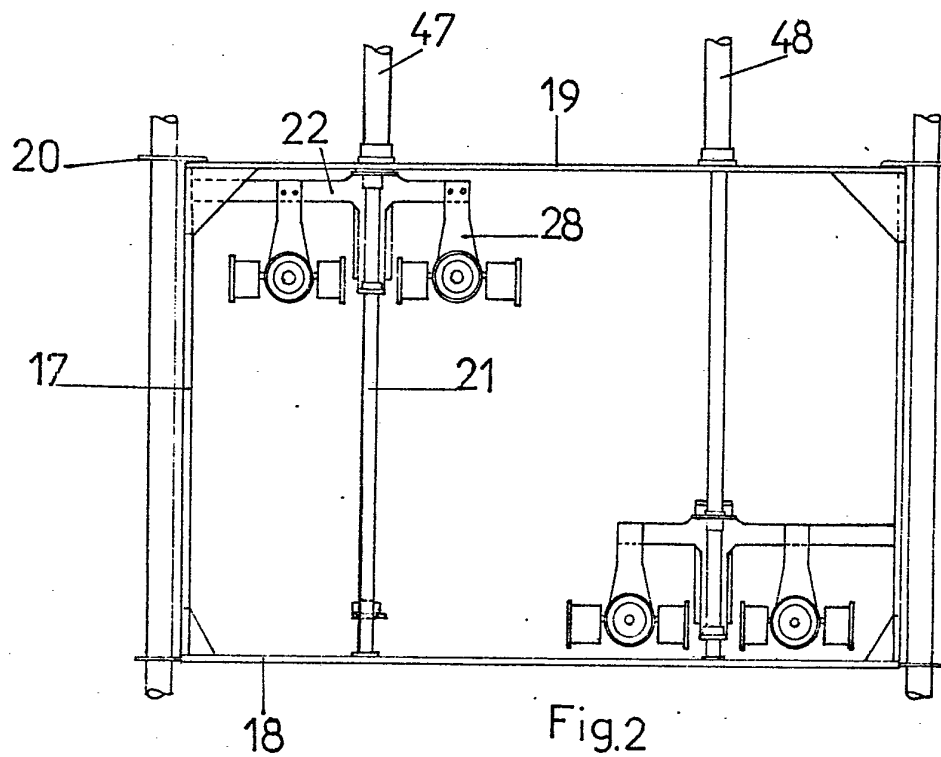
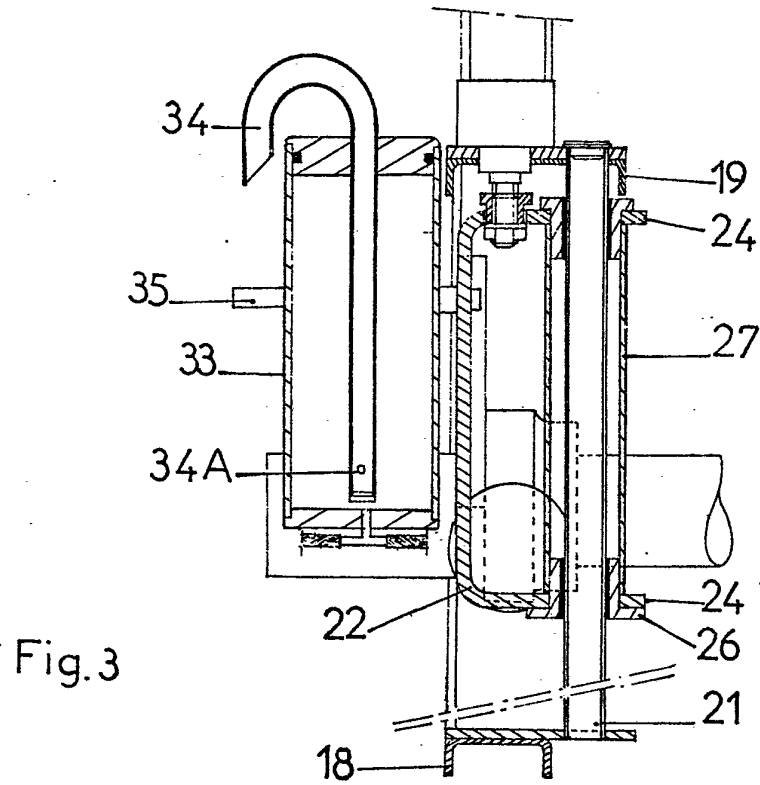
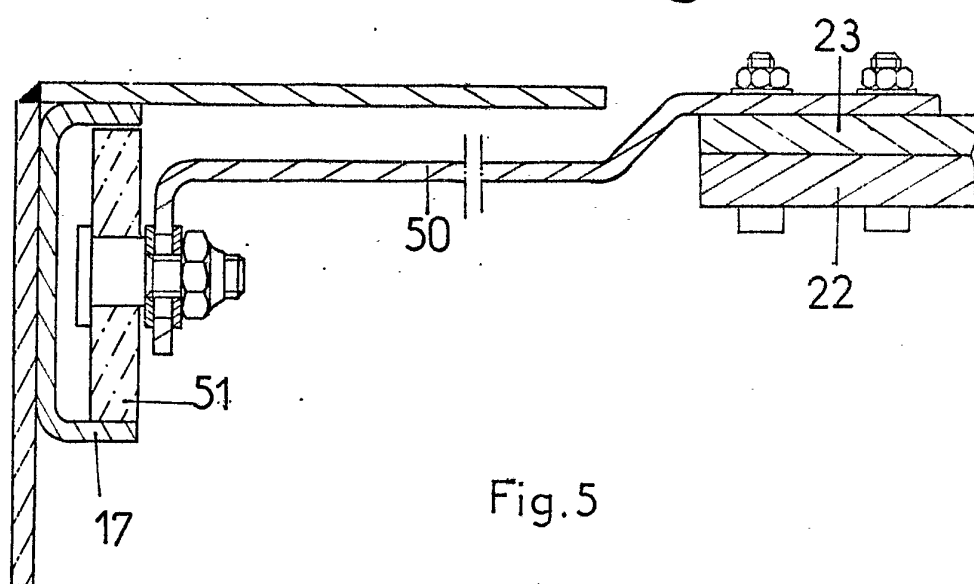
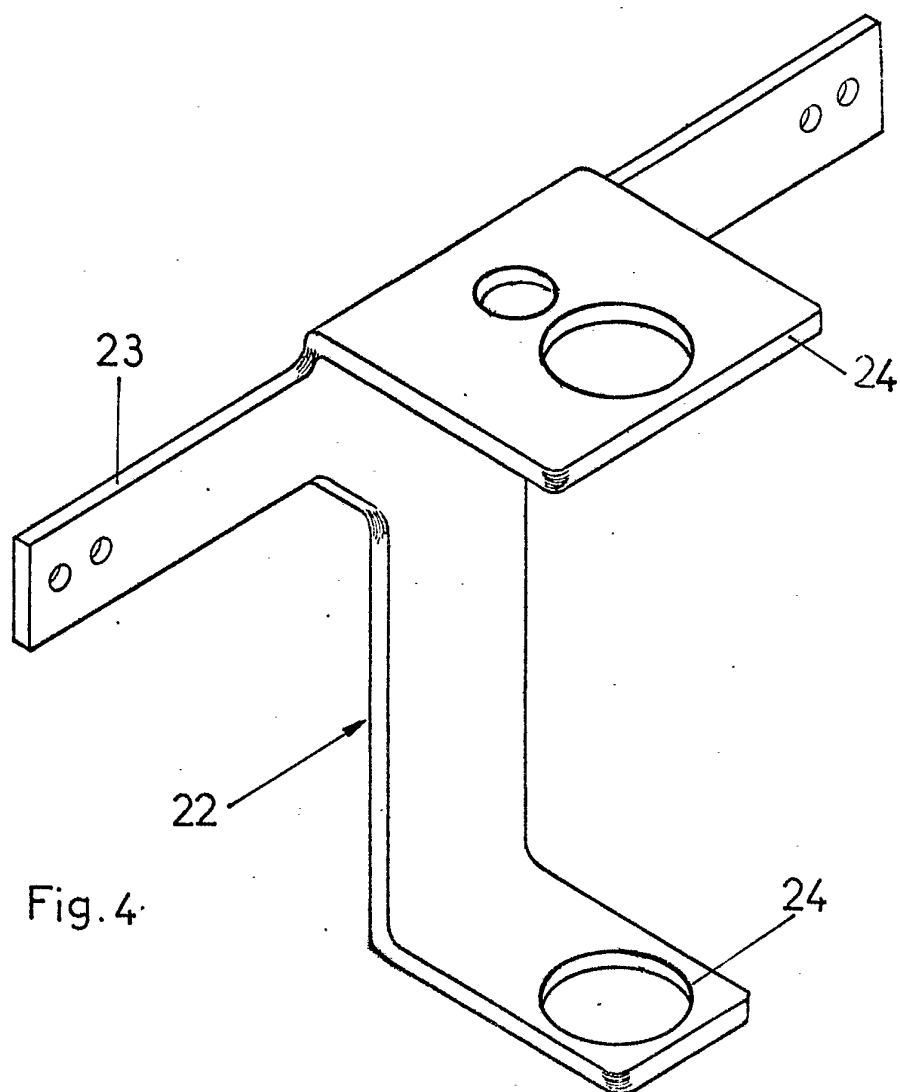


Fig.1





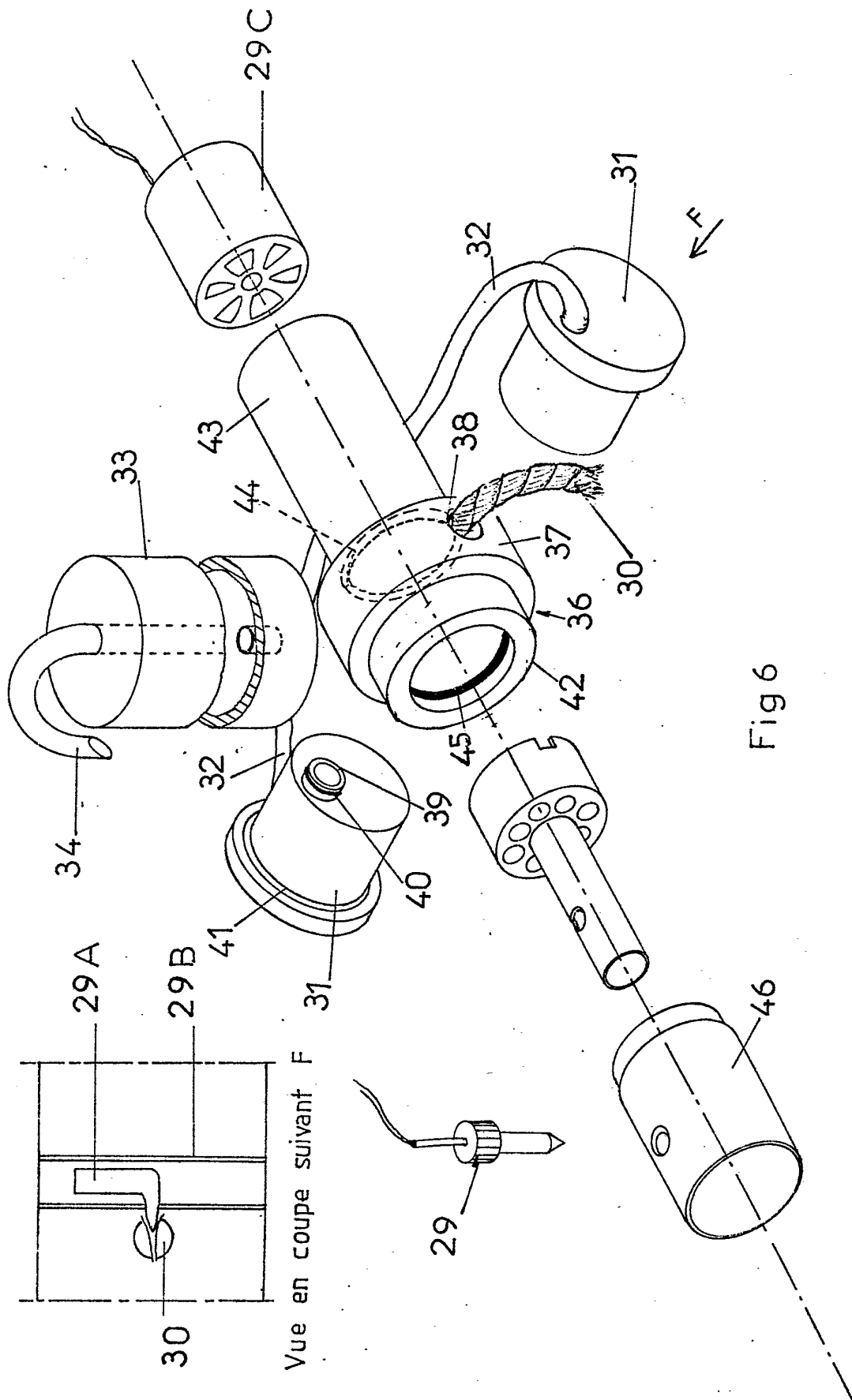
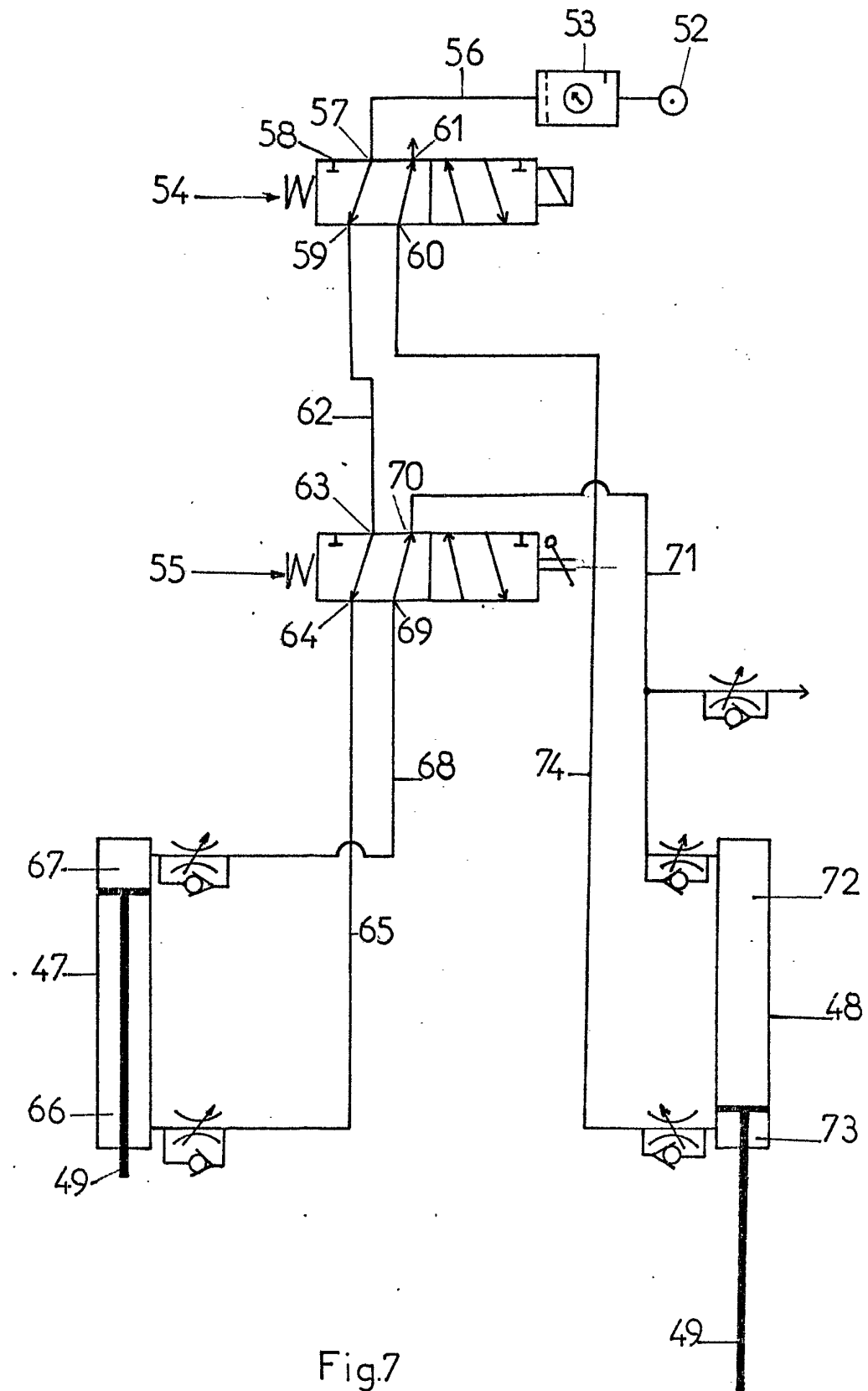


Fig 6



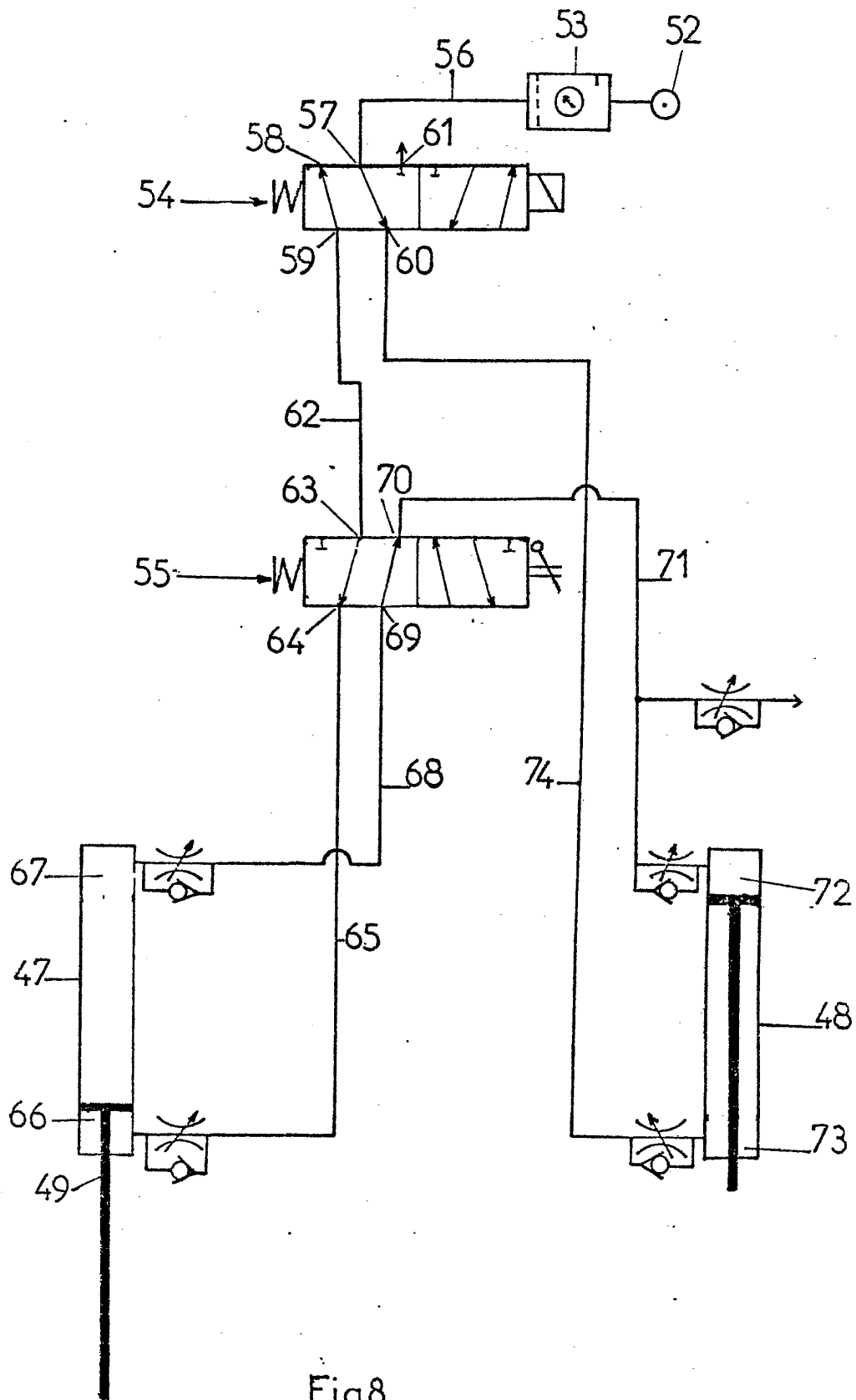


Fig 8

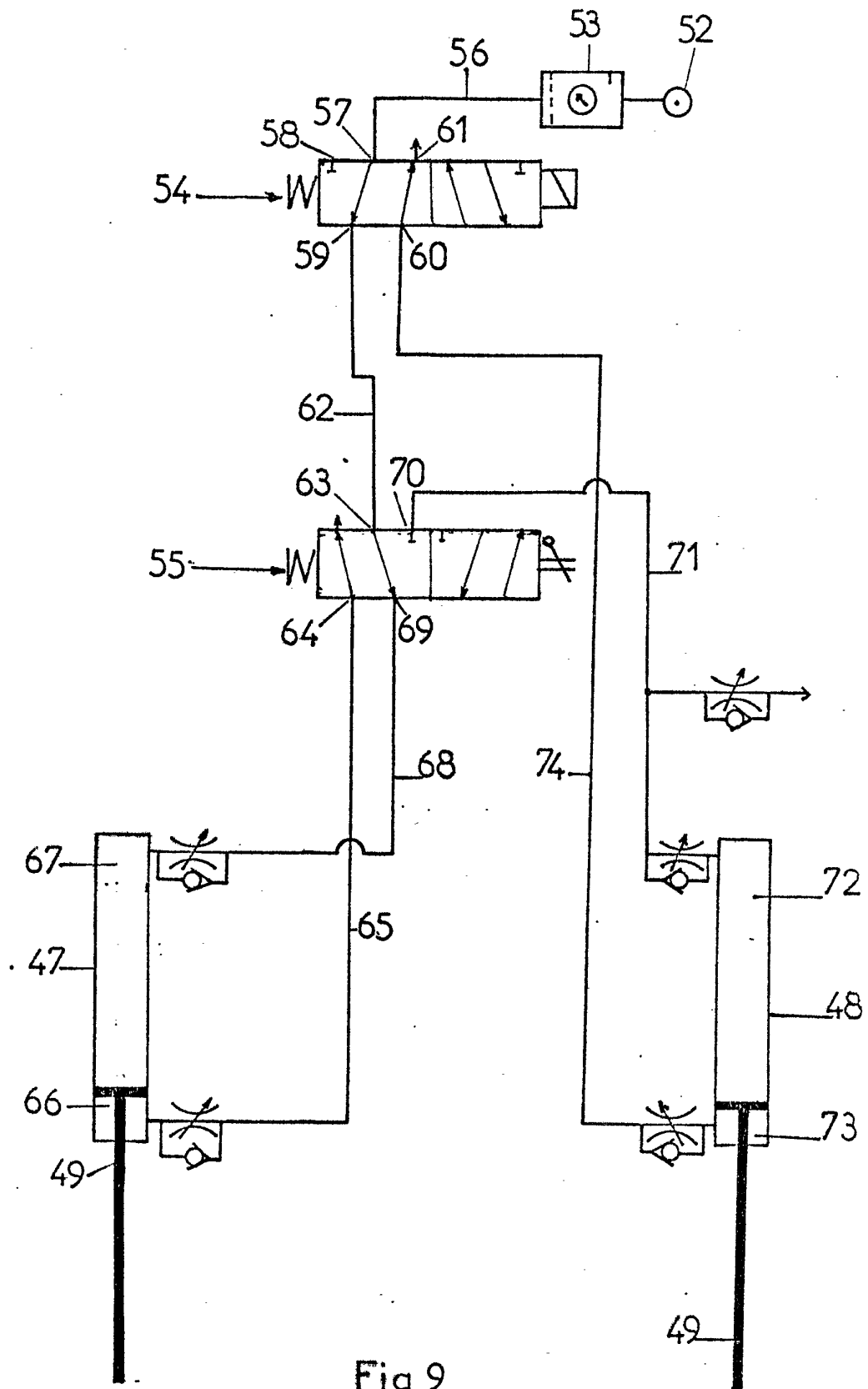
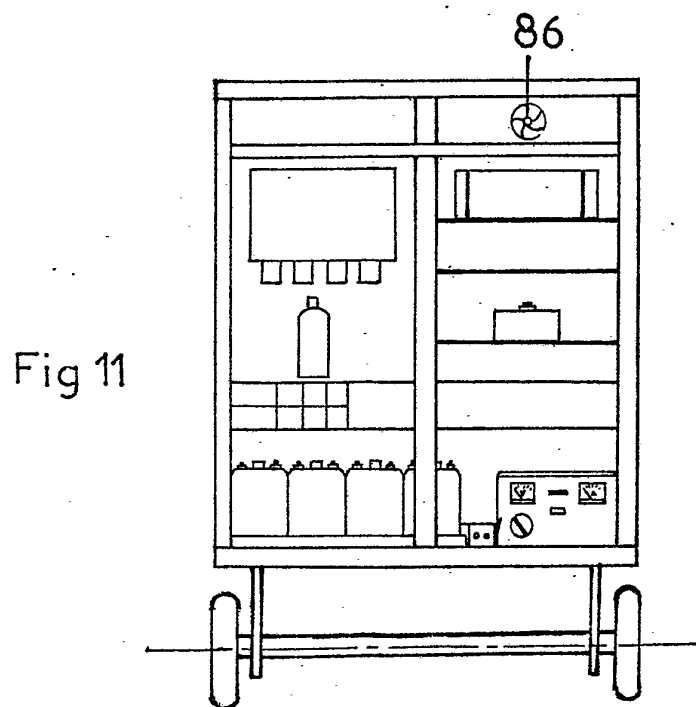
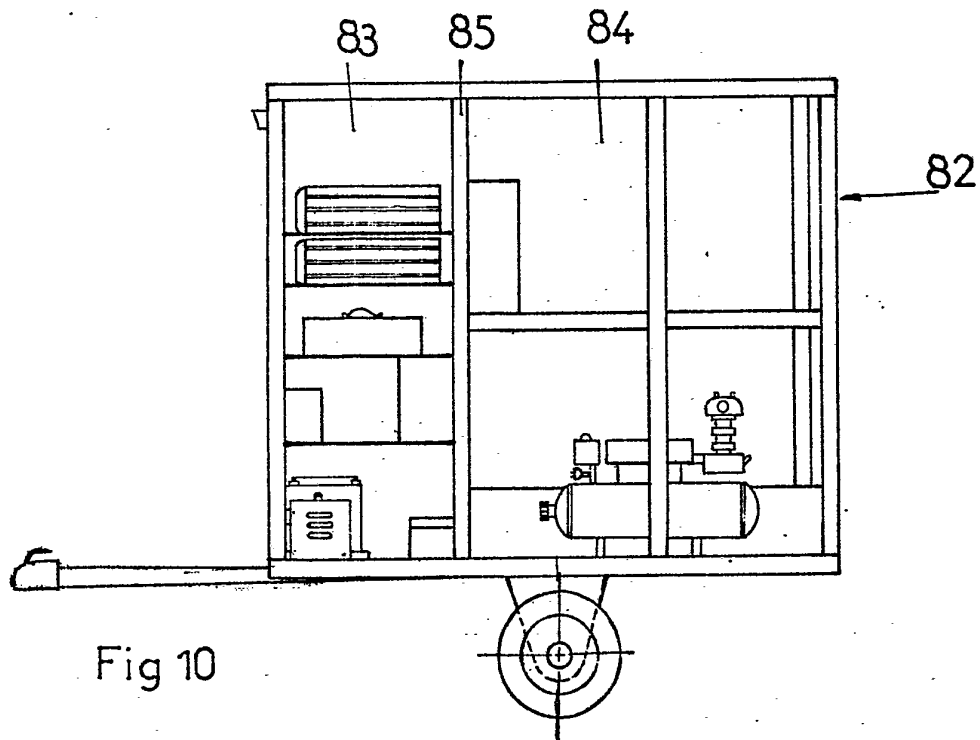


Fig 9



Capteurs Bilanmetre Fluxmetre Psychrometres Capteur CO₂
sur site

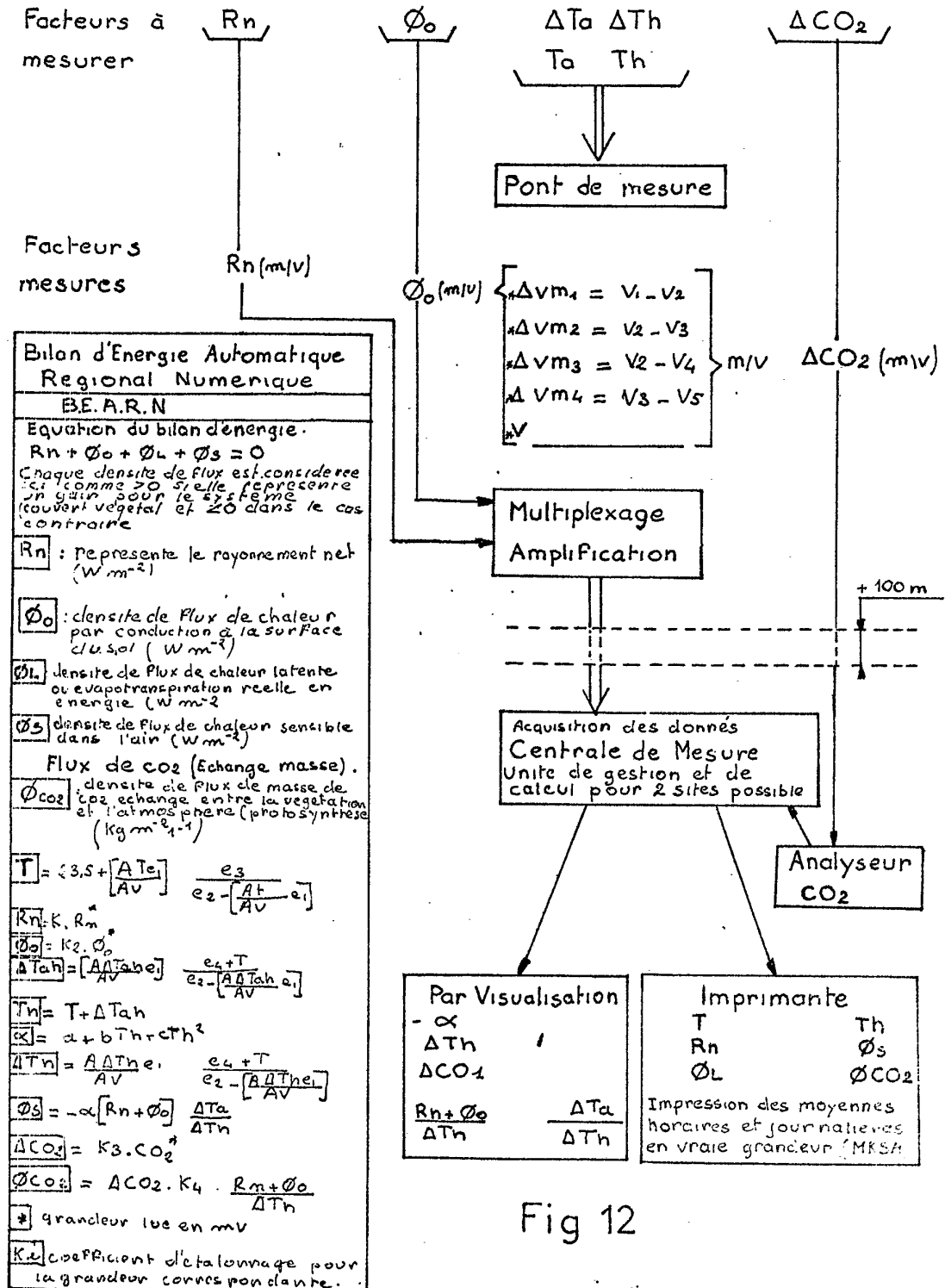


Fig 12