

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 79 18176

(54) Procédé et appareil d'essai dynamique de pieux.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). E 02 D 33/00, 13/00, 27/28; G 01 M 7/00, 19/00.

(22) Date de dépôt..... 9 juillet 1979.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 5 du 30-1-1981.

(71) Déposant : COELUS Gaspar, résidant en Belgique.

(72) Invention de : Gaspar Coelus.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Bugnion propriété industrielle SARL,
23-25, rue Nicolas-Leblanc, 59000 Lille.

La présente invention est relative à un procédé et à un appareil permettant l'exécution d'essais dynamiques de chargement de pieux.

Elle concerne par exemple l'essai des pieux de fondation, dont il est particulièrement important de connaître la résistance à la charge, c'est-à-dire la résistance à l'enfoncement dans le sol sous l'action d'un effort vertical appliqué à la tête du pieu.

Il est à peu près impossible de déterminer par calcul cette résistance au chargement, dans la mesure où elle dépend de nombreux facteurs liés non seulement aux caractéristiques du pieu mais également à celles du sol qui l'entoure.

On détermine par conséquent cette résistance par des essais pratiqués "in situ", c'est-à-dire sur le pieu enfoncé dans le sol à son emplacement définitif.

Actuellement, on pratique à cet effet des essais statiques consistant à charger progressivement la tête du pieu et à mesurer son enfoncement dans le sol au fur et à mesure de ce chargement afin d'établir la courbe de l'enfoncement dans le sol, ou tassement, en fonction de la charge appliquée.

Dans cette méthode d'essai statique, la mise en charge du pieu s'effectue en transmettant progressivement à sa tête, par l'intermédiaire d'un vérin superposé à celle-ci, une charge constituée par un lest posé sur un support, au-dessus de la tête du pieu.

Cette méthode statique présente plusieurs inconvénients, dont l'un est la durée d'un essai puisque la mise en charge du pieu peut nécessiter plusieurs jours, avec le risque d'une modification des conditions opératoires faussant les mesures.

Un autre inconvénient de cette méthode réside en l'importance du lest à prévoir pour sa mise en oeuvre. Le chargement par exemple d'un pieu de 400 tonnes de charge utile nécessite une charge d'essai de 800 tonnes et un lest de 10 % en plus, soit 880 tonnes.

Il faut transporter et mettre en place ce lest sur le chantier, ce qui est incommode et coûteux.

Lorsque l'on désire déterminer la charge de rupture d'un pieu, c'est-à-dire la charge à partir de laquelle un faible accroissement de charge entraîne un enfoncement important de celui-ci dans le sol, afin de déterminer les limites de sécurité offertes par le pieu, cette méthode est inapplicable dans le cas de gros pieux : il faut en effet aller jusqu'à 4 fois la charge utile. On procède alors généralement par extrapolation, avec des résultats imprécis qui conduisent généralement à prévoir des marges de sécurité très importantes, c'est-à-dire en pratique de prévoir des pieux surdimensionnés ou en nombre excessivement élevé pour une construction donnée.

On pratique également parfois des essais dynamiques consistant à imprim-

mer une impulsion à la tête du pieu et à étudier la propagation de cette impulsion le long du pieu.

Cette méthode d'essai dynamique actuellement connue est inapplicable à la détermination de la force portante d'un pieu, et ce à divers titres.

5 En effet, le souci d'éviter la rupture du pieu conduit à limiter volontairement l'énergie de choc qui lui est transmise à des valeurs faibles, et la durée extrêmement réduite de transmission du choc au pieu a pour résultat une propagation de ce choc le long du pieu sous forme d'une onde qui parvient à la pointe du pieu alors que la tête de celui-ci ne supporte plus que de façon
10 statique la charge réduite dont le déplacement puis l'arrêt brutal contre elle lui a imprimé le choc, si bien que ce choc ne se traduit pas par un déplacement mesurable, permanent, de la pointe du pieu.

Il est connu que la résistance du sol est proportionnelle au tassement du pieu et que la résistance de rupture du sol est définie comme étant la résistance
15 existant lorsqu'une petite augmentation de charge du pieu provoque un tassement assez grand de celui-ci ; vue la faible valeur du tassement produit par cet essai dynamique connu, celui-ci ne procure même pas suffisamment de données pour que l'on puisse tenter une extrapolation.

Une méthode dynamique, que sa rapidité et la nécessité de recourir
20 pour sa mise en oeuvre à des charges beaucoup moins importantes que lorsque l'on met en oeuvre des essais statiques tendraient à faire rechercher, semble par conséquent exclue lorsque l'on doit déterminer la force portante d'un pieu.

Le but de l'invention est précisément de proposer une méthode et un matériel d'essai dynamique de chargement d'un pieu, afin de déterminer la force
25 portante de celui-ci moyennant la mise en oeuvre de charges beaucoup moins importantes que lors des essais statiques, et un temps d'essai considérablement plus réduit.

A cet effet, l'invention propose de dégager une énergie importante par choc, et de transmettre cette énergie au pieu de façon amortie, c'est-à-dire progressivement, d'une part afin que la pression dans la tête du pieu ne dépasse
30 pas des limites acceptables quelle que soit l'énergie nécessaire, et d'autre part afin que la pression sur le pieu s'exerce suffisamment longtemps pour que la pointe de ce pieu se déplace d'une hauteur assez grande, afin d'approcher la rupture du sol sous le pieu et de mesurer la résistance du sol acquise.

35 Au fur et à mesure du déroulement de l'essai, c'est-à-dire de l'instant du choc à l'instant où le pieu, l'organe amortisseur et le mouton utilisé pour imposer un choc à ce dernier sont redevenus immobiles, des dispositifs électriques appropriés mesurent à chaque instant le déplacement du mouton après le choc, celui de la tête du pieu, et la pression dans l'amortisseur lorsque celui-
40 ci est de type hydropneumatique, d'où on déduit la force réelle s'exerçant à chaque instant sur la tête du pieu, et ces données sont enregistrées sur une

bande magnétique défilant à grande vitesse, étant donnée la durée très courte de l'essai ; en faisant ensuite tourner cette bande à vitesse considérablement réduite, on transmet les informations ainsi enregistrées à une machine imprimante et de dessin qui fournit les diagrammes des trois valeurs mesurées en fonction du temps. D'autres modes de mesure et d'enregistrement peuvent être adoptés, 5 comme il apparaîtra plus loin.

L'Homme de l'Art peut déduire de ces diagrammes la courbe des tassements en fonction des charges et, le cas échéant au moyen d'un organe de calcul spécialement programmé à cet effet, la charge admissible sur le pieu.

10 L'étude des diagrammes montre que, pendant un laps de temps, l'ensemble pieu-amortisseur-mouton se déplace à la même vitesse, la force transmise par l'amortisseur restant approximativement constante ; à ce moment, on a obtenu la rupture du sol : le tassement est grand sans que la résistance du sol grandisse encore.

15 Des zones correspondantes des diagrammes, l'Homme de l'Art déduit la portance ultime du pieu.

Lorsque la résistance du sol a freiné le déplacement du pieu, l'amortisseur rejette légèrement le mouton vers le haut, et le pieu lui-même se décomprime ; le comportement de l'amortisseur et du pieu permet à l'Homme de l'Art de dé- 20 terminer la portance ultime du pieu, à la condition que le déplacement de sa pointe, constaté après cette décompression, soit suffisamment grand.

Cette méthode selon l'invention offre de nombreux avantages par rapport aux méthodes statiques actuellement utilisées pour déterminer la force portante maximale d'un pieu.

25 L'un de ces avantages réside dans sa grande rapidité de mise en oeuvre puisque l'essai en lui-même dure quelques centièmes de secondes.

En outre, les charges mises en oeuvre sont considérablement moins élevées en raison de leur utilisation dynamique.

30 La méthode d'essai dynamique selon l'invention se distingue cependant sensiblement des autres méthodes d'essai dynamique actuellement connues, du fait de la transmission du choc au pieu par l'intermédiaire d'un amortisseur élastique qui donne la possibilité de produire un choc d'une très grande énergie sans casser la tête du pieu et, en ralentissant la transmission de cette énergie au pieu, de traduire le choc par un déplacement de la pointe de celui-ci suffisant 35 pour que l'on puisse déduire des mesures enregistrées la courbe des tassements en fonction des charges ; au cours d'un essai dynamique traditionnel, l'énergie se transmet et se perd à la tête du pieu en quelques dix-millièmes de secondes sans influencer la pointe du pieu, alors qu'elle se transmet en plusieurs centièmes de secondes dans le cas d'un essai pratiqué selon l'invention.

40 On pourra enfin noter le caractère indiscutable des mesures pratiquées, puisque les dispositifs de mesure, tels que des micromètre électriques et un

manomètre électrique, sont indépendants des conditions atmosphériques et excluent le recours à différents réglages pouvant fausser les essais ; la vérification de ces appareils est simple et ne permet pas le doute, et la bande magnétique sur laquelle sont enregistrées les informations qu'ils fournissent, et les diagrammes établis en fonction de ces informations, restent des preuves indubitables de l'authenticité de l'essai réalisé.

Le procédé selon l'invention, pour l'essai dynamique de chargement d'un pieu "in situ", est caractérisé en ce que :

- on libère instantanément une quantité d'énergie déterminée, en direction de la tête du pieu,

- on accumule cette énergie et on transmet l'énergie ainsi accumulée à la tête du pieu progressivement dans le temps, pendant un temps suffisant pour provoquer un déplacement de la pointe du pieu,

- on mesure ou calcule à chaque instant la charge appliquée sur la tête du pieu et le déplacement de celle-ci et l'on déduit d'un palier de cette charge correspondant à un déplacement du pieu la force portante ultime du pieu.

De préférence, on utilise un accumulateur d'énergie dont la force est proportionnelle au raccourcissement par compression entre le mouton et la tête du pieu ; ainsi, la hauteur de l'accumulateur donne directement la force qu'il applique à la tête du pieu.

L'invention sera mieux comprise si l'on se réfère à la description ci-dessous, relative à un mode de mise en oeuvre non limitatif, ainsi qu'aux dessins annexés qui font partie intégrante de cette description.

La figure 1 montre une vue du matériel d'essai, en position sur la tête d'un pieu immédiatement avant l'essai, en coupe par un plan vertical incluant l'axe du pieu.

La figure 2 est un diagramme indiquant l'évolution, dans le temps et dans le sens de la longueur du pieu, de la pression résultant de l'essai.

La figure 3 reproduit les courbes de mesures et l'évolution de diverses variables calculées en fonction de ces mesures, au cours du temps.

Aux figures 1 et 2, on a désigné par 1 un pieu rectiligne, de tout type connu en soi, enfoncé verticalement dans le sol 2 ; on a désigné par 3 la pointe du pieu, c'est-à-dire son extrémité transversale située à l'intérieur du sol, et par 4 sa tête, c'est-à-dire son extrémité transversale supérieure, située au-dessus du niveau du sol à une distance de celui-ci généralement faible par rapport à la hauteur totale du pieu ; on a par ailleurs désigné par 5 l'axe du pieu, d'orientation verticale, le pieu pouvant présenter une forme cylindrique de révolution autour de cet axe ou une forme différente, l'essai selon l'invention pouvant s'appliquer à des pieux de forme et de structure quelconques.

Le matériel de mise en oeuvre de la méthode d'essai selon l'invention

comporte, comme le montre la figure 1, une plaque de base 6 susceptible d'être rendue solidaire de la tête du pieu 4 dans une position où elle est superposée à cette tête avec une orientation transversale par rapport à celle de l'axe 5 du pieu, c'est-à-dire horizontale.

5 A cet effet, la plaque de base 6 présente une face inférieure plane, horizontale, 7, dont une zone centrale est propre à épouser une face d'extrémité transversale 8, également plane, perpendiculaire à l'axe 5, que le pieu 1 présente au niveau de sa tête 4 ; cette face 8 peut avantageusement être aménagée immédiatement avant la pose de la plaque 6 en vue de l'essai du pieu, par bétonnage de la tête 4 du pieu au préalable recépé et nettoyé ; de préférence, 10 on utilise à cet effet un béton richement dosé en ciment à prise rapide, qui assure également la fixation de la plaque 6 sur le pieu.

En saillie sous sa face 7, la plaque 6 présente un rebord en saillie 9 propre à épouser la zone périphérique du pieu 1 la plus proche de la face 15 d'extrémité 8 de celui-ci lorsque la zone centrale de la face inférieure 7 de la plaque 6 repose sur cette face 8.

En saillie au-dessus de sa face supérieure 10, plus près de sa périphérie que le rebord 9, la plaque 6 porte des colonnes 11 et 12, dont l'orientation est parallèle à celle de l'axe 5 lorsque la plaque 6 est en place sur la tête 20 du pieu ; par exemple, les colonnes 11 et 12 sont cylindriques de révolution autour d'axes, respectivement 13 et 14, perpendiculaires à l'orientation de la face inférieure 7 de la plaque 6.

Ces colonnes 11 et 12 sont destinées à assurer un guidage à coulissement suivant l'axe 5, lorsque la plaque 6 est en place sur la tête du pieu 1, 25 d'un mouton 15 dont la masse est déterminée par l'Homme de l'Art en fonction des caractéristiques du pieu 1 à essayer ; pour autoriser un réglage de la masse du mouton 15 en fonction de ces caractéristiques, ce mouton 15 est par exemple constitué par superposition d'une pluralité de plaques pesantes 16, de masse déterminée et d'orientation moyenne perpendiculaire à l'orientation générale des colonnes 30 11 et 12, c'est-à-dire horizontale ; en fonction des besoins, on superpose un nombre plus ou moins grand de ces plaques qui, guidées à coulissement le long des colonnes 12 et 13, sont aptes à se déplacer en bloc le long de celles-ci sous l'action de leur poids, avec les mêmes effets qu'un bloc dont la masse équivaut à la somme des masses des plaques ainsi superposées.

35 Avant l'essai, le mouton 15 constitué par superposition du nombre de plaques 16 voulu est maintenu dans une position haute, à distance de la face supérieure 10 de la plaque 6, par au moins un verrou 17 dont le déverrouillage entraîne la libération du mouton 15 vers le bas, et la chute de celui-ci par gravité le long des colonnes 12 et 13, vers la plaque 6 ; pour autoriser un réglage 40 de la hauteur séparant la plaque inférieure 16 de la face supérieure 10

de la plaque 6, le verrou 17 est lui-même réglable en hauteur, par coulissement et immobilisation à volonté le long d'une colonne 18 parallèle aux colonnes 11 et 12, à proximité immédiate de la périphérie de la plaque 6.

5 Dans une zone centrale, située en pratique en regard de la zone centrale de la face inférieure 7 de la plaque 6 superposée à la face supérieure 8 du pieu 1, la face 10 porte un dispositif amortisseur 19 destiné à recevoir le choc du mouton 15 lorsqu'on libère celui-ci vers le bas par action sur le verrou 17, et à transmettre de façon déterminée au pieu 1, comme il va être décrit plus loin, l'énergie qu'il reçoit lors de ce choc.

10 Un premier rôle du dispositif amortisseur 19 est d'accumuler l'énergie du choc provoqué par la chute du mouton 15, afin que la pression dans la tête du pieu ne dépasse pas des limites acceptables quelle que soit cette énergie ; un deuxième rôle de cet organe amortisseur 19 est de retarder la diffusion vers le pieu de l'énergie ainsi accumulée, afin que celle-ci se traduise par l'appli-
15 cation sur le pieu d'une pression suivant l'axe 5, de haut en bas, pendant un temps suffisant pour que la pointe du pieu se déplace d'une hauteur suffisante pour permettre la prise de mesures.

On peut envisager plusieurs conceptions pour le dispositif amortisseur 19, lequel est cependant de préférence conçu de telle sorte que sa force, orientée
20 suivant l'axe 5 et tendant à éloigner suivant cette direction le mouton 15 et le pieu 1 après le choc, soit proportionnel à son raccourcissement suivant l'axe 5 proportionnelle par rapport à sa longueur au repos, c'est-à-dire avant le choc.

On peut ainsi envisager une réalisation du dispositif amortisseur 19 sous forme d'un ressort métallique, par exemple formé par superposition parallè-
25 lement à l'axe 5 de rondelles métalliques élastiquement compressibles.

Dans l'exemple illustré, le dispositif amortisseur 19 est de type hydro-pneumatique, et comporte un corps 20 à l'intérieur duquel peut coulisser un piston 21.

Le corps 20 est directement solidaire de la plaque 6, et défini par
30 un rebord tubulaire intérieurement et extérieurement cylindrique de révolution autour d'un axe coïncidant avec l'axe 5 lorsque la plaque 6 est en place sur un pieu 1, ce rebord formant saillie au-dessus de la face supérieure 10 de la plaque 6 ; dans sa zone la plus éloignée de la plaque 6, ce rebord tubulaire présente un collet rétréci 22, dont la périphérie intérieure est également cylindri-
35 que de révolution autour d'un axe coïncidant avec l'axe 5 lorsque la plaque 6 est en place sur le pieu.

Complémentairement, le piston 21 présente une zone supérieure présentant une périphérie extérieure cylindrique de révolution autour d'un axe coïncidant avec celui du collet 22, avec un diamètre aussi voisin que possible du diamètre
40 intérieur de celui-ci, et une zone inférieure présentant une périphérie extérieure

cyindrique de révolution autour du même axe, avec un diamètre aussi voisin que possible du diamètre inférieur du corps 20 dans sa zone la plus proche de la plaque 6 ; entre la périphérie extérieure cylindrique de la partie supérieure du piston 21 et la périphérie intérieure cylindrique du collet 22 comme entre la
5 périphérie extérieure cylindrique de la partie inférieure du piston 21 et la périphérie cylindrique intérieure de la partie inférieure du corps 20 sont disposées des garnitures d'étanchéité autorisant le coulisement du piston 21 par rapport au corps 20 le long de leur axe commun tout en fermant de façon étanche une chambre 23 que le piston 21 et le corps 20 délimitent intérieurement, cette chambre
10 23 présentant un volume variable lorsque le piston 21 coulisse dans le corps 20.

La chambre 23 est délimitée par la zone de la face supérieure 10 de la plaque 6 située à l'intérieur du corps 20, par la zone de la périphérie interne de ce corps 20 située sous la face transversale inférieure 24 du piston 21, et par cette face 24 elle-même.

15 Comme il apparaît à la figure 1, cette face 24 présente une forme particulière, adaptée à la transmission au pieu, parallèlement à l'axe 5, d'un effort proportionnel à la déformation subie par le dispositif amortisseur 19 lorsque, après une chute libre, le mouton 15 entre en contact brutalement avec la face supérieure 26 d'un ressort 27 superposé à la face supérieure 25 du piston 21, laquelle est comme la face 26 sensiblement plane et orientée transversalement par rapport à l'axe commun du piston 21 et du corps 20, à l'extérieur de
20 ce dernier.

Cette forme particulière de la face 24 est, dans l'exemple illustré, celle d'une collerette périphérique plane, transversale par rapport à l'axe du piston 21, et d'un pavillon central concave, de révolution autour du même axe,
25 aménagé en creux dans le piston 21 et s'évasant progressivement de l'intérieur de celui-ci vers la collerette 24 ; ce pavillon constitue par exemple la face inférieure d'une fourrure 28, en une matière facilement usinable, peu dense, et supportant bien les pressions auxquelles elle est soumise lors de l'essai, telle que les matières commercialisées sous le nom de Nylon et de Téflon, garnissant intérieurement une cavité cylindrique de révolution autour de l'axe du piston 21, aménagée dans la masse de celui-ci, ouverte vers le bas et délimitée d'une part latéralement par une face cylindrique de révolution autour de l'axe du piston et d'autre part vers le haut par une face transversale parallèle à
30 la face 25.

Intérieurement, la chambre 23 contient de l'huile 29, jusqu'à un niveau coïncidant avec celui de la collerette périphérique de la face 24 lorsque le piston 21 occupe sa position haute, qui est une position de repos, et de l'azote gazeux 30 occupant le pavillon central de la face 24 lorsque le piston 21 est
40 au repos.

Lorsque le piston 21 reçoit le mouton 15, il se déplace vers le bas à l'intérieur du corps 20 en comprimant l'azote 30, dont la pression à chaque instant est mesurée par un manomètre électrique 31 relié à la chambre 23 par un conduit 32 de la paroi du corps 20, lequel manomètre 31 mesure en fait la pression de l'huile 29 qui est naturellement identique à celle de l'azote 30, et transmet cette donnée à un enregistreur sur bande magnétique défilant à grande vitesse (non représenté).

Par ailleurs sont prévus deux micromètres électriques, respectivement 33 et 34, fixés sur des poutres longues, respectivement 35 et 36, reposant sur des points fixes à une distance suffisamment éloignée du pieu ; le micromètre 33 a pour rôle de mesurer le déplacement du mouton 15 après le choc, c'est-à-dire à partir de l'entrée en contact de celui-ci avec la face supérieure 26 du ressort 27 du dispositif amortisseur 19, et le micromètre 34 mesure le déplacement de la tête du pieu, en mesurant le déplacement d'un taquet 37 fixé latéralement au pieu à proximité immédiate de cette tête 4 ; naturellement, les micromètres 33 et 34 sont choisis d'un type compatible avec les déplacements à mesurer ; ces chiffres étant donnés à titre d'exemple non limitatif, on choisit par exemple comme micromètre 33 un micromètre offrant une course de ± 150 mm, et pour le micromètre 34 un micromètre offrant une course de ± 100 mm.

Suivant une variante de mise en oeuvre, le micromètre 33 peut être porté de façon solidaire directement par la plaque 6 ; il indique alors directement le raccourcissement de l'amortisseur 19, parallèlement à l'axe 5, après le choc, c'est-à-dire l'effort transmis à la tête du pieu ; on notera que le manomètre 31 est un moyen de contrôle commode de cet effort lorsque l'on utilise un amortisseur 19 de type hydro-pneumatique, comme dans l'exemple illustré, mais qu'il n'est pas indispensable.

Ainsi, à partir de l'instant du choc, on connaît à chaque instant la position du mouton et celle de la tête du pieu, qui sont transmises au même appareil enregistreur que la mesure de la pression instantanée dans la chambre 23 fournie par le manomètre 31, pression instantanée dont se déduit directement la force instantanée appliquée suivant l'axe 5, de haut en bas, sur la tête du pieu par l'ensemble mouton 15 - dispositif amortisseur 19. On notera que cette force peut se déduire également de la mesure du raccourcissement de l'amortisseur 19, déduite des mesures fournies par les micromètres 33 et 34 en raison du choix d'un amortisseur dont le raccourcissement est proportionnel à la force.

Les signaux électriques fournis par les trois dispositifs 31, 33 et 34 sont par conséquent enregistrés sur une bande magnétique tournant à grande vitesse, que l'on fait ensuite défiler à vitesse très réduite pour transmettre l'information à une machine imprimante et de dessin qui fournit les diagrammes des trois valeurs mesurées en fonction du temps, à partir de l'instant du choc, c'est-

5 à-dire de l'entrée en contact du mouton 15 avec la face supérieure 26 du dispositif amortisseur 19 ; le temps t figure en abscisse ; en ordonnée figurent les déplacements respectifs X_M du mouton et X_{KP} de la tête du pieu, mesurés respectivement par les micromètres 33 et 34, ainsi que la force instantanée F_A appliquée par l'ensemble mouton 15 - amortisseur 19 à la tête du pieu 1 suivant l'axe 5, de haut en bas, laquelle se déduit directement de la pression instantanée dans la chambre 23 mesurée par le manomètre 31 ; on a également fait figurer l'évolution de la vitesse instantanée du mouton V_M et celle de la vitesse instantanée de la tête du pieu V_{KP} , qui se déduisent directement des mesures de X_M et de X_{KP} respectivement.

10 Ces diagrammes sont à rapprocher du diagramme de la figure 2, qui indique l'évolution le long du pieu, dans le temps, de la pression résultant dans celui-ci de l'action de l'ensemble mouton 15 - amortisseur 19 au fur et à mesure de la transmission de l'énergie de choc à ce pieu ; verticalement, de haut en bas, est figurée la distance mesurée le long du pieu à partir de la face d'extrémité 8 de celui-ci ; horizontalement de gauche à droite sont figurées les pressions croissantes ; la transmission de l'effort à la tête du pieu par l'ensemble mouton 15 - amortisseur 19 se traduit à des instants successifs par des courbes de pression dont chacune présente une forme approximativement linéaire, la pression dans le pieu à un instant donné décroissant progressivement le long du pieu, à partir de la tête 4 de celui-ci, pour s'annuler en une zone du pieu de plus en plus éloignée de la tête 4 de celui-ci lorsque le temps s'écoule, jusqu'à un instant t_1 où l'énergie se transmet au pieu sur la totalité de la longueur de celui-ci, y compris au niveau de sa pointe 3 qui commence alors à s'enfoncer dans le sol, ce qui témoigne de la rupture de celui-ci.

On notera la grande analogie de ce diagramme de chargement avec le diagramme de chargement obtenu lors d'un essai statique.

30 Si l'on se réfère aux diagrammes de la figure 3, on voit qu'à partir de l'instant t_1 , le mouton et la tête du pieu se déplacent à la même vitesse instantanée, qui décroît linéairement dans le temps jusqu'à un instant t_2 où cette vitesse s'annule, avant que le mouton rebondisse, notamment repoussé vers le haut par le dispositif amortisseur 19, et que le pieu ainsi libéré se décomprime, c'est-à-dire reprenne sa longueur initiale ; ceci se traduit en pratique par une légère remontée de la tête 4 dont la cote verticale après cette remontée, mesurée par le micromètre 34 et comparée à sa cote avant l'essai, indique le déplacement de la pointe 3 du pieu pendant cet essai, c'est-à-dire le tassement du pieu.

40 On observe que, entre les instants t_1 et t_2 , la force F_A transmise par l'ensemble mouton 15 - amortisseur 19, vers le bas suivant l'axe 5, à la tête du pieu 1 reste constante après avoir atteint un maximum avant l'instant t_1 et

de décroître rapidement après l'instant t_2 ; de la valeur de ce palier de la force F_A , qui correspondant à un déplacement conséquent de la pointe du pieu pour une variation minime ou nul de l'effort appliqué F_A , c'est-à-dire à la rupture du sol, se déduit la force portante ultime du pieu, c'est-à-dire la charge maximale que peut porter celui-ci sans que sa pointe s'enfonce dans le sol ; par calcul, on peut déduire de cette valeur la charge de rupture du pieu.

Des diagrammes de la figure 3, l'Homme de l'Art déduit en outre la courbe des tassements en fonction de la charge.

Naturellement, on pourrait envisager de nombreuses variantes de mise en oeuvre du procédé selon l'invention sans sortir pour autant du cadre de celle-ci, notamment quant au mode de réalisation pratique du dispositif amortisseur accumulant l'énergie de choc du mouton pour la restituer progressivement à la tête du pieu. Naturellement, les conditions opératoires de l'essai doivent être adaptées aux caractéristiques attendues du pieu à essayer ; notamment, on règle la quantité d'énergie libérée à l'instant du choc contre le dispositif amortisseur puis transmise progressivement par ce dernier à la tête du pieu en réglant d'une part la masse du mouton 15 et d'autre part la hauteur de chute de celui-ci, c'est-à-dire la distance h séparant sa partie inférieure, soit dans l'exemple illustré la face inférieure de la plaque inférieure 16, de la partie supérieure du dispositif amortisseur 19, c'est-à-dire dans l'exemple illustré de la face supérieure 26 du ressort 27, lorsque le mouton occupe sa position haute, déterminée par la position du verrou 17 dans l'exemple illustré.

En outre, la prise de mesures pourrait s'effectuer d'une façon différente de la façon qui a été décrite.

En particulier, on pourrait effectuer les mesures de déplacement du mouton et de la tête du pieu pendant et après le choc par photographie rapide, à raison par exemple d'une prise de vue par millième de secondes, d'un index porté respectivement par chacun de ces éléments et d'une échelle graduée parallèle à l'axe 5 et fixe par rapport au sol ou, pour la mesure du déplacement du mouton, par rapport à la plaque 6 ; avantageusement, l'index porté respectivement par le mouton et par la tête du pieu serait constitué par un vernier ou par un nonius permettant d'accroître la précision des mesures.

L'enregistrement photographique ainsi réalisé pourrait être conservé au même titre que les enregistrements sur bande magnétique réalisés au moyen des micromètres électriques 33 et 34 et du manomètre 31.

Dans un autre mode de mise en oeuvre, on pourrait également pratiquer les mesures au moyen d'accéléromètres, cette liste n'étant pas limitative.

REVENDEICATIONS

1) Procédé d'essai dynamique de chargement d'un pieu "in situ", caractérisé en ce que :

- on libère instantanément une quantité d'énergie déterminée, en direction de la tête du pieu,

5 - on accumule cette énergie et on transmet l'énergie ainsi accumulée à la tête du pieu progressivement dans le temps, pendant un temps suffisant pour provoquer un déplacement de la pointe du pieu,

 - on mesure ou calcule à chaque instant la charge appliquée sur la tête du pieu et le déplacement de celle-ci et l'on déduit d'un palier de cette charge
10 correspondant à un déplacement du pieu la force portante ultime du pieu.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on accumule et transmet l'énergie au moyen d'un organe amortisseur élastique apte à se raccourcir suivant la direction du pieu d'une distance proportionnelle à la force qu'il reçoit ou restitue.

15 3) Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens pour libérer instantanément en direction de la tête du pieu une quantité d'énergie déterminée,

 - un dispositif amortisseur intercalé entre ces moyens et la tête du
20 pieu, pour accumuler cette énergie et la transmettre progressivement dans le temps à la tête du pieu, pendant un temps suffisant pour provoquer un déplacement de la pointe de celui-ci,

 - des moyens pour mesurer ou calculer à chaque instant la force appliquée par le dispositif amortisseur à la tête du pieu, et le déplacement de celle-
25 ci,

- des moyens d'enregistrement des dites mesures.

 4) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens pour libérer instantanément, en direction de la tête du pieu, une quantité d'énergie déterminée comportent un mouton et des moyens pour retenir à
30 volonté le mouton à une distance prédéterminée au-dessus du dispositif amortisseur lui-même superposé à la tête du pieu et le libérer à volonté suivant la direction du pieu.

 5) Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens pour mesurer à chaque instant le déplacement du mouton suivant la direction du pieu et des moyens pour enregistrer ces mesures.
35

 6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que le dispositif amortisseur est d'un type tel qu'il subisse un raccourcissement suivant la direction du pieu proportionnelle à l'effort de compression qu'il reçoit ou restitue suivant cette direction, et en ce que les

moyens pour mesurer ou calculer à chaque instant la force appliquée par le dispositif amortisseur à la tête du pieu comportent des moyens pour mesurer la hauteur instantanée de l'amortisseur suivant la direction du pieu.

5 7) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le dispositif amortisseur est de type hydro-pneumatique.

10 8) Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que le dispositif amortisseur comporte un corps solidaire de la tête du pieu, un piston mobile par rapport au corps, suivant la direction du pieu, et présentant une zone en regard des moyens pour libérer instantanément en direction de la tête du pieu une quantité d'énergie déterminée, pour recevoir cette quantité d'énergie déterminée libérée instantanément, et un fluide compressible à l'intérieur d'une chambre délimitée de façon étanche d'une part par le corps et d'autre part par le piston, et en ce que les moyens pour mesurer à chaque instant la force appliquée à la tête du pieu comportent des moyens pour mesurer à chaque instant la pression
15 du fluide.

9) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que l'on traduit les mesures en grandeurs électriques, et en ce que les moyens d'enregistrement de ces mesures comportent un enregistreur sur bande magnétique tournant à grande vitesse.

20 10) Dispositif selon l'une quelconque des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que l'on pratique des mesures optiques de déplacement, et en ce que les moyens d'enregistrement de ces mesures optiques comportent des moyens de prise de vue photographique des déplacements.

The diagram illustrates a mechanical assembly, possibly a pump or valve, mounted on a base. The assembly includes a central vertical shaft (1) with a piston (20) and a valve (21) at the bottom. The piston is connected to a horizontal arm (34) which is supported by a vertical post (36). The valve is connected to a horizontal arm (35) which is supported by a vertical post (35). The assembly is housed within a frame (11) with vertical supports (12, 13) and a horizontal support (16). A fluid inlet (2) is connected to the bottom of the shaft (1) and a fluid outlet (3) is connected to the top of the shaft (1). The diagram is labeled with various numbers (1-37) and a height dimension 'h'.

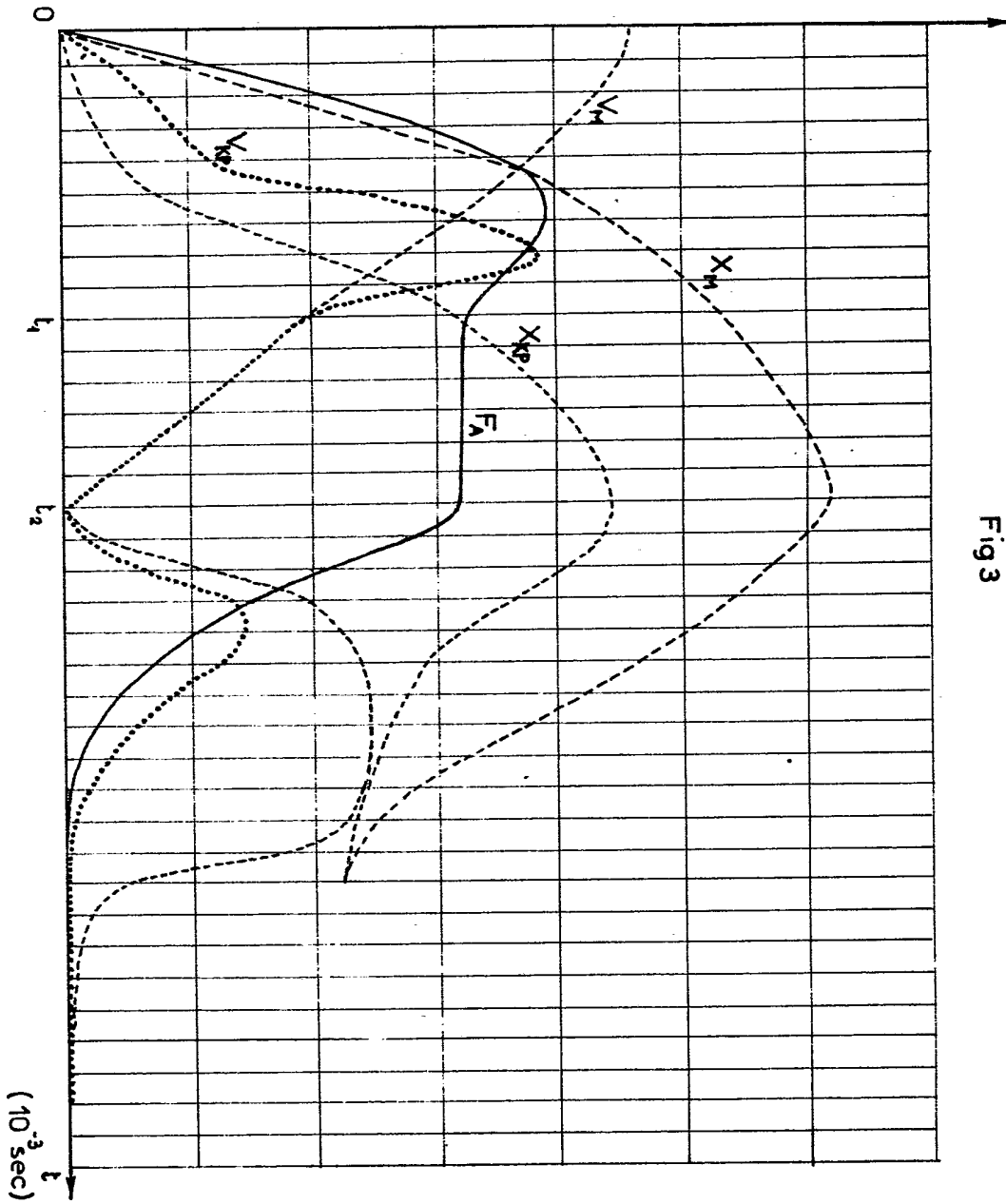
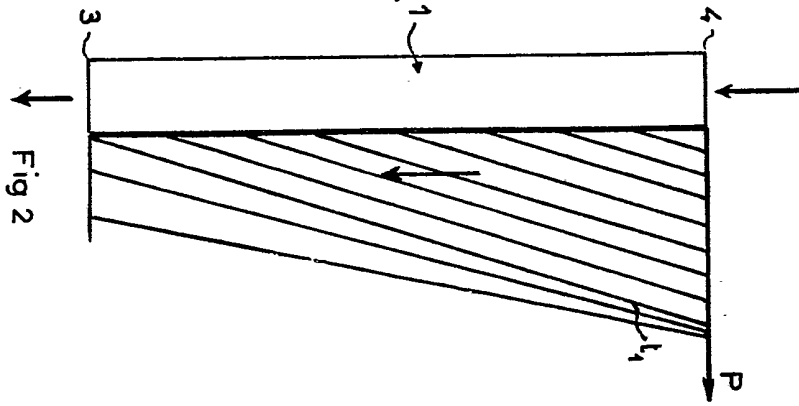


Fig 3